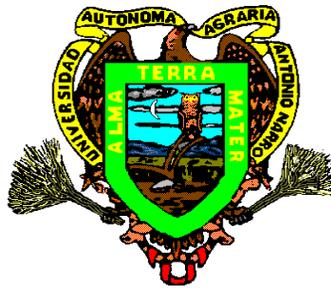


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



**Caracterización de una población precoz en maíz, a partir de
Híbridos dobles.**

BERNARDO ROMERO RAMÍREZ.

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL

TITULO DE INGENIERO

AGRONOMO FITOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 1999.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISION DE AGRONOMIA

**CARACTERIZACIÓN DE UNA POBLACIÓN PRECOZ EN MAÍZ, A
PARTIR DE HÍBRIDOS DOBLES.**

POR:

BERNARDO ROMERO RAMÍREZ.

TESIS

**Que se somete a consideración del H. jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista.**

APROBADA

El presidente del jurado

Ing. M.C. Humberto de León Castillo.

**Ing. M.C. Arnoldo Oyervides García.
SINODAL**

**Ing. Abel Valdés Salazar.
SINODAL**

El coordinador de la división de agronomía

ING. MC. Reynaldo Alonso Velasco.

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 1999.

DEDICATORIA.

Con profundo amor, admiración y respeto a mis padres:

**Sr. Miguel Romero García.
Sra. Ana María Ramírez Sánchez.**

Que siempre depositaron en mí su confianza, su fe y todas sus esperanzas, las cuales siempre sirvieron para no desistir en mi camino, que depositaron en mí la buena semilla, de la cual tarde o temprano verán crecer buenos frutos, han logrado con su perseverancia darme la herencia más valiosa que un padre puede ofrecer a sus hijos.

Con respeto y cariño a mis hermanos:

**Ignacio,
Miguel Angel,
Benito Fabián,
María Gabriela y
María de los Angeles.**

Que en momentos dulces y amargos, no me dieron la espalda, y que de una forma u otra, sirvieron de aliento, para continuar mi camino y lograr mi objetivo, demostrando con ello que se puede lograr lo anhelado, si no se pierde la esperanza.

Para esa gran familia que he recibido, la cual, es lo más valioso en mi vida.

AGRADECIMIENTOS.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme recibido en su seno y haber permitido mi formación profesional.

Al Instituto Mexicano del Maíz, Mario Castro Gil, y a todo el personal que ahí labora, para que de una u otra forma hicieran posible el presente trabajo de investigación.

Al Ingeniero M.C. Humberto de León Castillo, que me permitió realizar el presente trabajo de tesis en una de sus investigaciones, por su gran apoyo en la realización del mismo, por compartir su extensa experiencia y enseñanzas, en el interminable mejoramiento genético del maíz.

Al Ingeniero M.C. Arnoldo Oyervides García, por su valiosa colaboración en la revisión del presente trabajo, que con su extensa experiencia, hace mas completo este trabajo de investigación.

Al Ingeniero Abel Valdés Salazar, que con su colaboración desinteresada, en el trabajo estadístico y sus valiosas observaciones, hicieron posible el presente trabajo de tesis.

INDICE.

	Página.
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
INDICE DE CONTENIDO.....	V
INDICE DE CUADROS.....	VI
INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Rendimiento.....	4
Factores que influyen en el rendimiento.....	4
Precocidad.....	6
Varianzas genéticas.....	8
Varianza aditiva.....	8
Varianza de dominancia.....	8
Varianza fenotípica.....	8
Diseño genético Carolina del norte I.....	9
Aptitud combinatoria.....	11
ACG.....	11
AGE.....	12
MATERIALES Y METODOS.....	13
Material genético.....	13
Descripción del material genético.....	13
Descripción del área de estudio.....	15
Diseño experimental.....	15
Caracteres evaluados.....	17
Metodología para la selección de híbridos.....	19
Análisis genético.....	20
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	23
CONCLUSIONES.....	44
RESUMEN.....	45
BIBLIOGRAFIA.....	47

APENDICE.....	50
---------------	----

INDICE DE CUADROS.

