

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



FORMACIÓN DE UNA POBLACIÓN DE MAÍZ  
(*Zea mays L.*) DE AMPLIA BASE GENÉTICA

POR:

PABLO ANDRÉS SALAZAR MONTALVO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN COAHUILA

MARZO DEL 2002

FORMACIÓN DE UNA POBLACIÓN DE MAÍZ (*Zea mays L.*) DE AMPLIA  
BASE GENÉTICA

TESIS

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada  
como requisito parcial, para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR

Presidente del jurado: \_\_\_\_\_

DR. EMILIANO GUTIERREZ DEL RIO

vocal: \_\_\_\_\_

M. C. ARMANDO ESPINOZA BANDA

vocal: \_\_\_\_\_

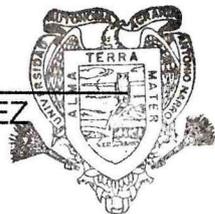
M. C. JAIME LOZANO GARCÍA

Vocal Suplente: \_\_\_\_\_

M. C. FEDERICO VEGA SOTELO

Coordinador de la división de carreras agronómicas

\_\_\_\_\_  
ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ



## AGRADECIMIENTOS

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

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna por darme la oportunidad de cursar en ella mis estudios profesionales.

Al Dr. Emiliano Gutiérrez Del Río por su gran apoyo durante la realización de esta tesis.

En general a todos los maestros que participaron en mi formación profesional.

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

A mis compañeros del internado por haber convivido conmigo durante mi estancia en la escuela.

A todos mis amigos por brindarme su cariño y amistad incondicional.

A TODOS USTEDES ¡MUCHAS GRACIAS!

## DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis padres: Pablo Salazar Sandoval y Ramona Montalvo Amaral, por haberme dado la vida y por apoyarme incondicionalmente en todo momento.

A mis hermanos: Fidela, Elvia, Luz, Evelia, Leobardo y en especial a mi hermano Abel por el cariño y apoyo que siempre me han brindado.

A mi novia: Maria De Jesús González Méndez por la confianza y el amor incondicional que me tiene.

## CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	3
HIPÓTESIS .....	3
REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
Selección masal: como método de mejoramiento e inicio de los sistemas de selección .....	4
Mejoramiento de las especies alógamas .....	7
Selección recurrente .....	8
Correlación .....	15
MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
Primer ciclo: Formación de familias de medios hermanos .....	18
Área de estudio .....	18
Material Genético .....	18
Siembra .....	20
Riegos .....	21
Fertilización .....	21
Control de malas hierbas .....	22
Selección de familias .....	22
Cosecha y selección de mazorcas .....	25
Segundo ciclo: Evaluación de familias .....	26
Área de estudio .....	26

Material Genético .....	26
Siembra .....	26
Riegos .....	27
Fertilización .....	28
Control de malas hierbas .....	28
Parámetros a medir .....	28
Toma de datos .....	29
Días a floración .....	29
Altura de planta .....	29
Altura de mazorca .....	30
Número de hojas .....	30
Rendimiento .....	30
Análisis estadístico .....	31
Modelo estadístico .....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	34
Altura de planta .....	34
Altura de mazorca .....	38
Número de hojas .....	42
Rendimiento .....	45
Días a floración .....	48
Correlación .....	52
CONCLUSIONES .....	54
RESUMEN .....	55
LITERATURA CITADA .....	57

## INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro A 1. Suma de cuadrados del análisis de varianza .....	32
Cuadro A 2. Cuadrados medios y F calculada del análisis de varianza .....	33
Cuadro 1. Análisis de varianza de la altura de planta .....	36
Cuadro 2. Prueba de la DMS para altura de planta de los 16 grupos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 .....	36
Cuadro 3. Prueba de la DMS de las mejores 25 familias de medios hermanos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 en base a la característica de altura de planta .....	37
Cuadro 4. Análisis de varianza de la altura de mazorca .....	40
Cuadro 5. Prueba de la DMS para altura de mazorca de los 16 grupos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 .....	40
Cuadro 6. Prueba de la DMS de las mejores 25 familias de medios hermanos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 en base a la característica de altura de mazorca .....	41
Cuadro 7. Análisis de varianza del número de hojas .....	43
Cuadro 8. Prueba de la DMS para el número de hojas de los 16 grupos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 .....	43
Cuadro 9. Prueba de la DMS de las mejores 25 familias de medios hermanos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 en base a la característica de número de hojas .....	44
Cuadro 10. Análisis de varianza del rendimiento .....	46
Cuadro 11. Prueba de la DMS para el rendimiento de los 16 grupos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 .....	46
Cuadro 12. Prueba de la DMS de las mejores 25 familias de medios hermanos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 en base a la característica de rendimiento .....	47

Cuadro 13. Análisis de varianza de los días a floración .....	49
Cuadro 14. Prueba de la DMS para los días a floración de los 16 grupos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 .....	49
Cuadro 15. Prueba de la DMS de las mejores 25 familias de medios hermanos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 en base a la característica de días a floración .....	50
Cuadro 16. Familias seleccionadas en cada una de las características evaluadas en la población de maíz UAAAN-UL 2001 .....	52
Cuadros 17. Coeficientes de correlación y significancia entre las características evaluadas .....	53

## INTRODUCCIÓN

Es conocido por todos que en los países en vías de desarrollo existe una gran problemática debida a la escasez de productos alimenticios básicos, una alternativa para corregir dicha escasez de alimentos es el cultivo del maíz que ocupa dentro de los cereales el segundo lugar de importancia en el mundo. Es tan importante este cultivo que aún en los países desarrollados se consume de alguna manera este cereal a través de muchos productos que las industrias sacan al mercado o bien, lo utilizan para alimentación de ganado.

En México, la producción de maíz es sumamente importante, porque a través de los años la cultura alimenticia del pueblo a sido por excelencia para con este cereal, y aunque el trigo ha venido a reducir en parte el consumo de maíz, este sigue siendo junto con el frijol la principal fuente de alimentación para los Mexicanos.

En la región lagunera como en el resto del país el consumo de este cereal es importante tanto de manera directa como para la alimentación de ganado por estar ubicada esta región en una de las zonas productoras de leche más importantes del país.

El cultivo del maíz en México es producido en su mayoría por agricultores de escasos recursos económicos por lo que la inversión que estos hacen hacia el cultivo es limitada, debido a esto el cultivo queda expuesto a condiciones de cultivo deficientes, estas malas condiciones limitan el uso de materiales híbridos y surge la necesidad de crear materiales genéticos de maíz que amortigüen las deficiencias tanto en labores de cultivo como en lo que se refiere a la fertilización y la competencia causada por plagas y malas hierbas.

Una de las formas de lograr esto es mediante la creación de variedades mejoradas utilizando métodos de selección que permitan incrementar la producción de las variedades criollas o regionales existentes sin que estas pierdan la capacidad de adaptarse a condiciones desfavorables de cultivo. De esta manera los agricultores tendrán la alternativa de sembrar estas variedades mejoradas obteniendo una mayor producción que con las variedades criollas utilizadas, sin la necesidad de hacer fuertes inversiones en el manejo del cultivo.

El propósito de esta investigación es el de formar una variedad de polinización libre utilizando el método de selección recurrente de medios hermanos maternos, con el cual se pueden seleccionar las características agronómicas deseadas de una población de amplia base genética, conservando la heterogeneidad de la población que permite la adaptación a ambientes desfavorables.

## **OBJETIVOS**

1. Formar una población de amplia base genética a partir de las mejores familias de medios hermanos.
2. Evaluar y seleccionar las familias de medios hermanos que reúnan características agronómicas favorables para los futuros ciclos de selección.
3. Estimar los valores de correlación entre las características evaluadas para predecir una selección en forma paralela.

## **HIPÓTESIS**

Ho: Existe variabilidad entre las familias de medios hermanos derivadas de la población para las características evaluadas.

Ho: Existe correlación positiva entre las variables estudiadas para las familias de medios hermanos.

## REVISIÓN DE LITERATURA

**Selección masal:** como método de mejoramiento e inicio de los sistemas de selección.

La selección masal para el mejoramiento del maíz tuvo su iniciación con el principio de la domesticación de la planta de maíz. Las mazorcas más largas y deseables fueron retenidas para semilla (Robles, 1976).

Jugenheimer, (1981) dice que la selección masal consiste en seleccionar mazorcas deseables de las mejores plantas y en sembrar en masa la semilla seleccionada. Ya que el maíz es de fecundación cruzada casi por completo, el material producido es una mezcla compleja de híbridos, y la selección da por resultado una desviación del promedio, en vez de una verdadera fijación del tipo. El éxito de la selección masal depende en gran medida de las cambiantes frecuencias génicas y de la precisión en la selección de los tipos deseados.

En la selección masal se escoge un gran número de plantas, las semillas de las plantas seleccionadas se multiplican en conjunto y así se produce la siguiente generación. Las bases para la selección serán un buen vigor combinado con ciertas características específicas que dependen del

seleccionador. Por este procedimiento, solo se puede efectuar selección por las características maternas, ya que se desconoce el origen del polen. Se han obtenido por este método de selección masal muchas variedades importantes de maíz, melón y de las especies hortícolas y forrajeras (Montoya, 1975).

Robles, 1976 dice que la selección masal, en maíz, nunca progreso mucho más allá de este estado. Mazorcas individuales eran escogidas con base en sus características y las de la planta que las produjo. Estas mazorcas selectas eran mezcladas y de esta mezcla se tomaba la semilla para las siembras en la siguiente estación. La práctica de mezclar la semilla impidió toda información sobre el comportamiento de la progenie. El mismo dice que la selección masal esta considerada en la actualidad como el único método de mejoramiento tan viejo como la agricultura, que presenta las siguientes desventajas al considerarlo como un sistema de selección:

1. No hay control de la polinización.
2. Selección fenotípica de plantas individuales que presentaban las características más sobresalientes.
3. La selección estaba basada en el fenotipo materno.

También menciona que la forma de selección más aceptada es la descrita por Ángeles (1961) que hace las siguientes modificaciones:

1. Obtener una buena población.
2. Dividir el lote en parcelas.
3. Etiquetar plantas que no tengan ninguna planta faltante a su alrededor.

