

FORMACION DE UNA POBLACION DE AMPLIA Y
SELECTA BASE GENETICA CON SELECCION
RECURRENTE DE HERMANOS COMPLETOS
CON PEDIGRI EN MAIZ. (Zea mays L.)

RAUL TAFOYA MARTINEZ

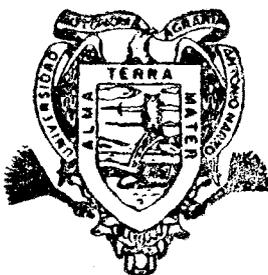
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE Universidad Autónoma Agraria
MAESTRO EN CIENCIAS *ANTONIO NARRO*
EN FITOMEJORAMIENTO



BIBLIOTECA



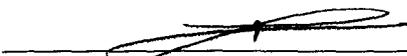
Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

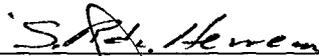
PROGRAMA DE GRADUADOS
Buenavista, Saltillo, Coah.
ABRIL DE 1996

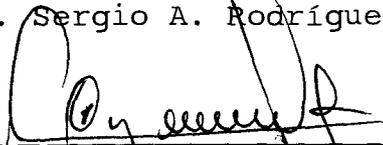
Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO

Comité Particular

Asesor Principal: 
M.C. Humberto de León Castillo

Asesor: 
Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera

Asesor: 
M.C. Arnoldo Oyervides García

Asesor: 
M.C. Alfredo de la Rosa Loera


Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez.
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Abril de 1996

DEDICATORIA

Por su grandeza de espíritu, quienes siempre fincaron sus enseñanzas en su proceder, sacrificando todo para que sus hijos pudieran caminar: Mis Padres.

Roberto Tafoya Durán

Celia Martínez de Tafoya

Con todo cariño a mis Hermanos:

Irma

Roberto

Silvia

Laura

J. Alberto

Arturo

Eustacio

C. Lizeth

Fabiola

A quienes me han brindado su apoyo incondicional en todo momento, y me han acogido en el seno de su hogar:

A mis primos: Por brindarme la confianza de seguir adelante durante el transcurso de mi carrera muy especialmente a Salvador Tafoya.

A mis abuelos: Ramón M. y Mercedes G, Eustacio T. (+), Ma. de Jesús D. por el apoyo moral que me brindaron y consejos dados en todo momento.

A mis amigos: Gustavo, Ramón, Arcenio, Remigio, Silvia Gpe, Adriana, Javier, Sandra, Bertha, Rafaél. Por el apoyo brindado en todo momento.

A Chayo: Por el apoyo incondicional y confianza
brindada que me a dado para seguir adelante y por el amor
tan grande que nos tenemos.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico y las facilidades que me brindaron para realizar mis estudios de maestría.

Al Colegio de Postgraduados de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", por brindarme la oportunidad de capacitarme en el ámbito profesional.

Al M.C. Humberto de León C. por darme la oportunidad de participar en sus trabajos de investigación que realiza en el Instituto Mexicano del Maíz, Dr. Mario E. Castro Gil y por su destacada asesoría para el desarrollo del presente trabajo.

Al Dr. Sergio A. Rodríguez H. Por su excelente asesoría para el desarrollo y culminación de esta tesis.

Al M.C Arnoldo Oyervides por la asesoría brindada para el desarrollo del presente escrito.

Al Sr. Virgilio Flores G. por su valiosa participación en el establecimiento de los experimentos. Así mismo a los trabajadores de campo que contribuyeron en la realización del presente trabajo.

COMPENDIO

**FORMACION DE UNA POBLACION DE AMPLIA Y SELECTA BASE
GENETICA CON SELECCION RECURRENTE DE HERMANOS COMPLETOS
CON PEDIGRI. (*Zea mays* L.)**

P O R

RAUL TAFOYA MARTINEZ

MAESTRIA

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. ABRIL DE 1996.

M. C. Humberto de León Castillo. - Asesor -

**Palabras claves: Selección recurrente,
parámetros Genéticos, Bajío
Mexicano, Estabilidad,
Habilidad Combinatoria,
Pedigrí, Familias.**

Con el propósito de formar una población de amplia base genética, por el método de selección Recurrente de Hermanos Completos con Pedigrí, es con el fin de obtener mejores resultados a mediano y largo plazo permitiendo extraer materiales adecuados a las necesidades de cada región agrícola.

El material genético utilizado para este estudio estuvo constituido por 200 Familias de Hermanos Completos, (También considerados como sintéticos de ocho progenitores) formadas al recombinar 40 híbridos dobles de diferente fondo genético y excelente adaptación al bajío Mexicano. (Cabe mencionar que algunos híbridos ya han sido usados comercialmente) las progenies obtenidas se agruparon en cuatro experimentos en donde se aplicó un 25 por ciento de presión de selección para así seleccionar las mejores 12 familias por experimento en base a rendimiento así como días a floración macho y hembra, altura de planta y mazorca, acame de raíz y de tallo, mazorcas podridas y mala cobertura y así tener un total de 48 familias seleccionadas para formar el primer ciclo de selección.

Esta investigación fue obtenida de cuatro experimentos establecidos en las localidades de Celaya Gto, Orizaba Dgo, y Sandia el Grande Nuevo León, durante el ciclo primavera - verano de 1994.

Se seleccionaron tres sintéticos con buen rendimiento y buenas características agronómicas sobresalientes que superaron a sus progenitores y testigos. Estimando a la vez algunos parámetros genéticos, de la población los que indican que existe alta variabilidad genética en la misma.

ABSTRACT

**BROAD AND SELECTED GENETIC BASE OF A POPULATION FORMATION
WITH RECURRENT SELECTION OF FULL-SIB FAMILIES WITH PEDIGREE
OF MAIZE (*Zea mays* L.).**

b y

RAUL TAFOYA MARTINEZ

MASTER OF SCIENCE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. APRIL 1996

M. C. Humberto de León Castillo. - Advisor -

**Key words: Recurrent selection, genetics
parameters, mexican lowland,
Stability, combining ability,
pedigree, families.**

In order to develop a broad genetic base population by recurrent selection of full-sib method with pedigree, the goal is to get a better results on medium and long time that permit to find the best materials for each agricultural region.

200 full-sib families were used in this study (they are considered as eight parents synthetic), they were formed by 40 double cross hybrids from different genetic base recombination and excellent adaptation for Mexican lowland (some hybrids have been used as commercial materials).

Progenies were grouped in four experiments with a 25% of selection pressure in order to select the 12 best families from each experiment according with the yield and days to flower, plant and ear height, root and stalk lodging, rotten ears and husk cover, thus, we had 48 selections.

The data were obtained from four experiments performed in Celaya Gto, Orizaba Dgo y Sandia el grande Nuevo León on spring-summer cycle of 1994.

Three synthetics with both good yield and traits were selected that were higher than the parents and checks some genetic parameters were estimated from the population showing that exist high genetic variability.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS.....	xi
INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	4
REVISION DE LITERATURA.....	5
MATERIALES Y METODOS.....	20
Material genético.....	21
Evaluación en campo (toma de datos.).....	24
Análisis estadístico.....	28
Prepotencias.....	31
Ecovalencias.....	31
Diferencial de selección.....	32
Parámetros Genéticos.....	33
Coeficiente de variación genético.....	33
Heredabilidad.....	34
RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
CONCLUSIONES.....	54
LITERATURA CITADA.....	56

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pagina
3.1.	Genealogias del material genético experimental evaluado.....	22
3.2.	Esquema de dialélico parcial indicador de las cruzas realizadas en el primer ciclo de selección.....	23
3.3.	Análisis de varianza combinado a través de localidades en un diseño de bloques al azar.....	29
4.1.	Concentración de cuadrados medios de los náalisis de varianza combinado para rendimiento y otras características agronómicas de los híbridos experimentales evaluados en tres diferentes localidades para los cuatro experimentos.....	36
4.2.	Concentración de medias de rendimiento y características agronómicas deseables para las mejores 12 familias y del mejor testigo, así como la media general y la media de las familias seleccionadas para los cuatro experimentos combinados evaluados en tres diferentes ambientes, incluyendo su estabilidad.....	41
4.3.	Diferenciales de selección observados en las diferentes características evaluadas.....	46
4.4.	Concentración de las mejores 10 familias seleccionadas por su Prepotencia (Pp) estimadas para rendimiento y otras características agronómicas.....	48
4.5.	Concentración de algunos parámetros genéticos.....	48

INTRODUCCION

Una de las especies vegetales que le proporcionan mayor utilidad al hombre en el aspecto académico, es el maíz, además de que existen muy pocas especies que pueden competir con el, por la gran importancia para la alimentación del pueblo de México y en el mundo, razón por la cual se tiene la necesidad de mejorarlo constantemente, con el propósito de aumentar su producción. Para lograr lo anterior y dadas las características morfológicas que presenta el cultivo permite controlar o manipular su fecundación y estudiar gran diversidad de genotipos en períodos cortos, aplicando las diversas prácticas conocidas de mejoramiento genético.

Los métodos de selección y la recombinación de genes cuantitativos han permitido el aumento del rendimiento también la utilización de genes cualitativos, han contribuido al mejoramiento de ciertas características como son Resistencia a Enfermedades, Altura de Planta, Precosidad, Prolificidad, Contenido de Proteína y Aceite.