	Página.	
Cuadro 3.1	Forma del análisis de varianza del diseño experimental bloques al azar.....	16
Cuadro 3.2	Planteamiento del análisis de varianza para el diseño genético “Carolina del Norte I”.....	21
Cuadro 4.1	Cuadrados medios del análisis de varianza de los 4 experimentos, para los caracteres: Rendimiento, días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta y altura de mazorca.....	24
Cuadro 4.2	Concentración de las 5 mejores cruzas dobles dentro cada experimento.....	27
Cuadro 4.3	Genealogía de los híbridos dobles seleccionados dentro de cada experimento.....	32
Cuadro 4.4	Cuadrados medios del análisis de varianza del experimento total, coeficiente de variación, media, DMS y rango de los caracteres analizados.....	34
Cuadro 4.5	Representación de las mejores 10 ACG con sus cruzas simples, en el experimento total.....	38
Cuadro 4.6	Representación de las 5 ACE mejores en el experimento total, indicando su respectiva craza doble.....	38
Cuadro 4.7	Cuadrados medios del análisis de varianza del diseño genético I, para los caracteres: Rendimiento, días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta y altura de mazorca.....	39
Cuadro 4.8	Componentes de varianza para los caracteres, rendimiento, días a floración femenina, días a floración masculina, altura de planta y altura de mazorca.....	42
Cuadro 4.9	Varianza aditiva y de dominancia para los caracteres: Rendimiento, días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta y altura de mazorca.....	42
Cuadro A.1	Genealogía del material experimental utilizado en la Evaluación.....	51
Cuadro A.2	Número de Progenitor Macho y hembra, en su respectiva entrada.....	57

INTRODUCCION.

Es común ver actualmente que los fitomejoradores, se encuentran buscando alternativas para mejorar poblaciones o híbridos ya existentes en maíz (*Zea mays*), los cuales presentan alguna característica agronómica indeseable o simplemente para formar materiales mejores que los existentes en el mercado. Entre estas características no deseables tenemos la de madurez tardía. Los materiales tardíos se encuentran en desventaja con respecto a los materiales precoces, en distintos aspectos, por ello se realizan trabajos en el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, para mejorar aquellos híbridos y poblaciones de aceptable rendimiento y buenas características agronómicas, haciéndolos también materiales más precoces, deseables para el agricultor, prefiriéndolos, por que, mientras menos tiempo permanezcan en el terreno se ahorrará energía, agua, insumos, labores culturales, que directamente benefician su economía.

Estos materiales de maduración temprana, pueden ser otra alternativa, para aprovechar aquellos terrenos ó regiones áridas, del norte del país principalmente, donde el temporal es pobre (escasa lluvia y/o mala distribución de ella) y donde, las heladas, se encuentran también afectando a los cultivos básicos como el maíz. La característica precocidad en estos materiales mejorados, los haría escaparse de dichas condiciones adversas.

Anteriormente se buscaba germoplasma o material precoz en regiones que se caracterizan por tener condiciones adversas (principalmente mal temporal) lógicamente pensando en la respuesta que tienen estas plantas a sobrevivir acortando su ciclo de vida, escapando a dichas condiciones. El siguiente paso para mejorar estos materiales precoces no permitía obtener grandes rendimientos ya que estas poblaciones no portaban esa información genética. En este estudio utilizando una alternativa para solucionar lo mencionado anteriormente se siguió el procedimiento en forma inversa, las líneas mejoradas (elite) que ofrecen buenas características en sus híbridos (buena producción principalmente) se cruzaron con una población donadora de precocidad, con miras a obtener una población rendidora y precoz, de la cual se puedan derivar buenas líneas para formar mejores híbridos. En el presente estudio, dicha población se evaluó mediante un sistema de apareamiento, diseño genético “Carolina del Norte I “ para estimar las varianzas genéticas presentes en la población.

El motivo de caracterizar esta población es de estimar la variabilidad genética que muestren los diferentes caracteres agronómicos, esto es de suma importancia al iniciar cualquier programa de mejoramiento genético para idear un adecuado esquema de mejoramiento, ya que la respuesta a la selección, depende en primer lugar de este valor, así como de su heredabilidad y de la frecuencia de genes presentes en la población.