4. Cosechar las mazorcas de las plantas etiquetadas.
5. Secar y pesar individualmente la producción de cada planta.
6. calcular una media por cada parcela y la media general.

La selección masal ha sido eficaz para modificar el tipo de planta, la precocidad, las características del grano y la composición química. Como resultado de una selección continua para caracteres específicos, se han obtenido nuevas variedades para satisfacer los deseos del fitomejorador. La selección ha sido útil tanto para la adaptación de variedades a nuevas zonas de producción como para la creación de variedades para propósitos especiales (Poehlman, 1983).

El mismo dice que la selección masal no ha sido eficaz para aumentar el rendimiento de una variedad adaptada, debido a diferentes causas: a) la incapacidad del fitomejorador para reconocer las plantas de rendimiento superior; b) las plantas sobresalientes pueden ser polinizadas por plantas superiores o inferiores, de tal manera que el alto rendimiento potencial de una planta no se reproduce a todos sus descendientes y c) el hecho de que una selección rigurosa para características específicas de la planta conduce con frecuencia a una cierta consanguinidad y esta, reduce el rendimiento.

La definición de la selección consiste en escoger los tipos destacados y desechar aquellos indeseables de acuerdo con ciertas características. Después de un periodo de pruebas, durante el cual se seleccionaron plantas de ciertos tipos o características, puede obtenerse una estirpe superior. Sin

embargo, el mejoramiento por selección no puede lograrse a menos de que en la variedad en la que se hacen selecciones haya algunas plantas con las características deseadas. Más aún, el mejoramiento por este método no es posible a menos que las cualidades de los tipos superiores de plantas puedan ser distinguidos fácilmente (Delorit y Ahlgren, 1970).

El centro de investigaciones agrarias (1980) observó que los programas de mejoramiento por métodos de selección en maíces criollos, en parcelas de agricultores cooperantes, sometidos a las condiciones ambientales en que normalmente son cultivados para lograr una mejor respuesta, prometen resultados que aún cuando no sean espectaculares, son de fácil aceptación por los campesinos lo que asegura logros a corto plazo, incrementos en algunas características deseables.

### **Mejoramiento de las especies alógamas.**

Mientras que las variedades de especies autóгамas consisten en una mezcla de líneas homocigóticas, las variedades de especies alógamas constituyen una mezcla de plantas muy heterocigóticas, la selección de una planta autógamma se manifiesta rápida y claramente, mientras que la selección de una planta alógama será más lenta y nunca conducirá a variedades tan uniformes y estables como en las plantas autóгамas. Una selección sistemática repetida durante muchas generaciones para caracteres morfológicos concretos de herencia bastante sencilla puede, dar

como resultado una considerable uniformidad en cuanto a dichos caracteres (FAO, 1961).

### **Selección recurrente.**

En el sistema de selección recurrente, se selecciona un cierto número de plantas, que llamen la atención del mejorador por su expresión fenotípica de la población original. Se autofecundan estas  $S_0$  plantas y se cruzan con un material heterocigótico para identificar los individuos  $S_0$  con buena aptitud combinatoria general. Se cultivan los individuos seleccionados a partir de la semilla procedente de la autofecundación, se entrecruzan en todas las combinaciones posibles y se reúne la semilla de los entrecruzamientos para establecer una población en la que se efectuara posterior selección (Montoya, 1975).

Poehlman (1983), menciona que los aspectos esenciales del método de mejoramiento de surco por mazorca son los siguientes:

1. Se desgranar por separado de 50-100 mazorcas, una parte se siembra en un surco por mazorca y el resto se identifica y se guarda.
2. Cada surco se evalúa en relación con sus características y rendimiento.
3. La semilla que se conservó de las mazorcas que produzcan los mejores 10 o 20 surcos, se utilizó para sembrar una parcela al año siguiente, de este se seleccionaron nuevamente mazorcas, repitiendo el procedimiento.

Hernández y Muñoz (1997) realizaron un trabajo tratando de aprovechar el potencial genético de variedades criollas de maíz, con estas variedades ensayaron en varias localidades y años. Aplicando el modelo 1 para evaluar resistencia y sequía, se seleccionaron varias poblaciones. Estas poblaciones han igualado y en algunos casos superado a varios tipos mejorados introducidos. Actualmente se les está aplicando esquemas de selección recurrente para incrementar su rendimiento y conservar su variabilidad.

López, *et al* (1997), nos dicen que en 1992 se evaluaron 136 variedades de maíz para resistencia a sequía, seleccionando las mejores colectas dentro de estratos de precocidad, de ellas se derivaron familias de medios hermanos (FMH), las cuales se evaluaron en 1993. Algunas de las FMH igualaron y en algunos casos superaron en rendimiento al mejor testigo, dentro de cada estrato de precocidad y en su ambiente específico. Lo anterior confirma el alto potencial de rendimiento y diversidad genética existentes dentro del patrón varietal de maíz en el Valle de Puebla.

Lonnquist (1964) y Webel y Lonnquist (1967) mencionados por Jugenheimer (1981), evaluaron la selección mazorca-por-surco modificada en una población de maíz para rendimiento de grano. El método comprende la selección entre y dentro de familias de medios hermanos, proporcionando rendimientos promedios que llegaron a un incremento de 9.44%. Una comparación con datos publicados anteriormente usando la selección masal en la misma variedad indica que el procedimiento mazorca-por-surco

modificado es más efectivo que la selección masal sola para mejorar el rendimiento, concluyendo que la selección mazorca por surco ha sido efectiva en la modificación de la composición química y de la altura de la mazorca y útil para mejorar el rendimiento de variedades inadaptadas. La idea de la prueba de progenie fue también un avance en el mejoramiento del maíz, al igual que el procedimiento mazorca-por-surco modificado más reciente parece ser superior a la selección masal para el mejoramiento de los rendimientos del maíz.

La selección recurrente incrementa gradualmente la frecuencia de alelos favorables y puede estar basada en el fenotipo de un individuo (selección masal) o en la media de fenotipos de familias. Cuando se usan familias, tres fases se involucran: 1) formación de familias, 2) evaluación de esas familias y selección de las superiores, y 3) recombinación o intercruzamiento de plantas con semilla remanente de las familias seleccionadas para repetir el siguiente ciclo de mejoramiento poblacional (Ibarra, 1983).

También Lonquist, (1964) propuso algunas modificaciones al antiguo sistema de selección mazorca por surco, entre ellas utilizar tres localidades para estimar las medias familiares proporcionando mayores oportunidades para una selección fenotípica más precisa entre plantas dentro de las familias de medios hermanos seleccionadas, puesto que cada planta de estas familias era evaluada sobre la base del peso del grano en lugar de la apariencia fenotípica. Así mismo, afirma que el método de selección familiar

de medios hermanos presenta una mejor alternativa que la selección masal Geron (1972), comparó los dos métodos y concluyó que la selección de medios hermanos con semilla remanente fue significativamente superior a la selección masal.

Cruz, (1988) dice que la selección recurrente se define como la selección sistemática de los individuos deseables de una población, seguida por una recombinación para formar una nueva población. Las distinciones entre los métodos de selección recurrente se relacionan principalmente a diferencias de la unidad de selección, la unidad de recombinación y el control parental.

También dice que la efectividad de la selección recurrente depende de la variabilidad genética, de las frecuencias génicas de la población original y de la heredabilidad de las características bajo selección.

Cortes, (1981) reportó una ganancia de 4.6 y 6.2 por ciento en la selección hecha bajo riego y bajo el índice riego-sequía, respectivamente en el compuesto de maíz Calera-74, después del primer ciclo de selección mazorca por surco modificada para la tolerancia a sequía en dicha población.

Márquez (1986) citado por De León, (1987) menciona que no siempre es posible o recomendable la formación de híbridos para los diferentes estratos geográficos y sociales en los que se divide el país y productores respectivamente, aún sabiendo que las variedades sintéticas y las

variedades mejoradas muestran por su misma constitución un menor potencial de rendimiento que los híbridos, no dejan de ser una alternativa para incrementar los promedios de rendimiento en ambientes de temporal y poca tecnificación, estratos que contienen la mayor superficie dedicada al cultivo del maíz en México. También dice que la obtención de materiales mejorados superiores, llámense híbridos, variedades sintéticas o mejoradas depende grandemente de la aptitud combinatoria que posean los individuos incluidos en el material seleccionado.

García, *et al* (1999) menciona que la selección de familias de hermanos completos (FHC) es uno de los métodos de mejoramiento intrapoblacional de mayor eficiencia y efectividad apoyando de la misma manera a lo dicho por Hallauer, (1992). Sin embargo, requiere de un gran número de polinizaciones manuales, lo que implica gran cantidad de trabajo y materiales de polinización. Quizás, esta sea la razón principal por la que este esquema no ha sido usado tan frecuentemente como los métodos de selección masal (SM), familias de medios hermanos (FMH) y progenies endocriadas (PE). También dice que teóricamente, las ganancias en la selección serían mayores con el uso de FHC, que con los esquemas de FMH. No obstante, los resultados experimentales para diversas poblaciones de maíz (García, 1995) indican que los avances obtenidos con ambos métodos son similares. De acuerdo a Paterniani (1990), las comparaciones críticas entre ambos esquemas son difíciles de obtener y no están disponibles en la literatura.

Russell y Vega, (1972) citados por Aguilar (1982), evaluaron cinco ciclos de selección recurrente en dos poblaciones, las cuales fueron una variedad de polinización libre. El criterio principal de la selección fue el rendimiento de grano y la intensidad de selección fue de 10-13 por ciento en cada ciclo, se seleccionaron 10 líneas  $S_i$  en cada ciclo y se recombinaron para dar lugar a una nueva población en cada población. En todos los tipos de población usados para evaluar la respuesta de selección, la ganancia por ciclo fue significativa.

Castillo, (1986) reportó que con la selección mazorca por surco obtuvieron ganancias genéticas para rendimiento de 7.2 por ciento por ciclo de selección dada por el coeficiente de regresión lineal conjunto de las seis localidades de prueba, con lo cual incrementaron el rendimiento en 128.54 kg/ha por cada ciclo de selección.