Uno de los métodos que contribuyó a lograr los objetivos de la mejora genética viene a ser la selección recurrente, la cual involucra la formación de familias, su

evaluación, selección y recombinación de las más sobresalientes, por lo que este método cíclico, permite acumular genes deseables en una población, en las características agronómicas que se deseen mejorar.

Este método puede proporcionar resultados a mediano y largo plazo y esto permite extraer materiales adecuados a las necesidades de cada región agrícola. Dentro de esta metodología se encuentra la Selección Recurrente de Familias de Hermanos Completos con Pedigrí. (Gómez *et al* 1986). Una de las principales limitantes de la selección recurrente de hermanos completos para lograr implantar un programa práctico y dinámico de endogamia - hibridación es que su esquema no permite estimar los efectos de la habilidad combinatoria de las familias involucradas en el proceso de selección. Pensando en este problema una modificación del método durante la recombinación y formación de nuevas familias, permite identificar progenies que sean aprovechadas en un programa de hibridación a corto y a mediano plazo y simultáneamente permite la formación de variedades de polinización libre con un alto grado de heterocigocidad. Esto es muy deseable puesto que en un solo programa de mejoramiento puede desarrollar híbridos para áreas tecnificadas y variedades de polinización libre para áreas de cultivo tradicional.

En este trabajo se planea la formación de una

población base a partir de la recombinación de 40 híbridos dobles seleccionados y varios de ellos explotados comercialmente en el área del bajío mexicano. El esquema de mejoramiento empleado es el de selección recurrente de hermanos completos con pedigrí anteriormente descrito y los objetivos e hipótesis planteados son:

OBJETIVOS

- Iniciar la formación de una población normal bajo el esquema de selección recurrente de familias de hermanos completos con pedigrí incluyendo una amplia y selecta base genética.

- Estimar parámetros genéticos para rendimiento y otras características.

- Identificar los mejores híbridos por su ACG y familias de buena ACE para un programa de hibridación.

- Identificar familias (sintéticos de ocho líneas) que rindan más y tengan un aceptable comportamiento agronómico en relación a la media general o la media del mejor testigo.

HIPOTESIS

- La selección y suficiente variabilidad genética incluida en el germoplasma básico permitirá tener expectativas de ganancias a corto y mediano plazo para las diversas características agronómicas.

- Con esta metodología se permitirá elevar el rendimiento, prolificidad, sanidad de mazorca y reduce considerablemente la precosidad, altura, acame y problemas de mala cobertura, bajo este esquema de selección recurrente, se mantendrá en la población la variabilidad suficiente que permita continuar seleccionando a través del tiempo, además, se podrán identificar familias como fuente, de altos efectos de habilidad Combinatoria.

- Se pueden detectar familias que estén compuestas por las mejores líneas y estar en posibilidades de obtener sintéticos, que presenten rendimientos superiores a sus progenitores.

REVISION DE LITERATURA

La selección recurrente fue sugerida en su origen por Jenkins, (1931) bajo el nombre de "strain Building". Esta manera de seleccionar se aplicó a la formación de nuevas variedades de pastos. Jenkins (1940) propuso aplicar este método bajo el nombre de selección recurrente para desarrollar variedades sintéticas en maíz.

La primera descripción detallada de este tipo de mejora fue publicada por Jenkins (1940) como resultado de sus experiencias con valoración precoz de la aptitud combinatoria general en maíz. Sin embargo, el método no adquirió el nombre de selección recurrente hasta que Hull (1945) sugirió que podría ser útil la selección después de cada uno de los diferentes ciclos de entrecruzamiento para mejorar la aptitud combinatoria específica. La selección recurrente entre familias de hermanos completos fue descrita por Mather (1949) como cruza biparentales.

El éxito de la selección recurrente depende de la variabilidad genética, de las frecuencias génicas de la población y de la heredabilidad bajo selección (Chávez y López 1987).

Hallauer y Miranda (1981) mencionan que por lo menos se requieren tres estaciones de crecimiento o generaciones para completar un ciclo de selección recurrente entre Familias de Hermanos Completos, la formación es como sigue:

- a). En la primera estación se obtienen las familias de Hermanos Completos.

- b). En la segunda se evalúan las familias de Hermanos Completos.

- c). En la tercera estación se racombinan las Familias de Hermanos Completos seleccionadas.

La ventaja de este sistema es que el tope está determinado no por el genotipo de una sola planta funcional, sino por la combinación más favorable de genes contenida en un grupo de plantas funcionales (Allard, 1967).

Los sistemas de mejoramiento poblacional, pueden ser divididos en dos grandes categorías:

- a). Sistemas de selección intrapoblacional. Este sistema intenta ser un programa de mejoramiento en la población directamente.

- b). Sistema de población interpoblacional. Intenta

el mejoramiento de la cruce entre poblaciones o el mejoramiento de líneas o híbridos derivados de dos poblaciones seleccionadas recíprocamente (Cortez, *et al.* 1985).

Probablemente la razón principal para que la selección recurrente sea más eficiente es la diferencia en el grado de homocigosis que se alcanza cuando se autofecunda, mientras que se mantiene mucha mayor variabilidad en el sistema recurrente (Brauer, 1980).

Hallauer (1978) reportó la efectividad de la selección recíproca recurrente entre familias de hermanos completos para incrementar las posibilidades de obtener mejores cruces a partir de poblaciones mejoradas.

La selección recurrente de hermanos completos tiende a incrementar la frecuencia de alelos favorables y es muy eficiente para mejorar caracteres cuantitativos entre el que se incluye el rendimiento (Hallauer y Miranda, 1981).

Venegas (1986) trabajó con una población de amplia base genética precoz (PABG-P) a partir de las 325 mejores familias de la PABG-Precoz del quinto ciclo de selección, se formaron una serie de hermanos completos que se evaluaron en primavera - verano de 1984. Con los resultados obtenidos se

seleccionaron los mejores 20 hermanos completos y en el ciclo invierno - primavera de 1984 - 1985 apartir de los mismos se formo entre y dentro de hermanos una nueva serie de ellos con la finalidad de evaluarlos en el ciclo primavera - verano de 1985. Repitiéndose nuevamente el esquema de manejo en el ciclo invierno - primavera de 1985 - 1986, los resultados han indicado que se presentan avances con la metodología empleada, ya que los hermanos completos en cada ciclo superan a los testigos utilizados.

De León (1987) hablo sobre la eficiencia de la metodología tradicional de hermanos completos para incrementar la frecuencia de alelos favorables, sin embargo, su esquema no permite evaluar los efectos de aptitud combinatoria (AC) de las familias involucradas en el proceso de selección. Ello es altamente deseable en cualquier programa de selección recurrente, ya que permite implementar un programa práctico de endogamia - hibridación. El método de Selección Recurrente de Hermanos Completos con Pedigrí permite derivar líneas a partir de familias no endogámicas con buena aptitud combinatoria, ya que se demostró que este carácter se hereda desde niveles de endogamia, So , y con esta metodología es posible obtener variedades, híbridos y mejoramiento poblacional a corto, mediano y largo plazo, respectivamente.

De León (1987) describe la metodología como se lleva a cabo la Selección Recurrente de Familias de Hermanos Completos con Pedigrí en la población Lucio Blanco Mejorado. (LBM)

Primera generación. En la población base LBM se forman 250 FHC, para su evaluación, a cada una de ellas se le asigna un pedigrí.

Segunda generación. Se evalúan las 250 FHC, en un mínimo de dos localidades con dos repeticiones por localidad y dejando un remanente de semilla de cada FHC.

Tercera generación. Evaluadas las familias se aplica un 20 por ciento de presión de selección (FHC). Hecha la selección se recurre al pedigrí de las 50 FHC seleccionadas para programarse la formación de nuevas familias de hermanos completos y recombinación al mismo tiempo, usando un cuadro de doble entrada en forma de dialélico parcial. La importancia de programar la formación de nuevas FHC a través del dialélico parcial estriba en que de esta manera es posible tener una estimación de la (AC) de cada familia a través de los diferentes ciclos de selección, así como evitar la endogamia, procurando que en cada ciclo no intervengan ancestros comunes en la formación de las nuevas familias de hermanos completos. Afirmando que con este esquema es posible

apreciar los cambios en las frecuencias como resultado de la selección.

Hallauer y Eberhart *et al.*, (1966) evaluaron variedades sintéticas en base a rendimiento; cruzaron los diferentes sintéticos en una serie dialéctica y las evaluaron en tres localidades en cada uno de dos años. En relación con el progenitor medio y el superior, la heterosis promedio de todas las cruzas fue de 9.8 y 4.2 por ciento respectivamente, el mejor sintético tuvo una heterosis observada de 25 por ciento respecto al progenitor medio.

Wellhausen (1952) informó que la mayoría de los agricultores mexicanos, rehusaron comprar semilla híbrida F_1 nueva cada año, sin embargo, los sintéticos o compuestos ofrecen una considerable oportunidad para el mejoramiento varietal. Los sintéticos deberán probar ser especialmente útiles para muchas granjas pequeñas, los compuestos se producen con bastante facilidad y se espera que conserven su productividad mejorada en generaciones avanzadas a través de procedimientos de selección masal normal.

Las variedades sintéticas son considerablemente más variables que los híbridos de cruzas simples o dobles. Esta característica debe permitir una mayor flexibilidad para hacer frente a condiciones de crecimiento variable.

Las variedades sintéticas ofrecen una opción adicional entre híbridos de alto rendimiento y las variedades de polinización libre. Las primeras para la agricultura avanzada o empresarial y los segundos para la agricultura tradicional o de autoconsumo Jenkins (1940).