Analizado lo anterior se plantearon los siguientes:

OBJETIVOS.

- Obtener híbridos precoces, y que superen en rendimiento a los testigos comerciales.
- Caracterizar la población mejorada, para ver que método de mejoramiento emplear en un futuro, maximizando adecuadamente la varianza genética.

HIPOTESIS.

- Al menos un híbrido experimental es de mejor comportamiento agronómico que los testigos empleados.
- Existen varios métodos de mejoramiento, y la aplicación del esquema de mejoramiento adecuado, dependerá de la varianza genética presente en la población.

REVISION DE LITERATURA.

RENDIMIENTO.

Poey (1978) citado por Gándara (1995) menciona que el número, peso del grano y número de mazorcas por planta, son los componentes de rendimiento mas importantes, donde el máximo rendimiento por hectárea, dependerá de un peso óptimo de granos que puedan producirse por planta, para una densidad de población óptima y factores ambientales adecuados, el número de granos depende, de la mazorca y se determina por el número de hileras y de granos por hilera, así mismo el número de mazorcas que produzca cada planta, influirá también en el potencial de número de granos por planta.

El rendimiento se considera como fundamental en la producción de maíz. Poehlman (1979) menciona como capacidad particular del maíz híbrido la producción de altos rendimientos, razón por la cual existe una rápida sustitución de las variedades de polinización libre, señala además que éste carácter es determinado por la acción de numerosos genes, muchos de estos genes afectan diversos procesos vitales que suceden en la planta como nutrición, fotosíntesis, transpiración, translación y almacenamiento de nutrientes. Afecta también directa o indirectamente el rendimiento, la precocidad, la resistencia a la acción de insectos y enfermedades.

Gaytan (1994) al realizar estimación de heterosis para diferentes características cuantitativas en maíz, en progenitores de valles altos y subtropicales, encontró, que no necesariamente los genotipos de mas alto índice de cosecha, son los de mayor producción, y en el respectivo análisis de correlación, detectó que dicha correlación era positiva en rendimiento con características agronómicas como lo son: Peso de 100 semillas, materia seca, altura de mazorca y días a madurez fisiológica. Hace hincapié que el peso de 100 semillas, resulta ser muy importante ya que de él depende el alto o bajo rendimiento.

Alvarez (1984) en base a las correlaciones estimadas, concluye que el rendimiento es la característica mas importante a seleccionar, pero los mejoradores pueden valerse de otras características agronómicas de fácil medición que estén correlacionadas, ya sea positiva o negativamente, como número de mazorcas por planta y acame de tallo en alta densidad respectivamente.

Cervantes (1985) al realizar selección recurrente por hermanos completos en una población superenana, notó que los diferenciales de selección obtenidos entre las familias seleccionadas, para obtener el segundo ciclo de selección y el testigo Lucio Blanco mejorado (F) C1 mostraron la eficiencia de la selección recurrente en esta población, ya que en cuanto a rendimiento se tuvo una ganancia de 1.884 ton/ha y las familias seleccionadas presentaron mayor sanidad, sin embargo los días a floraciones y la altura de planta fueron un poco mayores, en las familias seleccionadas que en el testigo, debiéndose en un futuro ponderar con rendimiento y evitar elevar estas características.

PRECOCIDAD.

Varios investigadores observando las difíciles condiciones que prevalecen en las zonas áridas y semiáridas, han optado por dos estrategias de mejoramiento, a) Mejorar el ambiente en el cual se desarrollan las plantas y b) Mejorar las plantas para adaptarlas a condiciones ambientales adversas. Al tratar de mejorar el ambiente, se hace necesario la inversión fuerte de recursos económicos, los cuales, muchos de los países no poseen, por lo tanto se opta por la mejora de plantas para resistir o tolerar dichas condiciones adversas. La necesidad de producir nuevas variedades precoces es grande, las cuales deben ajustarse adecuadamente a los sistemas de producción y aprovechar eficientemente el régimen pluviométrico de éstas zonas. Dentro de las estrategias que se han utilizado para desarrollar variedades para estas regiones áridas y semiáridas son: 1) Selección recurrente para precocidad, 2) Cruzamiento de materiales precoces con intermedios y posteriormente selección para precocidad y características agronómicas deseables (Castillo, 1994).