Smith (1979), citado por Carrasco (1984), evaluó la selección recurrente de familias de medios hermanos y líneas  $S_i$  en la población BSK, siguiendo el modelo del dialélico modificado; en sus resultados argumenta que la frecuencia de alelos para efectos aditivos, se incrementó y fue más efectiva para familias de medios hermanos que para líneas  $S_i$ .

Brauer (1978), citado por Becerra (1987), menciona que la selección recurrente de líneas  $S_i$  tiene las ventajas de incrementar la frecuencia de genes favorables en una población, permitiendo el mejoramiento de la

misma y de identificar de una forma rápida y eficaz los genotipos superiores que existen dentro de una población.

Stephen y Crane (1976), citados por Gastelum (1987), evaluaron la efectividad de la selección recurrente en el mejoramiento poblacional para incrementar la consistencia del tallo y su relación con el acame y otras características de la planta. Así, el acame de tallo disminuyó de 24.2 a 20.7 por ciento después de dos ciclos de selección, aunque el rendimiento también disminuyó de 64.3 a 50.9 quintales por hectárea.

Mariaca (1991), reportó un incremento en rendimiento de 4.7 por ciento por ciclo, y una reducción de 6.3 por ciento de acame de raíz, 8.2 por ciento en mazorcas podridas, 19.2 por ciento de mala cobertura y 14.8 por ciento en mazorcas con *Fusarium*, lo que demuestra la efectividad de la selección recurrente de familias de hermanos completos con pedigrí.

El Programa Regional de Maíz para Centroamérica y El Caribe, integrado con CIMMYT, está desarrollando un Proyecto de Mejoramiento Genético de Maíz para generar y liberar variedades sintéticas adaptadas a condiciones de humedad limitada y con comportamiento agronómico superior a las que siembran los agricultores de las áreas marginales de estas zonas. El mejoramiento genotécnico usado, es selección recurrente de líneas  $S_2$  en la población TS6 x BS19. En 1995 se completó el cuarto ciclo de selección en donde la media de rendimiento de la variedad experimental superó a la media de la población en 2.33 t/ha de grano (Brizuela, 1997).

001565

**Correlación.**

Jugenheimer, (1981) correlacionó 28 caracteres de planta y mazorca en 145 líneas puras de maíz. Muchas de las correlaciones fueron estadísticamente significativas y deben tener valor predictivo en la selección, si bien debe tenerse cuidado al juzgar el valor de una correlación significativa pero débil.

Stuber, *et al* (1966) citado por Jugenheimer (1981) dieron a conocer una asociación genética entre la altura de la espiga, días a espigamiento y altura de mazorca. De igual manera Partil, *et al* (1969) encontraron una correlación significativa y positiva entre la altura y el rendimiento.

Horner, *et al* (1963) citado por Jugenheimer, (1981) informaron de una reducción de 16.4 kg/ha del rendimiento por cada centímetro de reducción de la altura de la mazorca. Hallauer y Sears (1969) encontraron que la altura de la mazorca se incrementaba con la selección para rendimiento. Acosta y Crane, (1972) redujeron la altura de la mazorca aproximadamente 24% en subpoblaciones seleccionadas durante cuatro ciclos. Las subpoblaciones seleccionadas rindieron progresivamente menos que el testigo en cada ciclo adicional de selección.

Aguilar, (1982) observó que la altura de planta y la altura de mazorca, son variables que están correlacionadas con días a floración, mostrando una mayor altura en promedio en la localidad Ocotlan, explicable en base al ciclo

vegetativo un poco tardío por condiciones ambientales más favorables, principalmente por una menor competencia de nutrientes.

Almaguer (1990) en un complejo cristalino, encontró valores positivos de correlación genética entre rendimiento y los caracteres: días a floración masculina, altura de planta, altura de mazorca, acame de raíz y mazorcas podridas; y asociaciones genéticas negativas entre el rendimiento y los caracteres: acame de tallo y fusarium, en tanto que el carácter mala cobertura observo una nula asociación con el rendimiento. Respecto a las correlaciones fenotípicas encontró valores positivos y altamente significativos entre el rendimiento y las variables: días a flor masculina, altura de planta y de mazorca mientras que fusarium estuvo correlacionado con el rendimiento en forma negativa y altamente significativa.

Ella misma en un complejo dentado encontró correlaciones genéticas positivas de rendimiento con días a flor masculina, altura de planta y de mazorca, acame de raíz y mala cobertura; y asociaciones genéticas negativas entre rendimiento y acame de tallo, mazorcas podridas y fusarium. En las correlaciones fenotípicas se observan valores positivos y altamente significativos del rendimiento con días a flor masculina, altura de planta y de mazorca, y una correlación fenotípica negativa y altamente significativa con acame de tallo, mazorcas podridas y fusarium.

Vaquera, (1990) encontró coeficientes de correlación arriba de 50% en las características de apariencia general con apariencia de antesis,

aparición general con enfermedad, aparición de antesis con enfermedad y altura de mazorcas con número de hojas, siendo todas estas altamente significativas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Primer ciclo:** Formación de familias de medios hermanos.

### **Área de estudio.**

El presente experimento se estableció en el año de 2001, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna, la cual se encuentra ubicada en Torreón Coahuila, Periférico y carretera a Santa Fe, entre los paralelos 25° 30' de latitud Norte y los meridianos 103° 32' de longitud Oeste y tiene una altura sobre el nivel del mar de 1120 metros.

### **Material Genético.**

La selección del material que se utilizó para llevar a cabo el experimento partió de cinco poblaciones de amplia base genética, las cuales fueron: AN-288, AN-430-PL, Anexpo-2, Anexpo-1 y Tlahua-100, cada población se sembró antes de este experimento con cinco repeticiones y de cada repetición se seleccionaron únicamente diez plantas de tal manera que de las 25 parcelas del experimento, se obtuvieron 250 plantas; las mazorcas cosechadas de estas plantas se desgranaron manualmente de manera individual colocando la semilla en una bolsa de papel identificándola con un

marcador permanente, después se seleccionó la semilla de las mejores plantas cosechadas que se utilizará para la formación de familias de medios hermanos, la selección se realizó tomando en cuenta el rendimiento de cada mazorca, la sanidad del grano y el peso unitario. De cada repetición se seleccionó la semilla de las mejores 4 ó 5 plantas. Primero se pesó la semilla de cada una de las plantas con una balanza de precisión (granataria) para identificar las bolsas con los mejores rendimientos de cada repetición, una vez identificadas las 4 ó 5 bolsas con mayor rendimiento lo siguiente fue revisar que la semilla se encuentre en buen estado, es decir, que este sana, en caso de que la semilla de una o más de las bolsas seleccionadas se encontrara dañada, esta será desechada y se sustituye con una de las bolsas que no fueron seleccionadas al principio, dándole prioridad a las que pesen más, se podrán sustituir tantas bolsas como sean necesarias, quedando seleccionadas un mínimo de cuatro bolsas y un máximo de cinco en cada repetición.

Por último se determinó el peso unitario de las bolsas seleccionadas, para esto se contaron 100 granos y se pesaron, este dato permite saber la cantidad de semillas que hay en un kilo, equivalente al peso de 1000 granos, al final quedaron seleccionadas un total de 109 bolsas. Con esta semilla se formó un compuesto balanceado para siembra en campo donde se estableció el experimento.

## **Siembra.**

Para la siembra se utilizaron sembradoras manuales de tipo bastón, esta se realizó el día 13 de marzo del año 2001 cuando el terreno estuvo lo suficientemente manejable después del riego de aniego para permitir la entrada de las sembradoras sin ningún problema, es decir, lo que comúnmente es llamado por los agricultores como tierra venida, el tiempo para determinar este estado del terreno es cuando al tomar un puñado de tierra se forma una especie de bolillo pero este no queda adherido a la mano.

El terreno que se utilizó para el experimento fue un área de aproximadamente 600 m<sup>2</sup> con una distancia entre surcos de un metro y 25 cm entre plantas. Para asegurar que la densidad de plantas fuera la requerida, cada 25 cm se depositaban en el surco dos o tres semillas, de esta manera se tenía una garantía de que al menos una de ellas naciera teniendo así uniformidad en la siembra, después, cuando las plantas alcanzaron 30 o 40 cm de altura a los 20 días aproximadamente después de la siembra se eliminó el exceso de plantas dejando una sola cada 25 cm a lo largo de cada surco con la finalidad de que todas las plantas tuvieran igual grado de competencia.

**Riegos.**

El sistema de riego que se utilizó fue por gravedad, el agua fue transportada hasta el terreno de cultivo a través de una red de tubería subterránea donde estaban conectados unos hidrantes para extraer el agua, para esto se utilizaron unos capuchones con una llave de paso en la parte superior y una salida de agua donde se conectaban los tubos que se utilizaron para conducir el agua hasta el terreno de cultivo.

Además del riego de presembrado se dieron cinco riegos de auxilio durante el ciclo de cultivo, los riegos se hicieron tratando de cubrir todos los periodos críticos de las plantas, para obtener la mejor expresión de la planta, aplicándose de la siguiente manera: 0, 24, 47, 66,80 y 95 días después de la siembra.

**Fertilización.**

Se aplicó una dosis de fertilización de 180-80-0 en una sola aplicación a los 45 días después de la siembra, la aplicación se hizo en bandas depositando el fertilizante en medio de los surcos y después se pasó una cultivadora para que dispersara el fertilizante hacia los surcos adyacentes al mismo tiempo que lo cubría con tierra para evitar que los nutrientes se evaporaran debido a la acción de los rayos del sol para que fueran asimilados por las raíces de las plantas al aplicar el riego. El fertilizante se aplicó en forma manual utilizando una cubeta de plástico para depositar el

fertilizante y de ahí aplicarlo al suelo tratando que no cayera en el cogollo o en las hojas de las plantas para evitar causar quemaduras en estas.

### **Control de malas hierbas.**

El control de malas hierbas se llevo a cabo manualmente utilizando un azadón para evitar que el crecimiento del cultivo se viera restringido debido a la competencia causada por las malas hierbas, al mismo tiempo que se facilitaba el avance del agua al aplicar los riegos, ya que las malas hierbas representan también una obstrucción para el paso del agua. Se realizaron varios deshierbes a lo largo del ciclo de cultivo cuando se creía conveniente para mantener el lote libre de malas hierbas, estos se realizaron a los 20, 43, 65 y 80 días después de la siembra.