Una variedad sintética de maíz es el resultado de la multiplicación, bajo condiciones de polinización libre de un híbrido múltiple. Desde 1919 se sugirió la obtención de variedades sintéticas; sin embargo, hasta la fecha se ha hecho poco uso práctico de este método de mejoramiento. Se han señalado las ventajas de los sintéticos.

- Una variedad sintética sería preferible al híbrido en zonas de ingresos bajos para eliminar la necesidad de que el agricultor compre nuevas semillas híbridas F_1 año con año.

- La mayor variabilidad de un sintético podría permitir mayor adaptación que un híbrido a las condiciones variables de la adaptación de crecimiento a lo largo del límite más alejado de la faja del maíz (Poehlman, 1983).

Una producción de cualquier tipo de semilla comercial de maíz es un proceso complejo, tanto en los campos productivos de semilla como en las empresas dedicadas a ellas, que exige mucho conocimiento, habilidad y experiencia.

No obstante existen grados definidos, de dificultad y la producción de híbridos requiere una tecnología más completa que las variedades de polinización libre (CIMMYT, 1987).

Romero (1987) llevó acabo una evaluación de 267 Familias de Hermanos Completos en la población de maíz super enano Lucio Blanco Mejorado (F) C₃, realizado en Celaya Gto. y Torreón coah. Durante el ciclo P-V de 1984, bajo un diseño estadístico de bloques incompletos al azar con dos repeticiones y una densidad de 120,000 pts/ha, donde se formaron 10 grupos de 25 familias y un grupo de 17 familias y cada uno de ellos contaba con un testigo siendo Lucio Blanco Original (LBO). Esta evaluación tuvo la finalidad de seleccionar las mejores familias que formarían el tercer ciclo de selección, para ello se práctico una presión de selección del 20 por ciento, obteniendo así 55 familias de hermanos completos que mostraron ser superiores que sus genitores.

Moll y Hanson (1984) reportaron la respuesta de dos poblaciones de maíz la Jarvis y la Indian chief, después de 10 ciclos de selección de familias de hermanos completos (HC) y 10 ciclos de selección recíproca recurrente (SRR). la respuesta por ciclo de selección de hermanos completos fue de 3.5 y 1.4 por ciento de las poblaciones y 2.0 por ciento de las cruza poblacionales.

La respuesta de la Selección Recíproca Recurrente por ciclo fue de 2.4 y 0.3 por ciento y 2.7 por ciento de las cruzas poblacionales. Un cambio en la respuesta de selección en el octavo ciclo fue observado en ambos métodos de selección. La naturaleza de los cambios genéticos dentro de las poblaciones fueron evaluadas usando una media de divergencia obtenida del dialélico, la divergencia obtenida fue debida a los efectos de la asociación de genes de dominancia y aditividad, el incremento del número de mazorcas coincidió con el aumento del rendimiento del grano durante los ocho ciclos de selección.

Moll y Stuber (1971) compararon la selección de familias de hermanos completos con la selección recíproca recurrente para mayor rendimiento de grano. Las poblaciones experimentales fueron dos variedades de polinización libre, la Jarvis y la Indian chief, su híbrido F_1 , y una variedad híbrida, la respuesta de ambas variedades a la Selección de familias de hermanos completos fueron 2.1 veces mayores que sus respuestas a la Selección Recíproca Recurrente. La respuesta de la variedad híbrida a la selección fue 1.3 veces mayor que la respuesta a la Selección Familiar de hermanos completos. La respuesta de la variedad compuesta a la selección de Familias de Hermanos Completos no fue mayor que la Jarvis.

Lonnquist y Williams (1967) evaluaron 120 familias de hermanos completos en dos poblaciones de maíz que tenían varios ciclos de selección recurrente para ACG. Las familias exhibieron un promedio del 31 por ciento de heterosis y 6 por ciento de altos rendimientos, en comparación con tres híbridos élite de cruzas dobles, durante un período de dos años. Las plantas prolíficas usadas para formar las familias de hermanos completos fueron autofecundadas al momento que éstas fueron cruzadas, mencionando los autores que un segundo período de familias de hermanos completos usando las progenies F_2 de los padres de cruzas seleccionadas tienen una mejor perspectiva para el mejoramiento futuro.

Singh et al., (1986) estudiaron cuatro ciclos de selección de familias de hermanos completos que fueron conducidos en maíz, para prolificidad, evaluados en alta y baja densidad de población. Las cuatro generaciones fueron realizadas en dos años. Las poblaciones seleccionadas cada una de alta y baja densidad fueron mejoradas después de cada ciclo de selección resultando ocho poblaciones o sea cuatro de cada densidad. Estas poblaciones con la población original fueron evaluadas en tres ambientes. La respuesta lineal por ciclo para el número de mazorcas por planta fue significativo y fue más grande en la densidad baja (0.06 mazorcas = 5.5 por ciento) que en la densidad alta (0.04 mazorcas = 3.6 por ciento). Esto fue una correlación significativa incrementando

el rendimiento en un 4.5 por ciento, por ciclo de selección.

Velázquez *et al.*, (1977) efectuando cruzas de prueba entre 160 Familias de Hermanos Completos de 14 poblaciones con tres probadores concluyeron que existía un alto potencial de rendimiento en los mestizos formados, habiendo consistencia en las familias de hermanos completos. Como algunos mestizos superaron ampliamente a los híbridos testigos, ésto es un indicio de que se pueden explotar esas cruzas como híbridos, variedad por familia y se infirieron altos valores heteróticos al cruzar familias seleccionadas de diverso origen.

Muchena *et al.*, (1974) practicaron la selección de familias de hermanos completos con el propósito de reducir la altura de planta y mazorca, así como también para modificar la distancia internodal en dos poblaciones de maíz tropical, en tuxpeño y mezcla amarilla; después de varios ciclos de selección, en ambas poblaciones se redujo la distancia internodal, así como el número de ellos por abajo de la mazorca, con relación a la población original.

Fischer *et al.*, (1984) utilizaron la metodología de hermanos completos para seleccionar hacia tolerancia a sequía en la población tropical tuxpeño, encontrando diferencias significativas entre el tercer ciclo de selección y el

original.

Compton y Lonquist (1982) mencionan que la selección recurrente mediante hermanos completos, es eficiente en poblaciones mejoradas y que cuentan con un valor alto de varianza genética aditiva, misma que en familias de hermanos completos es alta y cuando es recombinada para la formación de nuevas familias se transmite con un alto índice, requiriendo un ciclo para recombinación y selección simultáneamente durante una estación de crecimiento.

Hernández (1986) menciona que las diferencias de selección, obtenidas para la mayoría de las características agronómicas del complejo 24, parece indicar que la Selección Recurrente de Hermanos Completos, es un método efectivo para mejorar la media de la población. También indica que la tasa de ganancia esperada para el carácter rendimiento fue de 9.4 por ciento y refleja el avance genético esperado por ciclo de selección.

Velázquez *et al.*, (1983) describen, que de cuatro poblaciones de diferente fondo genético sometidas a varios ciclos de selección de Familias de Hermanos Completos, fueron seleccionadas 12 Familias de Hermanos Completos y se obtuvieron 60 de las 66 cruzas posibles entre ellas. Las cruzas, los progenitores y otros materiales fueron evaluados

en un ensayo de rendimiento en látice rectangular triple 12*11. Los resultados mostraron, que la magnitud del componente de varianza para efectos no aditivos, fue mayor que la del correspondiente a efectos aditivos, para rendimiento de mazorca, altura de planta, días a floración e índice de cosecha. La heterosis promedio, en términos de rendimiento, para cruzas entre familias de diferente fuente, resultó de 37 por ciento y para cruzas entre familias de la misma fuente fue de 26 por ciento, se consideró promisorio el uso de cruzas simples entre FHC sin consideración de los aspectos relacionados con la producción de semilla.

Sierra *et al.*, (1991) durante los ciclos de temporal de 1984 y 1986, evaluaron en nueve y 14 localidades del trópico respectivamente, variedades de maíz: Sintético Tropical Dentado, Tuxpeño Tropical Cristalino y Población Elite Tropical con los objetivos de estimar la respuesta a la Selección Recurrente de Hermanos Completos (SRHC). En la evaluación de 1984 se incluyeron variedades del primer ciclo de (SRHC) y se separaron los ambientes por tipo de clima; en la evaluación de 1986 se incluyeron variedades del primer y segundo ciclos de selección. De acuerdo a los análisis de estabilidad para las evaluaciones de 1984 y 1986, se detectaron variedades estables y de alto rendimiento (deseables). Finalmente, se observó que las variedades de la población "Sintético Tropical Dentado" tuvo mejor

comportamiento en climas húmedos. mientras que "Tuxpeño Tropical Cristalino" y "Población Elite Tropical" tuvieron mejor comportamiento en climas más secos.

Oyervides, (1981) en los últimos años, una serie de trabajos ha revelado que, mediante la selección recurrente continua, es posible incrementar constantemente el potencial de rendimiento de variedades de polinización libre de maíz, llegando en algunos casos a superar a los híbridos utilizados en una área.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT 1983) menciona que el método de selección recurrente con familias de hermanos completos en especial para maíz, ha sido muy eficiente y utilizado frecuentemente, no solo para estimar varianzas genéticas, sino también en programas de mejoramiento genético de utilidad práctica para identificar y recombinar las mejores familias.