Llanos (1984) expresa que la mejora de la precocidad en maíz ha sido un antiguo objetivo en los planes de mejora genética, reducir al menos en unos días el ciclo significa poder cosechar el grano con menos contenido de humedad y obtener un sustancial ahorro en el consumo de energía de secado. El acortamiento del ciclo va asociado con un menor rendimiento en grano a igualdad de otras características, unir en una misma variedad un ciclo precoz con una buena adaptación a una mayor densidad de siembra permite compensar el menor rendimiento, debido al menor tiempo que la variedad tarda en madurar. También menciona que la precocidad depende

principalmente de los siguientes factores: Buena germinación en condiciones de baja temperatura y humedad en el suelo, rapidez del desarrollo vegetativo y pronta entrada en floración de las plantas, pronta maduración de las semillas y rapidez del secado del grano en la planta.

Ruiz (1996) realizó evaluación y estimación de respuesta a la selección, en materiales recobrados de maíz utilizando tres esquemas de mejoramiento y en función a las ganancias reportadas para los diferentes caracteres, quedaron clasificados de la siguiente manera: el método de selección gamética fue altamente eficiente para mejorar precocidad además de rendimiento, el método de retrocruzas para mejorar rendimiento y el método por pedigrí capitalizó grandemente los efectos de mejoramiento para resistencia a características desfavorables.

López (1976) menciona que la asociación que el agricultor hace, de la precocidad con la coloración del grano, en términos generales se cumple, aun cuando con su trabajo dicha asociación fue comprobada parcialmente, debido a la naturaleza de la prueba, en la cual los genotipos fueron movilizadas de su lugar de origen. Tal afirmación dice que los maíces blancos tienden a ser mas tardíos, el amarillo suele ser el mas precoz, pero el negro o azul tuvo un comportamiento variable.

Sprague (1974) dice que la gama de madurez de los maíces disponibles para los agricultores, no es suficientemente amplia. Los agricultores que siembran bajo temporal necesitan de un maíz precoz que se ajuste a un período breve de lluvia o que se ajuste a una rotación con otros cultivos, los agricultores deben disponer de una variedad que

madure entre los 90 y 100 días. En contraste si el agricultor es afortunado, tiene riego y desea un maíz de ciclo mas largo habrá que ofrecerle una variedad que madure entre los 130 y 150 días o tal vez mas.

VARIANZAS GENETICAS.

Falconer (1980) define a la varianza aditiva, como varianza de los valores reproductivos y dice que es un componente importante, porque es la principal causa del parecido entre parientes, por lo tanto, la principal determinante de las propiedades genéticas observables de la población y de la respuesta de ésta, a la selección. Según el autor, la varianza aditiva es la única que puede ser estimada directamente, a partir de las observaciones hechas en la población. Por lo que en la práctica, la partición importante de la varianza genética es varianza aditiva *versus* todo el resto, que comprende a la varianza genética no aditiva y la varianza ambiental. En la cual la varianza no aditiva, solo se refiere a una desviación en la media de los genotipos (varianza de dominancia).

Falconer (1980) menciona que la varianza de los valores fenotípicos o varianza fenotípica, se refiere a la varianza total, ya que es la suma de los diferentes componentes de varianza los cuales son: Genotípica (VG), aditiva (VA), dominante (VD), interacción (VI) y ambiental (VE). Según estos componentes, la varianza total es entonces, con ciertos requisitos, la suma de los componentes en la siguiente forma:

$$VP = VG + VE$$

$$VP = VA + VD + VI + VE$$

DISEÑO GENETICO “CAROLINA DEL NORTE” I.

Los diseños genéticos son planes de cruzamientos, útiles en el estudio teórico de los efectos y las varianzas genéticas que se presentan en las progenies y así estimar los parámetros genéticos que nos interesan, que por lo general son las varianzas genéticas, ambientales y fenotípicas, todo esto con el fin de obtener los valores de heredabilidad y para hacer predicciones de la respuesta a la selección (Marquez, 1985).