### **Selección de familias.**

La primera selección se realizó a los 70 días después de la siembra, para entonces las plantas empezaban a espigar y algunas ya se hacían notar por su precocidad. El número de plantas que se seleccionó fue alrededor de 500 y para identificarlas se colocaron etiquetas de papel, las cuales se unieron a las plantas utilizando una engrapadora manual. Se tuvo mucho cuidado en seleccionar sólo aquellas plantas que tuvieran competencia completa, es decir, solo aquellas plantas donde no había ninguna planta faltante a su alrededor. Para la selección se omitieron los surcos de las orillas para evitar seleccionar plantas favorecidas por la falta

de competencia. Para la identificación de las plantas en la primera selección se utilizaron etiquetas de color amarillo, las características que se tomaron en cuenta fueron:

- Precocidad.
- Grosor de tallo.
- Ancho de hojas.
- Sanidad de planta.
- Altura de planta.
- Competencia completa.

Se hizo una segunda selección 20 días después de la primera, para esta ocasión se utilizaron etiquetas de color azul para diferenciarlas de las primeras. Para entonces las plantas se encontraban en estado de elote, muchas de las plantas que ya habían sido seleccionadas anteriormente, se seleccionaron de nuevo debido a la buena apariencia de elotes observadas en ellas, pero algunas de ellas tuvieron que ser eliminadas porque el tamaño de elote no era el adecuado, presencia de hongos, acame de algunas plantas o presencia de brácteas en el elote. Así mismo, algunas plantas que no habían sido seleccionadas se les colocó la segunda etiqueta porque aunque no sobresalieron en la primera selección, en esta ocasión sí sobresalieron por el tamaño del elote. Para esta segunda selección se tomaron en cuenta algunas características como:

- Tamaño de elote.

- Grosor de elote.
- Cobertura de hojas.
- Sanidad.
- Presencia de brácteas.

La tercera y última selección se hizo al momento de la cosecha a los 145 días después de la siembra, en esta ocasión no se colocaron etiquetas, pues las mazorcas que eran seleccionadas se cosechaban y de esta manera se evito poner la tercera etiqueta, algunas de las plantas que tenían la etiqueta anterior, incluso algunas que tenían dos etiquetas tuvieron que ser desechadas debido a la presencia de hongos o al acame de plantas. Cualquier mazorca que tuviera buen tamaño podía ser cosechada aunque no tuviera ninguna etiqueta, siempre y cuando tuviera competencia completa.

De la misma manera algunas plantas que no tenían ninguna etiqueta fueron seleccionadas por lo que tuvieron que ser cosechadas, esto no quiere decir que durante la segunda selección el elote que tenia la planta era de tamaño pequeño sino que por distracción o alguna otra razón al pasar colocando las etiquetas, estas plantas pasaron inadvertidas.

En esta ocasión al hacer la selección se buscaba que las plantas tuvieran una mazorca sana y de buen tamaño.

## **Cosecha y selección de mazorcas.**

En la tercera selección se cosecharon 484 mazorcas, cada mazorca se colocó en una bolsa de papel para ser llevadas al laboratorio donde se eliminaron aquellas que contaban con características no deseadas como malformaciones, granos dañados, mala cobertura de granos, mezcla de colores en el grano, pocas hileras, granos pequeños, punta delgada, etc.

Se seleccionaron 286 mazorcas, estas mazorcas se desgranaron de manera individual en una bolsa de papel y se identificaron con un marcador permanente, cada una de las bolsas representará una familia de medios hermanos para evaluarse en el siguiente ciclo de cultivo y observar su comportamiento con relación a las demás familias.

Parte de la semilla de las mazorcas seleccionadas se utilizó para establecer el lote de evaluación de familias de medios hermanos, la semilla restante se identificó y se guardó en la bodega ya que se utilizará cuando se determinen las mejores familias para formar de nuevo un lote heterogéneo de donde se volverán a seleccionar familias de medios hermanos, el resto de la semilla que no sea seleccionada se desechará. La semilla que resulte del lote de evaluación se desechará pues de aquí solo interesan los datos que se van a tomar para analizarlos pues este lote no es para producir semilla sino para evaluar la que se sembró.

**Segundo ciclo:** Evaluación de familias.**Área de estudio.**

Se estableció una sola localidad en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna, la cual se encuentra ubicada en Torreón Coahuila, Periférico y carretera a Santa Fe, entre los paralelos 25° 30' de latitud Norte y los meridianos 103° 32' de longitud Oeste y tiene una altura sobre el nivel del mar de 1120 metros.

**Material genético.**

El material genético que se utilizó provenía de la semilla de las 286 plantas seleccionadas del ciclo de cultivo anterior, cada una de las plantas constituyó una familia.

**Siembra.**

Se realizó el día 25 de agosto pero en esta ocasión se realizó con el terreno seco y se aplicó el primer riego inmediatamente después de la siembra. Para realizarla, al igual que en el primer ciclo se utilizaron sembradoras manuales de tipo bastón. Las 286 familias se establecieron en camas de doble surco con una distancia entre camas de 1.5 m, el tamaño de parcelas fue de 1.5 m con una separación entre parcelas de 0.5 m, la

distancia entre plantas fue de 15 cm. Las 286 familias se dividieron en 13 grupos con 22 familias dentro de grupo.

Para asegurar que la densidad de siembra fuera uniforme cada 15 cm se depositaban con la sembradora 2 o 3 semillas para que al menos una de ellas naciera y después se eliminó el exceso de plantas a los 25 días después de la siembra para que las plantas no tuvieran competencia excesiva.

### **Riegos.**

En el segundo ciclo el agua se aplicó en el cultivo utilizando un sistema de riego por goteo, cada una de las cintillas se colocó a una profundidad de 30 cm en el centro de las camas de manera que cuando se realizó la siembra la cintilla quedó en medio de los surcos. El agua de riego fue impulsada a través de la tubería por medio de una bomba de riego eléctrica hasta llegar al campo de cultivo donde estaba situada una llave de paso que permite el paso del agua cuando se desea aplicar los riegos, esta misma llave sirve para regular la presión del agua que ingresa a las cintillas.

Los riegos se efectuaron cada vez que se consideraba que el cultivo lo necesitaba con un promedio de una vez por semana aproximadamente.

**Fertilización.**

La fertilización se realizó de la misma manera que en el ciclo anterior con una dosis de 180-80-0, pero en esta ocasión se hicieron dos aplicaciones, la primera se llevo a cabo a los 27 días después de establecido el cultivo, y la segunda 20 días después, en la primera se aplico la mitad del nitrógeno junto con todo el fósforo y en la segunda la otra mitad del nitrógeno.

**Control de malas hierbas.**

Para mantener libre de malezas el terreno se deshierbo manualmente utilizando un azadón, esta actividad se realizo en repetidas ocasiones cuando se considero que la incidencia de malas hierbas podía restringir el crecimiento del cultivo.

**Parámetros a medir.**

Para determinar cuales fueron las mejores familias del experimento, en este ciclo de cultivo se tomaron en cuenta las siguientes características: días a floración, altura de planta, altura de mazorca, número de hojas y el rendimiento.

**Toma de datos.**

Se tomaron datos de cada una de las características a evaluar, en cada parcela y por familia, con dos muestreos que se transformaron en repeticiones para usar el diseño de bloques al azar con dos repeticiones.

**Días a floración.**

Para obtener la fecha de floración de cada familia se tomó en cuenta la floración general de las plantas. Cuando empezaron a aparecer las primeras espigas se recorrió el terreno todos los días y se tomó como fecha de floración cuando el 50% del polen de cada familia estaba viable, esto coincidió en algunas familias con que algunas flores femeninas ya estaban receptivas. Para contar con las dos repeticiones se calculó la media general de todas las familias y este dato se tomó como la segunda repetición en cada una de ellas.

**Altura de planta.**

Con una regla de madera de 3 metros de longitud se midieron 3 plantas en cada repetición dentro de cada familia.

**Altura de mazorca.**

Este dato se tomó al mismo tiempo que la altura de plantas con la regla de madera, de manera que las plantas utilizadas fueron las mismas para las dos características.

**Número de hojas.**

Se tomo al mismo tiempo que las dos características anteriores y las plantas utilizadas fueron las mismas en los tres casos. Para saber el número real de hojas de cada planta se contaron los entrenudos de las mismas ya que cada uno de estos corresponde a una hoja.

**Rendimiento.**

Para calcular esta característica fue necesario hacer algunos ajustes ya que la cosecha se realizó cuando las mazorcas aún estaban en estado masoso. Después que se midieron las características anteriores, de las tres plantas utilizadas en cada repetición se cosecharon las mazorcas y se pusieron juntos en una bolsa de papel identificada con el número y la repetición a que pertenecía. Estas mazorcas se pusieron a secar para después calcular el rendimiento en kilos de mazorca por hectárea utilizando una regla de tres simple para el calculo.

## **Análisis estadístico.**

Para realizar los análisis se utilizó el sistema SAS, para los análisis se hizo necesario modificar el número de familias dentro de grupos debido a que algunas familias de las establecidas en el lote de evaluación se eliminaron porque las plantas de dichas familias carecían de mazorcas. De esta manera, el número de grupos aumento de 13 a 16 y el número de familias dentro de grupo se redujo de 22 a 16, quedando un total de 256 familias. Una vez hechos estos ajustes se realizó el análisis utilizando el programa antes mencionado. Para las correlaciones se utilizo el programa de Emilio Olivares de la Universidad de Nuevo León.

### **Modelo estadístico:**

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + R_j + G_k + (RG)_{jk} + \Sigma_{ijk}$$

Para:  $i = 1,2 \dots$  familias

$j = 1,2 \dots$  repeticiones

$k = 1,2 \dots$  grupos

Donde:

$\mu$  = Media general.

$F_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima familia en repeticiones y grupos.

$R_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima repetición.

$(RG)_{jk}$  = Efecto de la  $j$ -ésima repetición en el  $k$ -ésimo grupo.