Zorrilla y Crane (1982) evaluaron tres ciclos de selección con (Familias de Hermanos Completos) en una variedad de maíz opaco-2 para rendimiento en tres localidades y las compararon con testigos híbridos comerciales, entre los ciclos se encontraron resultados altamente significativos para rendimiento, obteniéndose mayores ganancias en el ciclo uno. El análisis de regresión durante los tres ciclos de

selección mostró un incremento en el rendimiento de grano de 5.4 por ciento por ciclo, no encontraron variación en los ciclos de selección en las localidades evaluadas.

González *et al.*, (1993) en un estudio donde se evaluó la posibilidad de utilizar semilla de cruzas entre híbridos F_1 comerciales adaptados y recomendados, como una opción más para los productores, sobre todo aquéllos de escasos recursos y/o entusiastas. Para tal fin, en el centro de Jalisco se evaluaron cinco híbridos comerciales de maíz en F_1 , F_2 y F_3 , así como las cruzas posibles entre ellos en F_1 y F_2 , a fin de comparar sus rendimientos de grano en cuatro ambientes bajo condiciones de temporal.

Los resultados como favorable y positiva la opción de utilizar de cruzas entre híbridos comerciales F_1 , en Centro de Jalisco, bien sea en F_1 e inclusive en F_2 , debido a: (1) Las cruzas en F_1 y F_2 , formadas a partir de híbridos comerciales F_1 tuvieron rendimientos similares a los propios híbridos progenitores de las cruzas y superiores a las generaciones avanzadas (F_2 y F_3) de los propios híbridos y (2) Se observó heterosis para rendimiento, sobre todo en la F_1 , en las cruzas entre híbridos comerciales F_1 provenientes de diferentes empresas, con aparente divergencia genética.

MATERIALES Y METODOS

Los resultados de esta investigación fueron obtenidos de cuatro experimentos establecidos en las localidades de Celaya Gto, Orizaba Dgo, y Sandia Nuevo León, durante el ciclo primavera - verano de 1994, cada experimento consto de dos repeticiones describiéndose a continuación cada localidad.

Celaya Gto, encontrándose a los 20° 31' latitud norte y a los 100° 49' longitud oeste; su elevación es de 1800 msnm, la temperatura promedio anual para esta localidad es de 18.8 °C la precipitación media anual de 683 mm.

Orizaba Dgo. se encuentra situada a los 24° 02' latitud norte, a los 104° 38' longitud oeste y a una altitud de 1590 msnm, la temperatura media anual de esta localidad es de 18.3 °C y la precipitación media anual de 435.5 mm.

Sandia NL. Se encuentra a los 24° 12' latitud norte y a los 100° 05' longitud oeste, encontrándose a una altura de 1889 msnm, la temperatura media anual de esta región es de 18.0 °C y cuenta con una precipitación media anual de 300mm.

Material genético.

El material genético empleado para este trabajo estuvo constituido por 200 FHC formados al recombinar 40 híbridos dobles de diferente fondo genético y excelente adaptación al bajío mexicano, los cuales se observan en el Cuadro 3.1 entrando en este rango las regiones que oscilan entre (1000 - 1900 msnm).

A continuación se describe la forma en que se llevó a cabo la selección recurrente de familias de hermanos completos con pedigrí.

Primera generación. se identificaron 40 híbridos agronómicamente sobresalientes para formar entre ellos 200 Familias de Hermanos Completos, mediante cruzas directas y recíprocas según lo indica el Cuadro 3.2.

Una vez formadas las 200 Familias de Hermanos Completos se evaluaron en ensayos de rendimiento en tres localidades y la cosecha se seleccionaron el 25 por ciento, lo que representa 50 familias fenotípicamente deseables de hermanos completos.

El área de parcela útil fue de 3.3 mts/cuadrados con 21 plantas por surco y 22 cm, entre plantas, con lo que se

Cuadro 3.1 Genealogía del material genético experimental.

NO. HIB	CRUZA	GENEALOGIA
1	(1*2) * (3*4)	
2	(1*5) * (6*4)	
3	(1*9) * (3*4)	
4	(8*2) * (1*5)	
5	(8*2) * (3*1)	
6	(8*9) * (1*2)	
7	(8*10) * (1*2)	
8	(8*11) * (1*5)	
9	(8*21) * (1*5)	
10	(8*13) * (1*2)	
11	(2*8) * (1*5)	
12	(2*9) * (1*4)	
13	(2*15) * (1*16)	
14	(2*17) * (1*9)	
15	(2*9) * (1*17)	
16	(2*9) * (1*13)	
17	(2*8) * (1*19)	
18	(2*13) * (22*32)	
19	(18*19) * (1*14)	
20	(21*22) * (5*17)	
21	(21*42) * (5*2)	
22	(21*42) * (5*17)	
23	(21*9) * (17*25)	
24	(21*9) * (5*26)	
25	(21*10) * (5*26)	
26	(21*12) * (5*2)	
27	(21*12) * (5*17)	
28	(21*12) * (5*26)	
29	(21*28) * (5*2)	
30	(21*28) * (5*9)	
31	(29*32) * (5*13)	COMERCIAL
32	(31*11) * (31*32)	COMERCIAL
33	(31*14) * (33*13)	
34	(34*35) * (36*37)	
35	(21*28) * (39*2)	
36	(21*38) * (24*2)	COMERCIAL
37	(21*38) * (2*40)	
38	COMERCIAL	COMERCIAL
39	COMERCIAL	COMERCIAL
40	COMERCIAL	COMERCIAL
41	COMERCIAL	COMERCIAL
42	COMERCIAL	COMERCIAL
43	COMERCIAL	COMERCIAL
47	COMERCIAL	TESTIGO
48	COMERCIAL	TESTIGO
49	COMERCIAL	TESTIGO
50	COMERCIAL	TESTIGO

obtuvo una densidad de población de 60,000 pts/ha.

La siembra de los experimentos se llevó a cabo en forma manual depositando dos semillas por golpe, para posteriormente aclarar a una mata y así asegurar el número óptimo de plantas, el desarrollo del cultivo se llevó a cabo bajo condiciones de riego.

En cada localidad se llevaron a cabo las labores culturales comunes como son fertilización, riegos, cultivos y aplicaciones de insecticidas de acuerdo a las necesidades del cultivo.

En este estudio se evaluaron 200 familias de hermanos completos en tres localidades, con cuatro experimentos cada una de ellas y dos repeticiones por experimento cada uno con 50 entradas con el fin de completar el siguiente ciclo de selección.

Toma de datos.

En cada una de las parcelas de cada experimento se cuantificaron las siguientes características agronómicas, que se consideran de importancia económica y fenotípica en el desarrollo de materiales mejorados.

- **Días a floración masculina (DM)**. Expresado como el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas se encuentran en antesis, en cada parcela.

- **Días a floración femenina (DF)**. Expresado como el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 por ciento de las plantas en cada parcela posee los estigmas receptivos.

- **Altura de planta (AP)**. Longitud en cm, desde la base del tallo hasta la base de la espiga, de un muestreo de 10 plantas tomadas al azar por parcela.

- **Altura de mazorca (AM)**. Longitud en cm, tomada desde la base del tallo hasta el nudo de inserción de la mazorca de un muestreo de 10 plantas tomadas al azar.

- **Acame de raíz (AR)**. Considerado cuando la planta presenta una inclinación mayor del 30 por ciento con respecto a la vertical del suelo, expresada en por ciento.

- **Acame de tallo (AC)**. Considerado cuando las plantas presenten quebramiento en el tallo por debajo de la mazorca principal, expresada en por ciento en relación al total de plantas por parcela.

- **Mala cobertura (MC)**. Medida antes de la cosecha, y es considerada cuando el totomoxtle no logra cubrir totalmente la mazorca, dejando al descubierto la punta de ésta expresada en por ciento.

- **Mazorcas podridas (MP)**. Se consideran podridas, aquellas mazorcas que tengan más de un 10 por ciento de granos podridos expresado en por ciento en función del número total de mazorcas por parcela.

- **Número de plantas cosechadas (NPC)**. Total de plantas cosechadas en la parcela útil experimental.

- **Número de mazorcas cosechadas (NMC)**. Corresponde al total de mazorcas cosechadas dentro de cada parcela útil, utilizándose como un fiel indicador de la prolificidad de los materiales.

- **Peso de campo (PC)**. Se determina en base al peso total de mazorcas cosechadas por parcela con la humedad presente al momento de la cosecha.

- **Rendimiento por hectárea (RH)**. Para obtener rendimiento se multiplica el peso seco por un factor de conversión, para obtener el rendimiento en ton/ha. al 15.5 por ciento de humedad; por lo que se empleo la siguiente

fórmula.

PESO SECO

$$Ps = (1 / H) * PC$$

Donde:

Ps = Peso Seco.

H = Contenido de humedad.

PC = Peso de Campo.

Una vez obtenido el peso seco (Kg) se multiplica por un factor constante para convertir a Ton/ha. al 15.5 por ciento de humedad el cual resulta de la siguiente formula:

$$FC = \frac{10,000 \text{ m}^2}{APU \times 0.845 \times 1000}$$

Donde:

FC = Factor de conversión a ton/ha.

APU = Area de parcela útil (distancia entre surcos por distancias entre plantas por número óptimo de plantas por parcela).

0.845= Factor para estandarizar el rendimiento al 15.5 por ciento de humedad.