El diseño Carolina del norte se planteó y analizó en la Universidad de Carolina del norte y las derivaciones matemáticas se encuentran en el artículo original de (Comstock y Robinson, 1948).

Márquez y Hallauer (1970) estudiaron diferentes tamaños de muestras de machos y hembras dentro de machos, a fin de obtener el número óptimo, llegando a la conclusión de que el número mínimo de machos es 32 y de hembras ocho por macho, los cuales fueron los mas adecuados para el carácter de rendimiento en maíz, para concluir esto, obtuvieron las estimas de los errores estándar de las varianzas aditivas y dominantes para números diferentes de machos y hembras dentro de machos, observando que los errores estándar se estabilizaban, con el número de machos y hembras dentro de machos, antes mencionado.

Lidsey **et al** (1962) estimaron las varianzas genéticas en dos variedades de maíz (Hays Golden y Krug Yellow Dent) utilizando el diseño de apareamiento I Carolina del norte durante dos años (1956 y 1957) obteniendo resultados que muestran que la

varianza aditiva es mayor a la varianza de dominancia en todos los caracteres a excepción del número de mazorcas en Hays Golden y rendimiento de grano en Krug Yellow Dent en el año de 1957.

Sentz (1971) utilizó los diseños I y II para estimar los parámetros genéticos de una variedad sintética, compuesta por ocho líneas elite, en donde la varianza aditiva fue mayor que la varianza de dominancia, en todas los caracteres estudiados, en los dos diseños de apareamiento, en el caso de rendimiento fue donde la varianza aditiva contribuyo en mayor porcentaje en la varianza genética (45%), por que para las otras características su contribución fue menos importante.

Álvarez (1984) al aplicar el diseño de apareamiento II, para la estimación de parámetros genéticos en un sintético de maíz de trópico seco, encontró una mayor varianza aditiva para las características altura de planta, diámetro de mazorca y peso de 300 semillas, por lo que dicho sintético se puede explotar mediante algún esquema de selección recurrente, caso contrario sucedió en rendimiento y mazorca por 100 plantas en donde resultó mayor la varianza de dominancia, por lo que se justifica un programa de hibridación, que explote los caracteres de dominancia de dichas características.

Silva y Hallauer (1975) utilizando los diseños de apareamiento I y II en la variedad de maíz Iowa Stiff Stalk synthetic y estimar las varianzas genéticas, obtuvieron resultados que demostraron una similitud en la varianza aditiva y de dominancia, aunque esta última ligeramente superior. La varianza epistática, no fue un componente importante dentro de dicha varianza genética.

APTITUD COMBINATORIA.

En cualquier programa de mejoramiento, solo es posible obtener un rápido avance si se usan los genotipos de alta aptitud combinatoria. Comprendida la importancia que encierra conocer dicha aptitud de los genotipos, en una fase temprana, diversos investigadores se han preocupado por este problema y han propuesto algunos métodos para su determinación.

La ACG expresa el comportamiento medio de una línea en combinaciones híbridas y la ACE expresa el comportamiento de combinaciones híbridas específicas. Su determinación permite conocer la forma en que actúan los genes, si su acción es aditiva o no aditiva, además de la importancia que esto encierra para el mejoramiento (Sprage y Tatum, 1942).

APTITUD COMBINATORIA GENERAL.

El concepto de aptitud combinatoria y su importancia en la mejora genética de las plantas, se originó de las investigaciones realizadas en maíz, de este concepto se han definido dos términos: Aptitud Combinatoria General (ACG) y Aptitud Combinatoria Específica (ACE), los cuales permiten interpretar la forma en que actúan los genes, si el carácter es de acción génica aditiva o no aditiva y la importancia de estos términos radica en que cuando nos interesa saber el valor de ACG es cuando se quiere hacer selección de líneas **per se**, en la cual esta aptitud tendrá mayor importancia, pero cuando

se quieren identificar cruzamientos específicos, entonces la importancia la tiene la ACE (Sprague y Tatum, 1942).