$\Sigma_{ijk}$  = Es el efecto del error.

Cuadro A 1. Suma de cuadrados del análisis del varianza.

F. V.	G L	S. C.
GRUPOS	g-1	$\frac{\sum Y_{..k}^2}{r} - \frac{Y_{...}^2}{rfg}$
REP.	r-1	$\frac{\sum Y_{.j.}^2}{fg} - \frac{Y_{...}^2}{rfg}$
FAM(GRUPOS)	(f-1)g	$\frac{\sum \sum Y_{i.k}^2}{r} - \frac{\sum Y_{..k}^2}{fr}$
REP*GRUPOS	(r-1)(g-1)	$\frac{\sum \sum Y_{i.jk}^2}{f} - \frac{\sum Y_{.j.}^2}{fg} - \frac{\sum Y_{..k}^2}{fr} + \frac{Y_{...}^2}{rfg}$
ERROR	(r-1)(f-1)g	$\sum \sum \sum Y_{ijk}^2 - \frac{\sum \sum Y_{.jk}^2}{f} - \frac{\sum \sum Y_{i.k}^2}{r} + \frac{\sum Y_{..k}^2}{fr}$
TOTAL	rfg-1	$\sum \sum \sum Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{rfg}$

F. V. = Fuente de variación

G L = Grados de libertad

S. C. = Suma de cuadrados

REP. = Repeticiones

FAM(GRUPOS) = Familias dentro de grupos

REP\*GRUPOS = Repeticiones por grupo

g = Grupos

r = Repeticiones

f = Familias

Cuadro A 2. Cuadrados medios y F calculada del análisis de varianza.

F. V.	C. M.	F. c.
GRUPOS	<u>S. C. GRUPOS</u> G. L. GRUPOS	<u>C. M. GRUPOS</u> C. M. ERROR
REP.	<u>S. C. REP.</u> G. L. REP.	<u>C. M. REP.</u> C. M. ERROR
FAM(GRUPOS)	<u>S. C. FAM(GRUPOS)</u> G. L. FAM(GRUPOS)	<u>C. M. FAM(GRUPOS)</u> C. M. ERROR
REP*GRUPOS	<u>S. C. REP*GRUPOS</u> G. L. REP*GRUPOS	<u>C. M. REP*GRUPOS</u> C. M. ERROR
ERROR	<u>S. C. ERROR</u> G. L. ERROR	

---

 TOTAL

F. V. = Fuente de variación

C. M. = Cuadrados medios

F. c. F calculada

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Altura de planta.

La información arrojada por el análisis estadístico indica que los datos para la característica de altura de planta son confiables pues el coeficiente de variación fue de 6.03%, siendo éste un valor que esta dentro de lo aceptable es decir, que no hubo mucha variación entre las familias de medios hermanos evaluadas en el experimento. Aunque los valores fueron desde 1.3 hasta 2.5 metros de altura, se tuvo una media de 1.94 metros, lo que indica que fueron pocas las familias donde se observaron valores extremosos, y puesto que se pretende incrementar el rendimiento de grano y no de forraje, esta es una media aceptable.

En el Cuadro 1 se puede observar una diferencia significativa en las repeticiones, mientras que en los grupos y en las familias dentro de grupos las diferencias fueron altamente significativas, pero no en las repeticiones por grupo donde se observo una diferencia no significativa. De lo anterior se entiende que algunas familias se comportaron un poco diferente entre una repetición y otra, sin embargo, entre los grupos no hubo diferencia significativa para las repeticiones. Por otra parte, nos podemos dar cuenta que los grupos fueron muy diferentes entre sí, al igual que las familias que se encuentran dentro de cada grupo.

En el Cuadro 2 se encuentra la comparación de las medias de cada grupo aquí se puede observar que dichas medias expresan un comportamiento diferente con respecto a la característica de altura de planta. Para la comparación de estas medias se utilizó un nivel de significancia de 0.05, y la diferencia mínima significativa para estas medias fue de 0.1223. A lo bajo de este valor se debe que las medias de los grupos fueron tan diferentes entre sí. En el Cuadro 2 se observa que aparentemente los mejores grupos son el número 6, 12 y 13 por ser estos los que más se acercan a la media general pero en realidad los grupos con más familias seleccionadas fueron el 5, el 6, el 12, el 13 y el 16, como se observa en el Cuadro 3.

Se aplicó una presión de selección del 10% por lo que únicamente 25 familias de las 256 evaluadas entrarán en la recombinación de familias que se sembrarán en el siguiente ciclo. Analizando el Cuadro 3 se puede apreciar que existe diferencia entre las 256 familias evaluadas aunque las 25 medias que se pusieron en el cuadro sean iguales. La razón por la que estas medias son iguales es porque se tomaron las mejores, para esto se consideró que las mejores familias son aquellas que tienen un valor aproximado al de la media general de todas las familias del experimento.

Cuadro 1. Análisis de varianza de la altura de planta.

F. V.	G L	S. C.	C. M.	F. c.	Pr > F
GRUPOS	15	13.89	0.92	67.51	0.0001 **
REP.	1	0.08	0.08	5.84	0.0164 *
FAM(GRUPOS)	240	14.79	0.06	4.49	0.0001 **
REP*GRUPOS	15	0.16	0.01	0.82	0.6537 NS
ERROR	240	3.29	0.01		
TOTAL	511	32.23			

MEDIA GENERAL = 1.94

C. V. = 6.03

F. V. = Factor de variación

G L = Grados de libertad

S. C. = Suma de cuadrados

C. M. = Cuadrados medios

F. c. = F calculada

Pr > F = Proporción con respecto a F (significancia)

REP. = Repeticiones

FAM(GRUPOS) = Familias dentro de grupos

REP\*GRUPOS = Repeticiones por grupo

\* = Diferencia significativa al 5%

\*\* = Diferencia altamente significativa al 1%

NS = No significativo

C. V. = Coeficiente de variación

Cuadro 2. Prueba de la DMS para altura de planta de los 16 grupos de la población de maíz UAAAN U-L 2001.

OBS	GRUPO	MEDIA	SIGNIFICANCIA (0.05)
1	2	2.14	A
2	1	2.14	A
3	7	2.11	AB
4	3	2.11	AB
5	14	2.08	AB
6	5	2.05	AB
7	4	2.04	AB
8	6	2.01	ABC
9	12	1.91	CD
10	13	1.90	CD
11	15	1.86	DE
12	16	1.77	EF
13	8	1.77	EF
14	11	1.76	EF
15	9	1.72	FG
16	10	1.63	G

DMS = 0.1223

DMS = Diferencia mínima significativa.

Cuadro 3. Prueba de la DMS de las mejores 25 familias de medios hermanos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 en base a la característica de altura de planta.

OBS	GRUPO	FAMILIA	GENEALOGÍA	MEDIA	SIGNIFICANCIA (0.05)
1	16	9	FMH-279	1.98	ABCD
2	9	8	FMH-163	1.98	ABCD
3	6	7	FMH-94	1.97	ABCD
4	12	12	FMH-217	1.97	ABCD
5	13	2	FMH-224	1.97	ABCD
6	13	15	FMH-237	1.97	ABCD
7	6	13	FMH-100	1.96	ABCD
8	2	13	FMH-30	1.96	ABCD
9	8	2	FMH-140	1.96	ABCD
10	12	14	FMH-219	1.95	ABCD
11	8	6	FMH-145	1.95	ABCD
12	12	5	FMH-210	1.95	ABCD
13	7	16	FMH-137	1.95	ABCD
14	16	3	FMH-273	1.94	BCD
15	14	9	FMH-247	1.94	BCD
16	15	15	FMH-269	1.94	BCD
17	4	9	FMH-59	1.94	BCD
18	7	1	FMH-112	1.94	BCD
19	5	11	FMH-80	1.94	BCD
20	13	8	FMH-230	1.94	BCD
21	14	6	FMH-244	1.94	BCD
22	16	15	FMH-285	1.94	BCD
23	6	16	FMH-111	1.93	CD
24	5	5	FMH-73	1.93	CD
25	5	15	FMH-86	1.92	D

DMS = 0.2296

OBS = Es el número observado en el cuadro a manera de lista

GRUPO = Es el número del grupo en el experimento

FAMILIA = Es el número que se le da a la familia dentro del grupo a que pertenece

GENEALOGÍA = Es el nombre que se le da a cada tratamiento para identificarlo

FMH = Familia de Medios Hermanos

DMS = Diferencia Mínima Significativa

Cuando se hace selección tomando en cuenta la altura de planta de una población, se debe tener mucho cuidado puesto que esta característica se encuentra relacionada con el rendimiento. Stuber *et al* (1966) encontraron

una correlación significativa y positiva entre la altura y el rendimiento. Aunque en los resultados del presente experimento se observa que las familias seleccionadas en altura de planta y rendimiento (Cuadro 16) no son las mismas, en el análisis de correlación (Cuadro 17) se puede observar un coeficiente de correlación positivo de 0.9011 entre estas dos características. También Almaguer (1990) observó en dos poblaciones de maíz que la característica de altura de planta se correlaciona con el rendimiento y otras características genéticas y fenotípicas.

### **Altura de mazorca.**

En el Cuadro 4 se encuentra el análisis estadístico de la característica de altura de mazorca, donde se observan diferencias altamente significativas para los grupos, repeticiones y familias dentro de grupos, mientras que en las repeticiones por grupo no hay diferencia significativa. Es decir, que todos los grupos se comportaron de manera diferente, así mismo, también cada familia fue diferente entre sí y al repetir el experimento se observaron valores diferentes entre las repeticiones de cada familia. Los resultados obtenidos expresan que los grupos se comportaron igual en ambas repeticiones, es decir la interacción entre estos dos factores no pudo ser expresada.

Al igual que en la altura de planta, se obtuvo la media de cada grupo para la altura de mazorca, estas medias se compararon entre sí con una DMS de 0.0972. En el Cuadro 5 se encuentran estas medias y en él se pueden observar las diferencias existentes entre los grupos del experimento.