1000 = Constante para obtener rendimiento en ton/ha.

10,000 = Constante para estandarizar el rendimiento por hectárea.

Para obtener el rendimiento en ton/ha al 15.5 por

ciento de humedad viene de multiplicar el peso seco por el factor de conversión.

Análisis estadístico.

El modelo estadístico utilizado en el experimento se hizo mediante un Diseño Experimental en Bloques al Azar con dos repeticiones, cuyo modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observaciones del i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición.

μ = Media general del experimento.

t_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = Efecto de la j -ésima repetición.

E_{ij} = Efecto del error experimental.

Además se llevó a cabo el análisis de varianza combinado a través de localidades bajo el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + \beta_j(k) + l_k + (tl)_{ik} + E_{ij}(k)$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, t$ (tratamiento).

$j = 1, 2, \dots, r$ (repetición).

$k = 1, 2, \dots, l$ (localidades).

Y_{ijk} = Observación del i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición de la k -ésima localidad.

μ = Efecto de la media general.

t_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

$\beta_j(k)$ = Efecto de j -ésima repetición en la k -ésima localidad.

k = Efecto de la k -ésima localidad.

$(\tau)_{ik}$ = Efecto del i -ésimo tratamiento con la k -ésima localidad.

$E_{ij}(k)$ = Efecto del error experimental.

El Cuadro del análisis de varianza combinado a través de localidades se muestra a continuación.

Cuadro 3.3. Del ANVA Combinado a través de localidades en un diseño de bloques al azar.

F V	GL	S.C	C.M	F.C
TRATAMIENTOS	$(t-1)$	SCT	CM5	CM5/CM1
LOCALIDADES	$(l-1)$	SCL	CM4	CM4/CM3
REP /LOC.	$r-1(-1)$	SCr/L	CM3	-----
TRAT.* LOC	$(t-1)(l-1)$	Sct * L	CM2	CM2/CM1
ERROR	$l(t-1)(r-1)$	SCE	CM1	
TOTAL	$ltr-1$	SCTot.		

Para determinar la variación entre los datos experimentales que intervinieron en el análisis de varianza,

se determinaron los coeficientes de variación (CV) mediante la fórmula siguiente:

$$CV = \frac{\sqrt{2CMEE}}{\bar{X}} \times 100$$

Donde:

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

\bar{X} = Media general.

100 = Constante.

Las pruebas de rango múltiple entre las medias por carácter de los tratamientos, se hacen al encontrar diferencias significativas con el análisis de varianza combinado se llevó a cabo con la DMS (Diferencia Mínima Significativa), que se estima con la fórmula siguiente:

$$DMS_{0.5} = t \frac{\sqrt{2CMEE}}{rl}$$

Donde:

t = Valor de " t " con una probabilidad error.

CMEE = Cuadrado Medio Del Error Experimental.

r = Número de repeticiones.

l = Número de localidades.

Para poder llevar a cabo el análisis de las variables porcentuales (AR, AT, MC y MP) se realizó una transformación

de estos valores para forzarlos hacia una distribución normal, supuesto que se debe cumplir para que sea válido el análisis estadístico.

Prepotencias.

Es el patrimonio que una línea o cualquier material genético hereda a sus descendientes y se estima como el comportamiento promedio del material en cuestión, a través de sus cruza la cual se estima con la siguiente fórmula:

$$P_{pij} = \frac{\Sigma x_{ij}}{n}$$

Donde:

P_{pij} = Prepotencia de la cruza simple (CS_{ij}).

Σx_{ij} = Sumatoria de todas las cruza donde interviene la cruza simple (CS_{ij}).

n = Número de participaciones que interviene la i -ésima cruza simple.

Ecovalencia

Apoyados en las pruebas de "F", y de acuerdo en la significancia o no significancia presentada por la interacción genotipo-ambiente, se procedió a estimar la estabilidad de las familias mediante el estadístico

ecovalencia cuyo modelo es el siguiente.

$$W_i^2 = \frac{\sum (X_{ij} - X_{i.} - X_{.j} + X_{..})^2}{SC. \text{ Trat. } * \text{ Loc.}}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, t(\text{tmt})$

$j = 1, 2, 3, \dots, l(\text{ambientes})$

Donde:

W_i^2 = por ciento de contribución del tratamiento i al total de la interacción.

\bar{X}_{ij} = media del tratamiento i en el ambiente j .

$\bar{X}_{i.}$ = media del tratamiento i a través de los ambientes.

$\bar{X}_{.j}$ = media del ambiente j a través de los tratamientos.

\bar{X} = media general.

Las familias se consideran estables cuando tengan valores de W_i^2 pequeños en relación a los demás mestizos.

Diferencial de selección

Es la diferencia que se observa entre la media de las familias seleccionadas y la media general de la población.

Parámetros genéticos

A partir del análisis combinado se estimó en base a las medias de progenie, las varianzas fenotípicas y genotípicas, coeficiente de variación genética y la heredabilidad en sentido estricto, y la varianza de la interacción genotipo por localidad.

Los cálculos se harán con base a las siguientes fórmulas:

$$\delta^2g = \frac{CM5 - CM2}{r \ l}$$

Coefficiente de variación genética.

$$C.V.G. = \frac{\sqrt{\delta^2g}}{\bar{X}} * 100$$

Donde:

δ^2g = Varianza genotípica.

CM5 = Cuadrado medio de las familias.

CM2 = Cuadrado medio de las familias por localidad.

C.V.G.= Coeficiente de variación genética.

\bar{X} = Media general de la población.

Cálculo de heredabilidad.

$$h^2 = \frac{\delta^2g}{\delta^2p}$$

Donde:

h^2 = Heredabilidad.

δ^2g = Varianza genotípica.

δ^2p = Varianza fenotípica.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de esta investigación fueron obtenidos de cuatro experimentos establecidos en las localidades de Celaya Gto, Orizaba Dgo, y Sandia Nuevo León, durante el ciclo primavera - verano de 1994, cada experimento consto de dos repeticiones.

Los resultados encontrados en los análisis de varianza combinados que se realizó para cada uno de los experimentos, en base a nueve características agronómicas se presentan enseguida en el Cuadro 4.1 donde se resumen los cuadrados medios para los cuatro experimentos.

En la fuente de variación localidad se encontraron diferencias altamente significativas en la mayoría de las características evaluadas para los cuatro experimentos excepto para las características Acame de Tallo y Mala Cobertura del experimento tres que presentan diferencias significativas, indicando las diferencias que existen entre las localidades dado por las condiciones climáticas, de posición geográficas y edáficas que son determinantes en el comportamiento. Esto nos indica que las condiciones de cada una de las localidades influyeron de diferente manera en las

Cuadro 4.1 Concentración de cuadrados medios de los análisis de varianza combinado para rendimiento y otras características agronómicas de los híbridos experimentales evaluados en tres diferentes ambientes en 1994.

Variable		FUENTE DE VARIACION CON GRADOS DE LIBERTAD									
Exp.	Loc. 2	Trat.		Trat/Loc		Error		C.V		DMS	Media
		49	98	147	(%)	147	(%)				
1	FM	10775.120	**	18.589	**	4.559	*	3.021	2.0	2.435	87.090
2	FM	5703.120	**	15.661	**	5.426	NS	1.183	2.34	2.866	87.410
3	FM	11265.005	**	21.729	**	4.015	*	2.589	1.87	2.255	85.995
4	FM	9674.405	**	14.748	**	4.140	**	2.278	1.74	2.115	86.555
1	FH	13008.85	**	18.452	**	4.437	NS	4.136	2.29	2.850	88.775
2	FH	7675.605	**	21.647	**	5.116	NS	4.755	2.44	3.056	89.265
3	FH	13530.125	**	26.255	**	4.931	*	3.185	2.03	2.501	87.715
4	FH	10966.805	**	19.474	**	3.295	NS	2.691	1.86	2.299	88.005
1	AP	255186.583	**	518.410	NS	421.022	NS	424.090	9.80	23.303	210.083
2	AP	213227.583	**	485.075	NS	564.743	NS	446.656	9.95	24.445	217.067
3	AP	202204.00	**	657.531	**	463.276	*	362.675	8.79	21.550	216.600
4	AP	277008.583	**	962.320	*	671.253	NS	667.486	11.82	29.454	220.267
1	AM	90334.930	**	530.344	**	275.110	NS	326.643	16.0	20.451	112.960
2	AM	72639.053	**	278.863	NS	283.356	NS	243.175	13.20	17.64	118.103
3	AM	60274.333	**	445.478	**	352.310	**	190.087	11.66	15.601	118.283
4	AM	112272.030	**	449.812	**	297.914	NS	266.771	13.72	18.482	119.010
1	AR	217.303	**	2.740	**	2.970	**	1.714	49.34	1.481	2.653
2	AR	95.363	**	1.635	NS	1.952	**	1.322	56.45	1.301	2.037
3	AR	140.093	**	2.046	NS	1.678	NS	1.545	58.17	1.406	2.137
4	AR	60.063	**	2.024	**	1.869	**	1.220	53.32	1.249	1.997
1	AT	3.323	**	0.623	NS	0.857	NS	0.764	63.66	0.989	1.373
2	AT	38.143	**	0.831	NS	0.963	NS	1.120	67.26	1.197	1.573
3	AT	48.703	*	0.812	NS	0.812	NS	0.848	60.72	1.042	1.517
4	AT	61.390	**	0.960	NS	0.931	NS	1.022	64.39	1.143	1.570
1	MC	22.143	**	5.322	**	3.041	**	2.006	40.04	1.602	3.537
2	MC	155.853	**	4.566	**	2.574	**	1.948	42.90	1.579	3.253
3	MC	99.840	*	6.061	**	3.558	**	1.629	37.94	1.571	3.660
4	MC	125.453	**	6.553	**	2.586	**	1.577	36.06	1.421	3.483

Cuadro 4.1Continuación.