Cuando solo se persigue el mejoramiento de la aptitud combinatoria general, el procedimiento de selección es sencillo, puesto que las ACG de todas las líneas pueden medirse sin necesidad de hacer o probar todas las cruzas posibles entre ellas. Algo de selección aplicada a las líneas puede resultar útil antes de probarlas en cruzas. Cuando la selección para ACG se repite cíclicamente se dice que se realiza selección recurrente (Falconer, 1980).

APTITUD COMBINATORIA ESPECIFICA.

Falconer (1980) menciona que para medir la aptitud combinatoria específica de una cruza, es necesario probar dicha cruza en particular, por lo tanto para lograr una razonable intensidad de selección alta, para ACE, es necesario realizar un gran número de cruzas.

La estructura de una población alógama indica la posibilidad de encontrar, dentro de esta población, individuos altamente productivos debido a aptitud combinatoria específica, particularmente favorable de sus progenitores casuales. Sería muy conveniente poder identificar estos individuos y seleccionarlos para que sirvan como progenitores de nuevas variedades (Brauer, 1983).

MATERIALES Y METODOS.

MATERIAL GENÉTICO.

Consistió en la evaluación de familias de hermanos completos (tratamientos), obtenidas de una población precoz, las cuales se compararon con tres testigos, tal evaluación se realizó en Celaya Guanajuato en el año de 1998.

Un resumen del historial de la población precoz es el siguiente:

Se formó a partir de líneas elite, del programa de mejoramiento del bajo, cuyos principales atributos eran, el excelente comportamiento **per se** y los altos efectos de aptitud combinatoria general, pero con la desventaja de que originaban en su descendencia híbridos muy tardíos (característica indeseable), razón por la cual estas líneas se sometieron a un programa de selección gamética y se cruzaron con cuatro donadores de precocidad (los cuales se mencionan y describen párrafos mas delante) de estos cruzamientos se derivaron aproximadamente 700 líneas, mismas que se sometieron a un intenso programa de evaluación y selección **per se** y de aptitud combinatoria quedando como sobresalientes 12 líneas S₅, mismas que se recombinaron y las cuales formaron la población motivo del presente trabajo.

Los materiales donadores de precocidad anteriormente mencionados son: Zacatecas 58, Zapalote chico, VS 201 y Cafime, los cuales tienen las siguientes características:

Zacatecas 58. Es un criollo de maíz originario de la región temporalera de los llanos de Zacatecas, el tipo de mazorca es de la raza cónica norteña, siendo su principal característica la precocidad que le permite evadir la sequía.

Cafime. Se trata de una variedad sintética que se forma a partir de líneas derivadas, principalmente de la raza bolita, que presenta adaptación a alturas desde 1100 hasta 1800 msnm.

VS-201. Se trata de una variedad sintética formada a partir de líneas S1, derivadas de Cafime. En donde las características de la planta son muy similares a esta.

Zapalote chico. Es un maíz de la raza zapalote, propia del Istmo de Oaxaca, tiene gran plasticidad y una adecuada precocidad, además de presentar un excelente porte de planta.

La forma como se originaron los tratamientos, es la siguiente:

Para recombinar las 12 líneas formadoras de la población se empleó un diseño dialélico, el cual se efectuó en la localidad de Celaya Guanajuato en el año de 1997 y una vez obtenidas todas las cruzas posibles estas se sembraron por surco, para una segunda recombinación, la cual se realizó en el campo experimental de la Universidad ubicado en

la localidad de Tepalcingo Morelos durante el ciclo 1997-1998. En esta estación y antes de floración se eligieron al azar 35 (cruzas simples) mismas que se emplearon como machos y cada uno se cruzó con cinco hembras, originando familias de hermanos completos (híbridos dobles) y simultáneamente claro está, 35 familias de medios hermanos que son las estructuras familiares que requiere el diseño genético Carolina del Norte I.

La genealogía de los materiales utilizados como progenitores se muestra en el cuadro A.1 (apéndice).

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Celaya Guanajuato. Se sitúa a 20°32' latitud norte; 100°49' longitud oeste, con una altura de 1751 msnm., una temperatura media anual de 20°C y una precipitación pluvial anual de 594.4 mm. , (Berlanga, 1994).