De acuerdo con el criterio de selección de familias aplicado para esta característica, es decir, el de seleccionar aquellas familias que más se acercan al valor de la media general, el grupo número 12 es el que más se acerca a dicho valor, por lo que podría suponerse que este grupo es el mejor, sin embargo, la selección se realizó de manera individual para cada familia y no por grupos es por eso que se seleccionaron familias de diferentes grupos, aún de aquellos donde la media del grupo es muy diferente de la media general. En el Cuadro 6 se observa que el grupo del cual se seleccionaron mayor número de familias fue el número cinco, seguido del número uno y el seis.

En el Cuadro 6 se encuentran las mejores familias de medios hermanos que se consideraron para la característica de altura de mazorca. Analizándolo se puede dar cuenta que no existe diferencia entre estas medias de acuerdo con la DMS obtenida que en este caso tuvo un valor de 0.1795, la homogeneidad presentada por las familias del cuadro 6 es debida a que se seleccionaron las 25 que más se acercaran a la media general obtenida para esta característica, pero entre las 256 familias del experimento si existe diferencia en la altura de mazorca.

Cuadro 4. Análisis de varianza de la altura de mazorca.

F. V.	g L	S. C.	C. M.	F. c.	Pr > F
GRUPOS	15	6.5	0.43	51.74	0.0001 **
REP.	1	0.06	0.06	8.31	0.0043 **
FAM(GRUPOS)	240	9.3	0.03	4.65	0.0001 **
REP*GRUPOS	15	0.15	1.01	1.26	0.2263 NS
ERROR	240	2.01	0.008		
TOTAL	511	18.1			

MEDIA GENERAL = 1.10

C. V. = 8.31

Cuadro 5. Prueba de la DMS para altura de mazorca de los 16 grupos de la población de maíz UAAAN U-L 2001.

OBS	GRUPO	MEDIA	SIGNIFICANCIA (0.05)
1	2	1.27	A
2	7	1.25	AB
3	1	1.22	ABC
4	3	1.22	ABC
5	5	1.17	ABCD
6	14	1.16	BCD
7	4	1.15	BCD
8	6	1.15	CD
9	12	1.08	DE
10	13	1.03	EF
11	8	1.03	EFG
12	15	1.02	EFG
13	11	0.98	FG
14	10	0.95	FG
15	16	0.94	G
16	9	0.93	G

DMS = 0.0972

Cuadro 6. Prueba de la DMS de las mejores 25 familias de medios hermanos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 en base a la característica de altura de mazorca.

OBS	GRUPO	FAMILIA	GENEALOGÍA	MEDIA	SIGNIFICANCIA (0.05)
1	6	5	FMH-92	1.12	ABCD
2	1	12	FMH-12	1.12	ABCD
3	3	4	FMH-37	1.12	ABCD
4	11	16	FMH-205	1.12	ABCD
5	11	5	FMH-193	1.12	ABCD
6	2	5	FMH-22	1.12	ABCD
7	5	12	FMH-82	1.12	ABCD
8	9	14	FMH-169	1.12	ABCD
9	13	3	FMH-225	1.12	ABCD
10	15	3	FMH-257	1.11	BCD
11	12	9	FMH-214	1.11	BCD
12	1	9	FMH-9	1.11	BCD
13	5	10	FMH-79	1.11	BCD
14	14	12	FMH-250	1.11	BCD
15	5	16	FMH-87	1.10	CD
16	10	7	FMH-179	1.10	CD
17	4	8	FMH-58	1.10	CD
18	5	5	FMH-73	1.10	CD
19	16	15	FMH-285	1.10	CD
20	1	1	FMH-1	1.10	CD
21	5	11	FMH-98	1.10	CD
22	6	2	FMH-69	1.09	D
23	13	11	FMH-233	1.09	D
24	8	4	FMH-143	1.09	D
25	6	13	FMH-100	1.09	D

DMS = 0.1795

Aguilar (1982) observo que la altura de la mazorca se encuentra relacionada con la altura de planta y los días a floración, aunque no menciona si esta relación es positiva o negativa, en este trabajo se puede ver que ambas correlaciones son positivas y altamente significativas (Cuadro 17). Almaguer (1990) encontró correlaciones genéticas y fenotípicas positivas en dos poblaciones de maíz entre el rendimiento y la altura de mazorca. Vaquera (1990) encontró valores de correlación positivos arriba del

50% entre la altura de mazorca y el número de hojas, sin embargo, los resultados obtenidos en este experimento indican que esta relación es negativa y altamente significativa (Cuadro 17). Horner *et al* (1963); Hallauer y Sears (1969); Acosta y Crane (1972), encontraron valores positivos de correlación entre el rendimiento y la altura de mazorca.

### **Número de hojas.**

El número de hojas óptimo que se tomara para este experimento es el de la media general, por lo que el diez por ciento de las familias seleccionadas serán las que se encuentren alrededor de este valor. En el Cuadro 7 se encuentra el análisis de varianza que corresponde a esta característica. Aquí se observan diferencias altamente significativas entre grupos y en las familias dentro de grupo, mientras que en las repeticiones y las repeticiones por grupos las diferencias encontradas no fueron significativas, lo que indica que los tratamientos son diferentes en esta característica y se comportan igual en ambas repeticiones.

La comparación de medias de los grupos que se encuentra en el Cuadro 8 indica que estadísticamente algunas medias son diferentes entre sí, pero al analizar los resultados nos damos cuenta que en realidad no hay diferencia entre ellas. La diferencia observada radica en los números decimales de los valores dados, pero al tratarse de la característica de número de hojas se pone atención solo a los valores enteros y se puede decir que las medias de los grupos son iguales puesto que todas ellas se

encuentran alrededor de 13 hojas. En el Cuadro 9 se pusieron las 25 medias más cercanas a la media general aunque en realidad los resultados indican que no existe diferencia entre las 256 medias observadas en el experimento.

Cuadro 7. Análisis de varianza del número de hojas.

F. V.	GL	S. C.	C. M.	F. c.	Pr > F
GRUPOS	15	21.8	1.4	5.16	0.0001 **
REP.	1	0.08	0.08	0.31	0.5801 NS
FAM(GRUPOS)	240	173.3	0.7	2.55	0.0001 **
REP*GRUPOS	15	4.2	0.2	1.01	0.4493 NS
ERROR	240	67.8	0.2		
TOTAL	511	267.4			

MEDIA GENERAL = 13.6

C. V. = 3.9

Cuadro 8. Prueba de la DMS para el número de hojas de los 16 grupos de la población de maíz UAAAN U-L 2001

OBS	GRUPO	MEDIA	SIGNIFICANCIA (0.05)
1	10	13.97	A
2	7	13.83	AB
3	2	13.77	ABC
4	14	13.74	ABC
5	5	13.74	ABC
6	9	13.69	ABCD
7	6	13.69	ABCD
8	8	13.60	ABCD
9	3	13.59	ABCD
10	12	13.57	ABCD
11	1	13.56	ABCD
12	13	13.55	BCD
13	4	13.51	BCDE
14	11	13.37	CDE
15	15	13.31	DE
16	16	13.09	E

DMS = 0.4185

Cuadro 9. Prueba de la DMS de las mejores 25 familias de medios hermanos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 en base a la característica de número de hojas.

OBS	GRUPO	FAMILIA	GENEALOGÍA	MEDIA	SIGNIFICANCIA (0.05)
1	6	13	FMH-100	13.66	A
2	14	5	FMH-243	13.66	A
3	14	6	FMH-244	13.66	A
4	6	8	FMH-95	13.66	A
5	14	11	FMH-249	13.66	A
6	2	5	FMH-22	13.66	A
7	13	14	FMH-236	13.66	A
8	15	14	FMH-268	13.66	A
9	13	15	FMH-237	13.66	A
10	15	5	FMH-259	13.66	A
11	15	6	FMH-260	13.66	A
12	7	7	FMH-119	13.66	A
13	13	16	FMH-238	13.66	A
14	5	10	FMH-79	13.66	A
15	5	13	FMH-83	13.66	A
16	8	14	FMH-153	13.66	A
17	13	7	FMH-229	13.66	A
18	5	2	FMH-69	13.66	A
19	8	6	FMH-145	13.66	A
20	16	15	FMH-285	13.66	A
21	8	9	FMH-147	13.66	A
22	9	1	FMH-156	13.66	A
23	9	16	FMH-171	13.66	A
24	16	5	FMH-275	13.66	A
25	9	6	FMH-161	13.66	A
DMS = 1.0423					

Vaquera (1990), encontró una correlación altamente significativa y positiva entre el número de hojas y la altura de mazorca, lo cual contrasta con lo encontrado en este experimento ya que aquí se observa una significancia negativa entre estas dos características.

## **Rendimiento.**

Esta característica se tomara como la más importante del experimento, por lo tanto, las familias que tengan los mejores rendimientos serán las que se recombinen para la siembra del siguiente ciclo. Los resultados de rendimiento que aparecen en los cuadros 10, 11 y 12 están dados en kilogramos de mazorca por hectárea.

El coeficiente de variación estimado de 23.79% que aparece en el Cuadro 10, muestra la gran diferencia de rendimiento de las mazorcas del experimento, quizá por el efecto heterogéneo del secado. Aquí se puede observar que tanto los tratamientos como los grupos tienen diferencia altamente significativa. Por otro lado las repeticiones se comportaron igual dentro de familias y dentro de grupos. Aunque la media general tuvo un valor muy bajo, hubo familias que sobrepasaron con mucho este valor, de estas se seleccionaron las mejores para continuar el experimento. Estas familias aparecen en el Cuadro 12 junto con la media de rendimiento.

En el Cuadro 11 aparecen comparadas las medias de todos los grupos y se puede observar en cuales grupos se obtuvieron los mayores rendimientos. Nótese que algunos de los grupos con mayor rendimiento del Cuadro 11 no aparecen seleccionados en el Cuadro 12, esto quiere decir que los rendimientos de las familias de esos grupos fueron homogéneos pero no sobresalientes, mientras que en otros grupos donde el rendimiento no fue tan alto, algunas familias estuvieron muy por encima de la media y

fueron seleccionadas. En el Cuadro 12 se observan las diferencias que existen entre las medias de rendimiento de las familias seleccionadas del experimento, siendo la FMH-48 la mejor estadísticamente, con un valor de 12861.51 Kg. y la de menor rendimiento fue la FMH-43 con 9126.48 Kg.