Variable		F.V		Loc.		Trat.		Trat/Loc		Error		C.V		DMS		Media	
Exp.		G.L		2		49		98		147		(%)					
1	MP	119.070	**	1.190	NS	1.635	**	0.915	42.89	1.082	2.230						
2	MP	185.663	**	1.412	**	1.313	**	0.925	43.58	1.088	2.207						
3	MP	95.790	**	1.016	NS	0.940	NS	0.999	49.73	1.131	2.010						
4	MP	88.870	**	1.592	*	1.720	**	1.116	48.91	1.195	2.160						
1	RTO.	530.217	**	7.833	*	7.806	**	5.540	24.71	2.663	9.524						
2	RTO.	620.831	**	7.102	**	6.347	**	4.399	18.34	2.373	11.438						
3	RTO.	725.011	**	7.630	**	6.418	**	2.898	15.56	1.926	10.943						
4	RTO.	1289.854	**	15.240	**	5.883	NS	5.309	19.63	2.607	11.735						

*: Significativo al 5%

** : Altamente significativo al 1%

NS: No significativo.

familias evaluadas detectándose de esta manera el efecto ambiental que hubo en los materiales.

En cuanto a la fuente de variación tratamiento no se encontraron diferencias para Altura de Planta, Acame de Tollo, Mazorcas Podridas para el experimento uno y Altura de Planta, Altura de Mazorca, Acame de Raíz, Acame de Tallo, en el experimento dos, y Acame de Raíz, Acame de Tallo, Mala Cobertura en el experimento tres y solamente para Acame de Tallo para el experimento cuatro respectivamente, por lo que para estas variables los materiales son muy parecidas entre si, y se encontraron diferencias significativas para Rendimiento en el experimento uno y Altura de Planta y Mazorcas Podridas para el experimento cuatro, observándose que para las demás características en los diferentes experimentos se encontraron diferencias altamente significativas, infiriéndose que los tratamientos presentan diferente constitución genética.

Para la fuente de variación tratamiento por localidad no se encontraron diferencias para cuatro características del experimento uno siendo estas Flor Macho, Altura de Planta, Altura de Mazorca, y Acame de Tallo y cinco para el experimento dos las cuales son Flor Macho, Flor Hembra, Altura de Planta, Altura de Mazorca, Acame de tallo, siendo para el experimento tres los caracteres Acame de Raíz, Acame

de Tallo, Mazorcas Podridas y para el experimento cuatro fueron las características Flor Hembra, Altura de Planta, Altura de Mazorca, Acame de Tallo, y Rendimiento, indicándonos que para estas variables existe amplia estabilidad en las diferentes localidades evaluadas.

A la vez se encontró diferencias significativas para la característica Flor Macho del experimento uno y Flor Macho, Flor Hembra, Altura de Planta, para el experimento dos y diferencias altamente significativas para las demás variables evaluadas en los diferentes experimentos y ambientes, expresándonos que las familias evaluadas no presentan un comportamiento estable para estas características al desarrollarse en los tres diferentes ambientes de evaluación.

Los coeficientes de variación (CV) para los análisis de varianza de los cuatro experimentos, para cada caso presentan valores de acuerdo a la característica en cuestión los coeficientes de variación más bajos se observaron en Días a Floración Macho y Hembra para todos los experimentos, los más altos ocurrieron en los por cientos de Mazorcas Podridas, Acame de Raíz, Acame de Tallo y Mala Cobertura; por que son datos que provienen de una transformación lo cual no presentan una distribución semejante a las demás variables, los coeficientes de variación intermedios se observaron en

Altura de Planta, Altura de Mazorca y Rendimiento. Los rangos de éstos van desde 1.74 hasta 67.26 por ciento, sin embargo la mayoría tiene valores porcentuales aceptables indicándonos un alto grado de confiabilidad de los resultados obtenidos, y al mismo tiempo nos expresa la eficiencia con que se llevaron a cabo los experimentos en cada una de las localidades donde se evaluaron.

Una vez demostrado estadísticamente que existe variabilidad entre los tratamientos bajo evaluación se, practico selección considerando como criterio de mayor valor el rendimiento promedio de cada familia en el Cuadro 4.2. Se muestran las 12 familias seleccionadas por experimento para que en total sean 48 familias de hermanos completos representando un 25 por ciento del total. Los valores que presentaron las familias seleccionadas para la característica flor macho fueron rangos desde 82 días para la más precoz y 90 días para la más tardía y para el carácter flor hembra fueron de 84 a 94 días respectivamente, comportándose la mayoría como de ciclo vegetativo intermedio y para la característica Altura de Planta las familias tuvieron rangos de 1.73 a 2.37 mts, respectivamente, observándose que hay familias de porte bajo y alto para seleccionar según nuestro propósito ya sea para grano únicamente o también como doble propósito (grano y forraje), y para altura de mazorca mostraron rangos de 1.03 a 1.34 mts, respectivamente,

Cuadro 4.2. Concentración de medias de rendimiento y características agronómicas de las mejores 48 familias seleccionadas evaluadas en tres ambientes, incluyendo su ecovalencia.

FM	FH	AP	AM	AR	AT	MP	MC	RTO	HIB	EXP	ECOV
85	87	231	130	2	1	4	1	15.209	31	4	0.274
88	89	233	127	2	1	3	1	15.202	34	4	1.357
89	90	236	128	2	1	3	1	14.303	29	4	0.131
87	88	230	130	2	1	4	2	14.245	37	4	0.564
90	91	224	126	2	1	3	1	13.695	25	2	0.388
86	87	229	123	3	1	3	1	13.417	3	3	2.752
84	84	218	109	2	1	3	2	13.414	8	4	0.174
86	88	229	125	2	1	4	3	13.401	14	2	0.098
89	92	220	111	2	1	3	2	13.248	8	2	0.117
85	87	199	124	1	2	4	3	13.089	38	2	4.201
88	91	226	128	3	1	2	2	13.020	1	4	0.018
86	87	222	122	2	2	4	1	12.965	18	4	0.620
86	87	217	124	1	1	3	3	12.958	19	4	0.330
87	90	224	128	2	2	3	2	12.957	45	2	1.573
89	90	221	129	2	1	3	2	12.956	11	2	0.913
86	87	229	123	3	1	3	1	12.841	41	3	0.122
89	90	228	129	3	1	3	2	12.809	44	4	1.303
86	88	237	133	3	2	3	2	12.777	38	4	1.818
87	89	225	123	2	1	5	2	12.770	10	4	0.243
84	85	224	122	2	1	2	3	12.687	43	2	0.202
86	87	223	118	1	1	4	2	12.614	14	4	0.131
87	89	226	122	1	2	4	2	12.542	23	3	0.158
84	85	229	134	2	2	5	2	12.480	34	3	0.296
87	88	223	123	2	2	3	2	12.454	17	3	1.028
87	89	223	127	1	2	4	3	12.378	24	2	1.320
90	91	229	120	4	2	5	2	12.372	40	3	0.510
88	91	223	115	1	1	3	2	12.344	7	2	0.127
89	91	227	122	2	1	4	2	12.321	16	2	0.049
85	86	173	104	2	2	2	2	12.276	44	2	0.170
87	88	220	123	2	1	4	1	12.275	31	3	0.029
89	90	220	129	2	1	3	3	12.254	10	2	0.171
89	92	227	126	2	2	4	2	11.912	44	3	0.106
82	84	215	113	2	1	6	2	11.797	22	3	3.644
85	86	221	128	3	1	3	3	11.706	45	3	1.137
87	89	210	114	2	1	2	1	11.635	36	3	0.288
83	85	199	110	1	1	5	2	11.597	29	3	2.453
88	94	210	121	3	1	3	2	11.195	34	1	0.426
87	88	214	123	2	1	4	2	11.109	36	1	1.414
87	88	221	119	3	1	3	3	10.785	26	1	1.777

Cuadro 4.2.Continuación.

FM	FH	AP	AM	AR	AT	MP	MC	RTO	HIB	EXP	ECOV
85	86	206	104	2	1	2	2	10.702	31	1	0.079
90	91	214	117	3	1	4	2	10.632	35	1	1.694
86	89	220	120	2	1	3	2	10.604	16	1	0.099
88	90	212	119	3	1	3	3	10.576	37	1	2.622
90	91	208	127	3	2	2	2	10.453	33	1	0.786
86	87	220	123	4	1	3	2	10.397	17	1	0.293
89	91	209	109	2	2	4	2	10.384	23	1	0.391
90	92	218	125	4	1	4	2	10.374	13	1	1.015
89	91	191	103	3	1	3	2	10.357	24	1	0.025
87	89	218	122	2	1	3	2	12.300	X SELECCINADAS		
87	89	216	117	2	1	4	2	10.839	X GENERAL		
88	90	212	119	3	1	3	2	12.993	49	1	0.375 T
84	86	223	123	1	1	3	2	12.999	48	2	1.913 T
84	85	214	123	1	1	3	2	12.587	49	3	1.538 T
87	88	219	117	1	1	3	2	13.195	49	4	1.167 T

mostrando ser algunas familias más bajas y otras más altas que los testigos utilizados, por lo que son muy aptas para realizar cosechas tanto manuales como mecánicas.