Cuadro 10. Análisis de varianza del rendimiento

F. V.	g L	S. C.	C. M.	F. c.	Pr > F
GRUPOS	15	215593001.4	14372866.7	5.28	0.0001 **
REP.	1	2607435.8	2607435.8	0.96	0.3289 NS
FAM(GRUPOS)	240	1273112839.8	5304636.8	1.95	0.0001 **
REP*GRUPOS	15	41421929.4	2761461.9	1.01	0.4415 NS
ERROR	240	653767628.6	2724031.7		
TOTAL	511	2186502835.4			

MEDIA GENERAL = 6937.4

C. V. = 23.79

Cuadro 11. Prueba de la DMS para el rendimiento de los 16 grupos de la población de maíz UAAAN-UL- 2001.

OBS	GRUPO	MEDIA	SIGNIFICANCIA (0.05)
1	13	8341.8	A
2	3	7785.6	AB
3	12	7683	ABC
4	5	7221.1	ABCD
5	1	7208.8	ABCD
6	15	7115	BCD
7	4	6981.7	BCD
8	2	6981.7	BCD
9	11	6973.8	BCD
10	14	6918.3	BCDE
11	10	6715.5	BCDEF
12	6	6586.9	CDEF
13	16	6568.5	CDEF
14	9	6331.5	DEF
15	8	5823.2	EF
16	7	5762	F

DMS = 1134.3

Cuadro 12. Prueba de la DMS de las mejores 25 familias de medios hermanos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 en base a la característica de rendimiento.

OBS	GRUPO	FAMILIA	GENEALOGÍA	MEDIA	SIGNIFICANCIA (0.05)
1	3	15	FMH-48	12861.51	A
2	13	8	FMH-230	12097.94	AB
3	13	1	FMH-222	11472.32	ABC
4	11	10	FMH-198	10971.86	ABCD
5	12	9	FMH-214	10956.36	ABCD
6	11	15	FMH-204	10351.80	ABCDE
7	10	14	FMH-186	10179.08	ABCDEF
8	12	11	FMH-216	10080.16	ABCDEFG
9	1	2	FMH-2	10009.30	ABCDEFGH
10	16	5	FMH-275	9826.04	ABCDEFGHI
11	14	8	FMH-246	9817.38	ABCDEFGHI
12	12	1	FMH-206	9780.48	ABCDEFGHIJ
13	3	8	FMH-41	9697.80	ABCDEFGHIJK
14	15	8	FMH-262	9631.37	ABCDEFGHIJK
15	15	16	FMH-270	9566.41	BCDEFGHIJK
16	4	9	FMH-59	9472.66	BCDEFGHIJK
17	13	6	FMH-228	9432.07	BCDEFGHIJK
18	10	1	FMH-172	9364.16	BCDEFGHIJK
19	4	7	FMH-57	9333.16	BCDEFGHIJK
20	13	4	FMH-226	9266.73	BCDEFGHIJK
21	3	13	FMH-46	9243.84	BCDEFGHIJK
22	1	12	FMH-12	9151.58	BCDEFGHIJK
23	3	1	FMH-34	9147.15	BCDEFGHIJK
24	10	12	FMH-184	9141.24	BCDEFGHIJK
25	3	10	FMH-43	9126.48	BCDEFGHIJK

DMS = 3234.9097

Horner et al (1963); Hallauer y Sears (1969); Acosta y Crane (1972), coinciden en que el rendimiento se encuentra relacionado positivamente con la altura de mazorca. Almaguer (1990), encontró que el rendimiento se correlaciona con varias características genéticas y fenotípicas.

### **Días a floración.**

Para esta característica se tomaran como óptimos los valores más bajos, es decir, que aquellas familias con menos días desde la siembra a la cosecha, se consideraran como las mejores.

En el análisis estadístico del Cuadro 13 se puede ver que existe diferencia altamente significativa para los grupos, para las familias dentro de grupo y para las repeticiones por grupo, mientras que en las repeticiones no hay significancia. Sin embargo, por el coeficiente de variación se puede suponer que en realidad las diferencias no son tan altas por efecto del ambiente, los valores diferentes que se observan en el análisis de varianza se deben a que se trabajó con números decimales, pero en la comparación de medias del Cuadro 15 se puede observar que éstas son iguales.

En el Cuadro 14 se encuentran las medias de los días a floración de los grupos, aquí se observan algunas diferencias, pero si se analizan cuidadosamente los resultados se puede ver que la diferencia máxima entre grupos es de un día y en la practica esta diferencia no es significativa.

En el Cuadro 15 se comprueba lo anterior ya que aquí se puede observar que todas las medias de las familias seleccionadas son iguales estadísticamente al igual que las medias que no fueron seleccionadas pues los valores de las 256 familias van desde 64 a 66 días desde la siembra a la cosecha.

Cuadro 13. Análisis de varianza de los días a floración.

F. V.	g L	S. C.	C. M.	F. c.	Pr > F
GRUPOS	15	68.3	4.5	2.82	0.0004 **
REP.	1	0.00007	0.00007	0.0	0.9945 NS
FAM(GRUPOS)	240	387.09	1.6	1.0	0.5 **
REP*GRUPOS	15	68.3	4.5	2.82	0.0004 **
ERROR	240	387.09	1.6		
TOTAL	511	910.8			

MEDIA GENERAL = 66.19

C. V. = 1.91

Cuadro 14. Prueba de la DMS para los días a floración de los 16 grupos de la población de maíz UAAAN U-L 2001.

OBS	GRUPO	MEDIA	SIGNIFICANCIA (0.05)
1	16	66.9	A
2	10	66.6	AB
3	8	66.5	ABC
4	7	66.5	ABC
5	5	66.4	ABC
6	12	66.38	ABCD
7	11	66.35	ABCD
8	9	66.35	ABCD
9	15	66.1	BCDE
10	4	66.06	BCDEF
11	14	66.006	BCDEF
12	13	65.97	BCDEF
13	6	65.91	CDEF
14	3	65.7	DEF
15	2	65.69	EF
16	1	65.5	F

DMS = 0.6254

Cuadro 15. Prueba de la DMS de las mejores 25 familias de medios hermanos de la población de maíz UAAAN-UL 2001 en base a la característica de días a floración

OBS	GRUPO	FAMILIA	GENEALOGÍA	MEDIA	SIGNIFICANCIA (0.05)
1	1	2	FMH-2	65.5	A
2	1	5	FMH-5	65.1	A
3	1	6	FMH-6	65.1	A
4	4	7	FMH-57	65.1	A
5	1	7	FMH-7	65.1	A
6	5	1	FMH-68	65.1	A
7	3	13	FMH-46	65.1	A
8	1	8	FMH-8	65.1	A
9	5	12	FMH-82	65.1	A
10	3	15	FMH-48	65.1	A
11	1	9	FMH-9	65.1	A
12	3	3	FMH-36	65.1	A
13	2	2	FMH-19	65.1	A
14	1	1	FMH-1	65.1	A
15	3	8	FMH-41	65.1	A
16	1	10	FMH-10	65.1	A
17	2	6	FMH-23	65.1	A
18	4	14	FMH-65	65.1	A
19	1	3	FMH-3	65.1	A
20	1	4	FMH-4	65.1	A
21	2	4	FMH-21	64.6	A
22	2	8	FMH-25	64.6	A
23	6	5	FMH-92	64.6	A
24	6	16	FMH-111	64.6	A
25	4	6	FMH-55	62.1	B

DMS = 2.4892

Stuber et al (1966) dice que la longitud de la espiga esta asociada genéticamente con los días a espigamiento y con la altura de mazorca, de la misma manera Aguilar (1982) observó que la altura de planta y la altura de mazorca son variables que está correlacionadas con días a floración. Almaguer (1990) encontró que el rendimiento se relaciona positivamente con los días a floración masculina. Esto último no concuerda con los resultados

obtenidos en este experimento pues el análisis indica que entre estas dos características la correlación no es significativa.

En el Cuadro 16 podemos ver todas las características que se evaluaron y cuales fueron las familias seleccionadas en cada una de esas características. Se consideraran como las mejores familias aquellas que se hayan seleccionado en más de una característica. De acuerdo con los datos de este cuadro, las mejores familias fueron 100 y la 285 porque se repiten en tres ocasiones en el Cuadro 16 y después se encuentran las familias 1, 2, 12, 22, 41, 46, 48, 57, 59, 69, 73, 79, 82, 92, 111, 145, 214, 230, 237, 244 y 275 por que se repiten en dos ocasiones, el resto solo se seleccionaron para una sola característica. Aunque se puso cuidado en las familias que se repiten en varias características solo entraran en la recombinación aquellas 25 que tengan los mejores rendimientos sin importar que no hayan sido seleccionadas en las demás características, confiando en las correlaciones antes discutidas.

Cuadro 16. Familias seleccionadas en cada una de las características evaluadas en la población de maíz UAAAN U-L.

OBS	ALTURA DE PLANTAS	ALTURA DE MAZORCAS	NÚMERO DE HOJAS	RENDIMIENTO KG/HA EN MAZORCA	DÍAS A FLORACIÓN
1	FMH-30	FMH-1	FMH-22	FMH-2	FMH-1
2	FMH-59	FMH-9	FMH-69	FMH-12	FMH-2
3	FMH-73	FMH-12	FMH-79	FMH-34	FMH-3
4	FMH-80	FMH-22	FMH-83	FMH-41	FMH-4
5	FMH-86	FMH-37	FMH-95	FMH-43	FMH-5
6	FMH-94	FMH-58	FMH-100	FMH-46	FMH-6
7	FMH-100	FMH-69	FMH-119	FMH-48	FMH-7
8	FMH-111	FMH-73	FMH-145	FMH-57	FMH-8
9	FMH-112	FMH-79	FMH-147	FMH-59	FMH-9
10	FMH-137	FMH-82	FMH-153	FMH-172	FMH-10
11	FMH-140	FMH-87	FMH-156	FMH-184	FMH-19
12	FMH-145	FMH-92	FMH-161	FMH-186	FMH-21
13	FMH-163	FMH-98	FMH-171	FMH-198	FMH-23
14	FMH-210	FMH-100	FMH-229	FMH-204	FMH-25
15	FMH-217	FMH-143	FMH-236	FMH-206	FMH-36
16	FMH-219	FMH-169	FMH-237	FMH-214	FMH-41
17	FMH-224	FMH-179	FMH-238	FMH-216	FMH-46
18	FMH-230	FMH-193	FMH-243	FMH-222	FMH-48
19	FMH-237	FMH-205	FMH-244	FMH-226	FMH-55
20	FMH-244	FMH-214	FMH-249	FMH-228	FMH-57
21	FMH-247	FMH-225	FMH-259	FMH-230	FMH-65
22	FMH-269	FMH-233	FMH-260	FMH-246	FMH-68
23	FMH-273	FMH-250	FMH-268	FMH-262	FMH-82
24	FMH-279	FMH-257	FMH-275	FMH-270	FMH-92
25	FMH-285	FMH-285	FMH-285	FMH-275	FMH-111

### Correlación.

En el Cuadro 17 se dan los coeficientes de correlación de todas las características junto con su significancia.