En cuanto a la característica Acame de Raíz, se observan valores de uno por ciento para la familia con menor daño y del cuatro por ciento para las que mayor daño presentaron para este carácter, para la característica Acame de Tallo se observan valores del uno al dos por ciento en todas las familias seleccionadas, indicándonos que para estas características las familias en promedio se comportaron altamente tolerantes; en la característica mazorcas podridas se obtuvieron valores del dos por ciento para la familia que presento menor daño y valores del seis por ciento para la que presento mayor daño. Para la característica de Mala Cobertura se observan valores del uno por ciento para la menos afectada y un tres por ciento para las más afectadas para este carácter en cuanto a estas dos características observamos rangos aceptables para la mayoría de las familias seleccionadas. En Rendimiento el promedio que se observó en los cuatro experimentos en las mejores familias seleccionadas evaluadas en tres diferentes ambientes, fueron para la mejor familia con un valor promedio de 15.209 ton/ha. para la de mayor rendimiento y 10.357 ton/ha. en promedio para la de menor rendimiento pero aceptable. Cabe mencionar que las familias más rendidoras en esta evaluación serán denominadas

como sintéticos de (ocho líneas) que podrán ser desarrolladas para contribuir a las demandas de los agricultores en el bajío mexicano y obtengan mejores perspectivas de producción ya sea para grano o como doble propósito.

Observese también que nueve de las familias seleccionadas presentaron rendimientos numéricamente superiores que el mejor testigo el cual fue el híbrido comercial AN-451E, el cual presenta un buen número de características agronómicas deseables y buen rendimiento, notese también que 28 familias están por arriba de la media de las familias seleccionadas, y 38 rebasan la media general o poblacional quedando las demás con un rendimiento promedio por debajo de ambas medias, pero producción aceptable, observándose con esto que las familias seleccionadas como resultado de la evaluación en tres diferentes ambientes, obtuvieron rendimientos aceptables y buen número de características agronómicas deseables.

También se muestran las ecovalencias estimadas para el carácter Rendimiento de las mejores 48 familias seleccionadas incluyendo los mejores testigos en base a las tres localidades de evaluación, observando rendimientos muy aceptables y buen número de características agronómicas y que la mayoría supera a la media general, siendo la familia más inestable la 38 con un porcentaje de ecovalencia del 4.201

por ciento a la interacción genotipo - ambiente, expresándonos que es una de las familias más inestables al haber sido evaluadas en tres ambientes diferentes, seguida de las 22, 3, 37 y 29, con valores de estabilidad del 3.644, 2.752, 2.622 y 2.453 por ciento respectivamente, las demás familias seleccionadas interactuaron en menor porcentaje con el ambiente, observándose valores desde las más estables siendo las familias (1), (24), (31), (16) y (3) con porcentajes de ecovalencia de 0.018, 0.025, 0.029, 0.049 y 0.079, por ciento respectivamente, pero con rendimientos más bajos en comparación con algunas que son más inestables, observándose el mejor rendimiento para la familia 31 con un porcentaje de estabilidad del 0.274 por ciento, los mejores testigos en base a las tres localidades de evaluación fueron los híbridos comerciales AN-450R, con un valor de interacción del 1.913 por ciento y AN-451E con un porcentaje de interacción genotipo - ambiente del 1.167 por ciento.

Para las familias que presentan porcentajes muy altos para este efecto, se requiere destituir las por otras más estables para seguir trabajando en próximos ciclos de selección y obtener mejores resultados.

Estas familias seleccionadas al recombinarse constituirán el primer ciclo de selección de esta población y se llevarán a F_2 para entre ellas identificar las que menos

abatimiento de rendimiento expresen y puedan ser utilizadas como Variedad (es) Sintética (s) para la region del Bajio Mexicano.

Para tener una idea aproximada del comportamiento del primer ciclo de selección se determinó el diferencial de selección para cada caracter evaluado.

Cuadro 4.3. Diferenciales de seleccion observados en las diferentes características evaluadas.

	FM	FH	AP	AM	AR	AT	MP	MC	RTO
X	-0.5	0.25	1.75	4.25	0	0	-0.5	0	1.476

observándose que las características agronómicas que exhiben mayor ganancia en los tres diferentes ambientes evaluados en cada experimento son; los caracteres, rendimiento, flor hembra, altura de planta, altura de mazorca y en los caracteres flor macho y mazorcas podridas se disminuye un poco aunque no muy considerable, en el resto de las características, obsérvese que no sufren cambios en relación a la media, el diferencial de selección se obtuvo apartir de la media de las familias seleccionadas para cada carácter evaluado por cada experimento sumando los promedios de cada experimento y dividiéndolo entre cuatro y comparándola con la media poblacional.

Con el fin de cumplir con el tercer objetivo

preestablecido, se estimaron y se presentan las prepotencias de las cruzas dobles que mostraron superioridad para este efecto a través de los ambientes de evaluación. Con el objetivo de que nos sirvan como fuente derivadora de nuevas líneas. (Cuadro 4.4).

Los rangos en prepotencia en los 46 híbridos iniciadores de las Familias de Hermanos Completos para la característica flor macho fue de nueve días y para flor hembra fue de diez días, y para altura de planta el rango fue de 24 cm. siendo para altura de mazorca 13 cm, observándose rangos muy importantes para estas cuatro características, para los caracteres acame de tallo, acame de raíz y mazorcas podridas los rangos fueron mínimos siendo de dos, uno, y uno, por ciento respectivamente, no encontrándose diferencias entre familias para mala cobertura, para la característica rendimiento el rango fue de 4.747 ton/ha.

Cuadro 4.4. Concentración de las mejores 10 familias seleccionadas por su prepotencia (Pp) estimadas para rendimiento y otras características.

FM	FH	AP	AM	AR	AT	MP	MC	RTO	HIB.	No. CDI
88	89	233	124	2	1	4	2	13.224	40	7
87	88	224	123	2	1	4	2	12.247	26	7
87	89	219	116	2	1	3	2	12.202	36	8
83	86	214	124	1	2	4	2	11.723	39	5
85	87	218	115	2	1	3	2	11.718	11	5
89	91	214	118	2	1	3	2	11.708	15	7
87	89	223	122	2	1	4	2	11.635	29	6
89	91	220	121	2	1	4	2	11.624	12	11
86	88	210	115	2	1	4	2	11.570	38	7
88	90	220	119	2	2	3	2	11.551	9	9

NoCDI: Número de cruzas donde intervino.

Por lo que en base a los resultados y discusión de este cuadro se opta por aceptar la segunda hipótesis planteada ya que menciona que se podrán identificar híbridos con altos efectos de habilidad combinatoria y se cumple el tercer objetivo del experimento o estudio de investigación, donde seleccionamos las mejores familias por su habilidad combinatoria para implementar un programa práctico y dinámico de endogamia - hibridación.

Cuadro.4.5. Concentracion de algunos parámetros genéticos.

Parámetro Genético	FM	FH	AP	AM	AR	MP	MC	RTO
C.V.G	3.08	3.35	3.72	6.45	34.39	16.00	48.36	12.84
h^2	.405	.409	.098	.134	.272	.238	.192	.207

Se muestran los valores estimados del coeficiente de

variación genético (CVG) siendo un indicador del grado de variabilidad genética de la población para las características días a flor masculina y femenina presentan valores del 3.084 y 3.350 por ciento respectivamente, presentando para altura de planta 3.726 por ciento y 6.453 por ciento para altura de mazorca, para el carácter mazorcas podridas el valor fue de 16.002 por ciento, siendo para mala cobertura el valor más alto con un porcentaje de 48.369 por ciento y para la característica rendimiento presenta un valor del 12.842 por ciento. Esto nos indica que existe un amplio margen de variabilidad en los últimos cuatro caracteres mencionados, sobre todo para mala cobertura. No sucede lo mismo para días a flor y altura de planta pero podemos esperar respuesta debido al alto grado de heredabilidad encontrado también para rendimiento, por lo que se espera excelentes resultados en la selección.

Se obtuvo la estimación de heredabilidad en sentido estricto (h^2). para cada una de las características evaluadas para días a floración masculina y femenina los valores fueron de .405 y .409 respectivamente y para altura de planta y mazorca fueron de .098 y .134 respectivamente siendo estos valores más bajos que los anteriores para las características Mazorcas Podridas, y Mala Cobertura los valores son .238 y .192 respectivamente y para rendimiento el valor fue de .207. Los valores encontrados están por debajo del 0.50,

indicándonos que aunque los valores no son muy altos se puede esperar una respuesta efectiva para algunas características principalmente para días flor.

Resumen

En las localidades de Celaya, Gto.; Orizaba, Dgo., y Sandia, N.L. Se evaluaron 200 Familias de Hermanos Completos que se formaron a partir de la recombinación de 40 híbridos dobles selectos, algunos comerciales. El diseño estadístico experimental utilizado fue un Bloques al Azar combinado con dos repeticiones, a través de sus localidades de evaluación.