Se puede observar que la altura de plantas tiene una correlación altamente significativa positiva con la altura de mazorcas, rendimiento y días a floración, esto quiere decir que a medida que aumenta una de estas

características, automáticamente aumentaran las otras, sin embargo esta misma característica tiene una correlación altamente significativa negativa con el número de hojas, eso significa que si una de estas características aumenta de valor la otra disminuirá.

En la característica de altura de mazorcas se observó correlación altamente significativa positiva con el rendimiento y los días a floración y diferencia altamente significativa negativa con el número de hojas.

Como se observa en el Cuadro 17, la característica de número de hojas tuvo correlación negativa con todas las otras características que se tomaron en cuenta en el experimento.

El único caso donde no hubo correlación fue entre el rendimiento y los días a floración con un valor de 0.3714.

Cuadro 17. coeficientes de correlación y significancia entre las características evaluadas.

	Altura de plantas	Altura de mazorcas	Número de hojas	Rendimiento	Días a flor
Altura de plantas	1.0	0.9112 **	-0.9608 **	0.9011 **	0.5505 **
Altura de mazorcas		1.0	-0.9558 **	0.7623 **	0.5198 **
Número de hojas			1.0	-0.8762 **	-0.5368 **
Rendimiento				1.0	0.3714 NS
Días a flor					1.0

NS = correlación no significativa al nivel de 5%

\* = correlación significativa al nivel de 5%

\*\* = correlación significativa al nivel de 1%

## CONCLUSIONES

1. Al realizar los análisis estadísticos se encontró que existe alta significancia para las familias dentro de grupo, garantizando una buena selección para las familias de mejores características agronómicas, y en general no fue expresado el efecto de interacción ambiental de repeticiones por grupo, apareciendo solamente en la característica días a floración.

2. Los coeficientes de variación resultaron con valores relativamente bajos, lo que garantiza una confiabilidad en la toma de los datos y en los resultados que se presentan.

3. La mayoría de las características evaluadas involucraron familias diferentes por lo que se determinó considerar al rendimiento como base para seleccionar el 10% de las familias que formaran la población de amplia base genética.

4. Se observaron coeficientes de correlación positiva de rendimiento con altura de planta, altura de mazorca, al igual que altura de planta con altura e mazorca, días a floración con altura de planta y altura de mazorca y correlación negativa para número de hojas con altura de planta, altura de mazorca, rendimiento y días a floración.

## RESUMEN.

Se le aplicó selección recurrente a una población de amplia base genética formada por cinco fuentes de germoplasma de maíz, para formar familias de medios hermanos, las familias obtenidas se evaluaron en el siguiente ciclo de cultivo en un lote con dos repeticiones, los datos obtenidos de ellas se analizaron con un diseño de bloques al azar. Se obtuvieron 286 familias de medios hermanos y se sembraron en parcelas pequeñas en un lote de evaluación de manera individual, las familias se juntaron en grupos, quedando en campo un total de 13 grupos con 22 familias dentro de grupo.

El objetivo de la selección es incrementar el rendimiento para formar una variedad de polinización libre con mayor rendimiento que las variedades que se siembran en la región.

Además del rendimiento se puso atención a algunas características agronómicas como la altura de planta, altura de mazorca, número de hojas y días a floración, pero solo serán seleccionadas aquellas que tengan los mejores rendimientos.

A cada una de las características se le aplicó un análisis de varianza y se compararon las medias para identificar las mejores familias del experimento que formaran un compuesto balanceado que servirá para

establecer el siguiente lote de selección en el siguiente ciclo. En el análisis estadístico entraron 256 familias de las 286 que se evaluaron debido a que se eliminaron algunas por la falta de plantas o carecían de mazorca. Por lo anterior fue necesario ajustar el número de grupos y las familias dentro de ellos con un total de 16 grupos con 16 familias cada uno, de esta manera se realizó el análisis estadístico.

Se observaron coeficientes de correlación positiva y altamente significativa de la altura de planta con: altura de mazorca, rendimiento y días a floración; las correlaciones negativas se observaron entre el número de hojas y: altura de planta, altura de mazorca, rendimiento y días a floración; entre el rendimiento y los días a floración la correlación encontrada no fue significativa.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar, C. G. 1982, Selección recurrente Entre Líneas S<sub>1</sub> para Rendimiento y Resistencia a Mildew Velloso *Peronosclerospora sorghi* (W&U) Shaw en la población de maíz TIWF-DMRC4. Tesis, Maestría, UAAAN, Buenavista, Saltillo. Pp. 15, 59.
- Almaguer, S. M. G. 1990, Colección Reciproca Recurrente en dos Poblaciones de Maíz (*Zea mays L.*) de Amplia Base Genética para el Trópico Seco Mexicano. Tesis Maestria UAAAN Buenavista, Saltillo. Pp. 44-45.
- Becerra, H. J. S. 1987, Selección Recurrente de Medios Hermanos entre Líneas S<sub>1</sub> de las Poblaciones de Maíz (*Zea mays L.*) VS201 y Compuesto Norteco. Obtención C<sub>3</sub>. Tesis, Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo. Pp. 4.
- Brizuela, L, *et al*, 1997, Desarrollo y Mejoramiento de Germoplasma de Maíz con Tolerancia a Sequía para las zonas Tropicales de América Central. Developing Droughth Low-Nitrogen Tolerant Maize Symposium Abstracts. CIMMYT. Pp. 11.

- Carrasco, F. J. E. 1984, Selección recurrente de Familias de Medios Hermanos para el Mejoramiento del Híbrido de Maíz (*Zea mays L.*) AN-310. Tesis, Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo. Pp. 6.
- Castillo, G. R. A. 1986, Comparación de dos Métodos de Selección y Estimación de Parámetros de Estabilidad en Maíz (*Zea mays L.*). Tesis, Maestría, UAAAN, Buenavista, Saltillo. Pp. 58.
- Centro de investigaciones agrarias, 1980, El cultivo del maíz en México, México D. F. Pp. 36.
- Cortes, N. J. R. 1981, Selección Recurrente Para Tolerancia a Sequía en el Compuesto de Maíz Calera-74, Tesis Maestría UAAAN Buenavista, Saltillo. Pp. 65.
- Cruz, M. J. M. 1988, Selección Recurrente de Hermanos Completos Bajo Condiciones de Temporal Riego en la Población de Maíz (*Zea mays L.*) CIPA, Tesis Licenciatura UAAAN Buenavista, Saltillo. Pp. 4.
- De León, C. H. 1987, Selección Recurrente de Familias de Hermanos Completos con Pedigrí en Maíz (*Zea mays L.*). Tesis maestría UAAAN Buenavista, Saltillo. Pp. 4-5.

- Delorit, R. J. y Ahlgren, H. L. 1970, Producción Agrícola, Ed. Continental, México D. F. Pp. 740-741.
- FAO-Estudios Agropecuarios, 1961, Las semillas Agrícolas y Hortícolas, Impreso en Roma Italia, pp. 14.
- García, P. *et. al*, 1999, respuesta a la Selección Recurrente de Familias de Hermanos Completos en Poblaciones Tropicales de Maíz. Agronomía Tropical, Venezuela. Pp. 19-40.
- Gastelum, S. G. 1987, Selección Recurrente de Hermanos Completos en la Población de Maíz Tropical (*Zea mays L.*) Complejo-24 II. Obtención del ciclo dos con la modificación de pedigree. Tesis, Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo. Pp. 5.
- Hernández, G. J. A. y Muñoz, O. A. 1997, Selección de variedades de maíz en los Valles centrales de Oaxaca, Developing Drought and Low-Nitrogen Tolerant Maize Symposium Abstracts, CIMMYT. PP.3-16.
- Ibarra, J. L. 1983, Selección Familiar de Hermanos Completos en el Compuesto Interracional precoz de Altura de Maíz (*Zea mays L.*), Tesis Maestría UAAAN Buenavista, Saltillo. Pp. 4, 11, 13.

- Jugenheimer, R. W. 1981, MAÍZ Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas, Ed. Limusa, México D. F. Pp. 114, 126-128, 206.
- López, P. A. *et al.* 1997, Selección familiar en maíces criollos Del Valle de Puebla, Developing Drought and Low-Nitrogen Tolerant Maize Symposium Abstracts, CIMMYT. PP. 3-18.
- Mariaca, P. J. M. F. 1991, Eficiencia de la Selección Recurrente de Familias de Hermanos Completos con pedigrí. Tesis, Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo. Pp. 65.
- Montoya, J. L. 1975, Principio de la Mejora Genética de las plantas, Ed. Omega, Barcelona, España, PP. 59, 304.
- Poehlman J. M. 1983, Mejoramiento Genético de las cosechas, Ed. Limusa, México D. F. PP. 267-269.
- Robles, S. R., 1976, Producción de Granos y Forrajes, Ed. Limusa, México D. F. PP.122-125.
- Vaquera, E. A. 1990, Respuesta de la Selección Masal Estratificada en la Población Enana de Maíz (*Zea mays L.*) Variedad Sintética 361. Tesis Licenciatura, UAAAN –UL Torreón Coahuila. Pp. iv.