Los objetivos planteados para este estudio fueron. Iniciar la formación de una población normal para el bajío mexicano bajo el esquema de Selección Recurrente de Familias de Hermanos Completos con pedigrí incluyendo una amplia y selecta base genética; Estimar parámetros genéticos para rendimiento y otras características agronómicas deseables. Identificar los mejores híbridos por su ACG y ACE para la derivación de líneas aprobechables en un programa de hibridación. E identificar familias (Sintéticos de ocho líneas) que rindan más y tengan un aceptable comportamiento agronómico en relación a la media general o la media del mejor testigo.

Se estimó la estabilidad de las familias mediante el estadístico ecovalencia (W_i^2) así como el del diferencial de selección. Siendo el rango involucrado para las familias seleccionadas de (W_i^2) para este efecto de 0.015 para las familias más estables y un 4.201 para las menos estables. En cuanto al diferencial de selección se observaron incrementos para AM con un valor del 4.25 cm, AP 1.75cm, FH 0.25 días, y RTO. con 1.476 ton/ha. Para las características AR, AT, MC, no sufren cambios en relación a la media poblacional, y decrementos para las características FM, MP, con valores de -0.25 y -0.5 respectivamente.

El modelo usado para obtener las prepotencias (P_p) de las Cruzas Simples consistió en sumar y promediar los valores observados obtenidos por las cruzas dobles, donde participo el híbrido, identificando así las mejores por su (AC) siendo de las mejores la familia 40 con un rendimiento promedio de 13.224 ton/ha y un 11.551 ton/ha para la nueve, involucrando estos valores los límites de las mejores 10 familias seleccionadas.

A partir del análisis de Varianza Combinado se estimaron algunos parámetros genéticos en base a las medias de las familias, como son Coeficiente de Variación Genética, y heredabilidad en sentido estricto (h^2). Siendo los valores para el coeficiente de variación genética para DFM 3.084, DFH

3.350, AP 3.726, AM 6.453, MP 16.002, MC 48.369, y RTO. 12.842 por ciento respectivamente, los estimados para (h^2) en sentido estricto se observan valores por debajo del 0.50 siendo (.405, .409, .098, .134, .238, .192, .207.) respectivamente, para las misma características mencionadas anteriormente, indicándonos que se puede esperar una respuesta efectiva para la selección.

Conclusiones

De los resultados obtenidos en la presente investigación y de acuerdo con los objetivos e hipótesis planteadas se concluye que:

- Apartir de la recombinación de 40 híbridos selectos de maíz se formaron 200 familias de hermanos completos, bajo el esquema de selección recurrente de hermanos completos con pedigrí, aplicando un 25 por ciento de presión de selección en los diferentes ambientes evaluados se seleccionaron las 48 familias más sobresalientes en cuanto a rendimiento, estabilidad y otras características y así se concluyó el primer ciclo de selección.

- Al analizar los parámetros se encontraron valores aceptables para el coeficiente de variación genética encontrándose amplia variabilidad para los caracteres evaluados, lo que permitirá seguir realizando selección con efectividad.

- Se clasificaron los individuos fundadores (híbridos dobles) de la población, en función a su ACG con el fin de derivar líneas de las más sobresalientes siendo éstos (40,

26, 36, 39, 11).

- Se lograron detectar familias de hermanos completos o sintéticos de (ocho líneas) con buen rendimiento y características agronómicas deseables que superaron al mejor testigo y a la media poblacional en los diferentes caracteres medidos y muy estables, a través de las localidades de evaluación, siendo estas (31, 34, 29). las que se esperan mantengan este potencial en generaciones avanzadas.

LITERATURA CITADA

- Allard, R. W. (1967). Principios de la mejora genética de las plantas. José L. Momtoya. Traductor. Ed. Omega S. A. Barcelona.
- Brauer, H. O. (1980). Fitogenética aplicada. Ed. Limusa 4ª reimpresión. México.
- CIMMIT, (1983). CIMMIT'S Program. An Overview of International maize and wheat improvement centers in México.
- CIMMYT, (1987). Report on maize improvement 1986-1987. Centro internacional de mejoramiento de Maíz y trigo, el Batán México.
- Cortez, M., H., A. Rodríguez C., M. Gutiérrez G., J. Duval I., R. Girón C. y M. Oyervides G. (1985). Evaluation of broad-based improved populations of maize (*Zea mays* L.). Cumulative gene effects and heterosis. UAA "AN", Saltillo, Coah., México. 143 p.
- Compton, W. A. and J. H. Lonquist. (1982). A multiplicative selection index applied to four cycles of full-sib recurrent selection in maize. *Crop Sci.* 22: 981-983. United States of America.
- Chávez, A., J. L. y E. López P. (1987). Apuntes de mejoramiento de plantas. II. UAA "AN", Buenavista Saltillo, Coah. México.
- Fischer, K. S.; E. Johnson C. y G. Edmeades G. (1987). Mejoramiento y selección de maíz tropical para incrementar la resistencia a la sequía. CIMMIT Batán, México. 78p.
- Gómez, G., J. R., H. De León C. y S. A. Rodríguez

con pedigrí. XI. Congreso Nacional de Fitogenét.
Guadalajara. México.

- González S. C. ; R. P. José.; R. D. José Luis. (1987). Cruzas entre híbridos comerciales de Maíz. C. (JALISCO), INIFAP. Guadalajara, Jal.
- Hallauer, A, R. (1978). Relation of quantitative generatics to applied maize breeding. Brazil Journal of Genetics 3:207-233.
- Hallauer, A, R. and J. B. Miranda. (1981). Método de mejoramiento de maíz. Trad. Dr. Hernán Cortés M., Capítulo 7. in Quantitative Genetic in Maize Breeding. SARH -INIA.
- Hallauer, A. R., and S. A. Eberhart. (1966). Evaluation of Synthetic Varieties of maize for yield. Crop Sci. 6:423-427.
- Hernández M., L. (1986). Selección Recurrente de Hermanos Completos en la población de maíz tropical (Zea mays L.) Complejo 24. I. Estimación de parámetros genéticos. Tesis Profesional. UAA "AN". Buenavista. Saltillo. Coah.
- Hull, Fred H. (1945). Recurrent Selection For Specific Combining Ability in Corn. Agron. J. 37:134 - 145.
- Jenkins, T. J. (1931). The effect of inbreeding selection within inbred lines of maize upon hybrids made after successive selfing. Iowa State Univ. Jour. 42:503-508.
- Jenkins, M. T. (1940). The segregation of genes affecting yield of grain maize. Jour. Amer. Soc. Agron. 32:55-60.
- León, C., H, D. (1987). Selección Recurrente en Familias de Hermanos Completos con pedigrí. en maíz (Zea mays L.) Tesis maestría UAA "AN". Saltillo. México. 60p.
- Lonnquist, J. H. and N. E. Williams. (1967). Development of

- families. *crop Sci.* 9(6):506-601. América.
- Mather, K. (1949). *Biometrical Genetics*. Metuen. Lond
- Moll, R. H. and C. W. Stuber. (1971). Comparisons response to alternative selection procedure initiated with two population of maize (*Zea mays* L.) *Crop* 11(5):706-711. United states of América.
- Moll, R. H. and W. D. Hanson. (1984). Comparison effects of intrapopulation Vs. interpopula Selection in maize. *Crop Sci.* 24(6): 1047-1052. Un State of América.
- Muchena, S. C. ; C. O. Grogan and A. D. Violic. (19 The effect of recurrent selection for reduction plant and ear height internode pattern in two Trop maize. (*Zea mays* L.) population. *C. J. plant* 59(1):143-146. United States of América.
- Oyervides, G. M. (1981). Programa de maíz del CIAB. I SARH. pag. 124-127.
- Poehlman, J. M. (1983). Mejoramiento genético de cosechas. Ed. Limusa. 8ª reimpresión. México, D. F.
- Romero, D., J. N. (1987). Selección Recurrente Hermanos Completos con Pedigrí en una pobla superenana de maíz (*Zea mays* L.) Evaluación del y formación del C4. Tesis profesional. UAA ". Buenavista Saltillo Coah. México. 53p.
- Sierra, M., R. E. Preciado, J.J. Alcánzar, F. A. Rodríguez (1991). Selección familiar de Progenies de Herm Completos en poblaciones de maíz para el Tróp Mexicano. Turrialba: Vol. 41, Num. 2. Pag. 202-210.
- Singh, M.; A. S. Khehra and B. S. Dhillon. (1986). Direct and Correlated response to recurrent full-selection for prolificacy in maize. *Crop* 25(2):275-278. United States of America.
- Velásquez R., R., H. Córdova S. y F. Poey D. (19

Completos provenientes de diferentes poblaciones maíz (*Zea mays* L.) Tesis de Maestría UA.ch. Chapíng México. 98p.

Velásquez M., R. R.; A. Muñoz O.; H. S. Córdova y Martínez G. (1983). Híbridos simples entre familias de hermanos completos de diferente población maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia*. 53:109-119. México.

Venegas S., H. (1986). Selección de Hermanos Completos derivados de las mejores familias de la población de amplia base genética precoz (PABG). CAEJAL-CIA INIFAB. SARH. Congreso de SOMEFI. México.

Wellhausen, E. J. (1952). El maíz híbrido y su utilización en México. Folleto técnico No.6 oficina de estudios especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería México.

Zorrilla, H. L. and P. L. Crane. (1982). Evaluation of three cycles of full-sib family selection for yield in the opaque-2 variety of maize. *Crop Science* 22(1):10-12 Abstract No.8255 plant Breeding Abstracts.