Tepalcingo Morelos. Se encuentra situado a 18°36' latitud norte y 98°51' longitud oeste, con una altura de 1160 msnm., una temperatura media anual de 23.6°C y una precipitación pluvial anual de 942.6 mm (INEGI, 1997).

DESCRIPCION DE LA PARCELA ESPERIMENTAL

Cada tratamiento consistió en dos surcos, con una longitud de 4.0 m. y una distancia entre ellos de 0.75 m. Esto fue una parcela, en donde se sembraron, primero dos plantas por golpe, para después aclarar a una sola, quedando en total 42 plantas por parcela con una distancia entre ellas de 0.19 m., la fórmula de fertilización utilizada es:

180-90-90 donde al momento de la siembra se aplicó el 50 % del nitrógeno y todo el fósforo y el potasio, el otro 50% de nitrógeno se aplicó al realizar el primer cultivo.

DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se utilizó un diseño experimental bloques al azar. En el análisis de varianza (cuadro 3.1) se incluyeron 200 tratamientos con dos repeticiones cada uno, estos tratamientos se dividieron en 4 experimentos, por lo que cada experimento contó con 47 híbridos dobles, mas sus tres testigos.

A cada experimento se le corrió su análisis de varianza correspondiente, y se hizo lo mismo con los 200 tratamientos en conjunto. El modelo lineal del diseño bloques al azar es el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \gamma_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Valor observado del i-ésimo genotipo de la j-ésima repetición.

$i = 1, 2, \dots, t$ (tratamientos)

$j = 1, 2, \dots, r$ (repeticiones)

μ = Media general.

γ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto de la j-ésima repetición.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

Cuadro 3.1 Forma del análisis de varianza del diseño experimental Bloques al azar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.
Repeticiones	R-1 A	$\sum_j \frac{y_j^2}{T} - \frac{y_{..}^2}{TR}$ D	D/A M₃	M ₃ /M ₁	
Tratamientos	T-1 B	$\sum_i \frac{y_i^2}{R} - \frac{y_{..}^2}{TR}$ E	E/B M₂	M ₂ /M ₁	
Error	(R-1)(T-1) C	$\sum_{ij} y_{ij}^2 - \sum_j \frac{y_j^2}{T} - \sum_i \frac{y_i^2}{R} + \frac{y_{..}^2}{TR}$ F	F/C M₁		
Total	RT-1	$\sum_{ij} y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{TR}$			

La eventual separación de las medias se realizó mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), la cual se calcula de la forma siguiente:

$$DMS = t\alpha(gl) \sqrt{\frac{2CME}{R}}$$

Donde:

$t\alpha(gl)$ = Valor de t a un valor de probabilidad con los grados de libertad del error.

CME = Cuadrado medio del error experimental.

R = Repeticiones.

CARACTERES EVALUADOS.

Para la toma de datos se monitoreó y registró cada experimento en el libro de campo, los datos incluyen lo siguiente:

Días a floración masculina (DFM). Que se refiere al número de días transcurridos, desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela, se encuentran en antésis.

Días a floración femenina (DFH). Se refiere al número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas en la parcela presentan emergencia de estigmas.

Altura de planta (ALPA). Es la longitud en centímetros desde la base del tallo, hasta la base de la espiga, de un muestreo de 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela.

Porcentaje de plantas con fusarium (PF). Se obtiene en base al número de plantas con fusarium y el número de plantas cosechadas.

Altura de mazorca (ALMA). Es la longitud en centímetros, tomada desde la base del tallo, hasta el nudo de inserción de la mazorca, en un muestreo de 10 plantas en la parcela tomadas al azar.

Acame de raíz (ACAR). Porcentaje de plantas dentro de la parcela que tuvieron una inclinación mayor de 30 grados con respecto a la vertical.

Acame de tallo (ACAT). Se refiere al porcentaje de plantas en la parcela que mostraron quebramiento en el tallo por debajo de la mazorca.

Mala cobertura (MCOB). Es el porcentaje de plantas dentro de la parcela cuyo totomoxtle no cubre el total de la mazorca.

Mazorcas cosechadas (MACO). Se refiere al número de mazorcas que se cosecharon en la parcela.

Peso de campo (PCA). Se considera el peso de las mazorcas cosechadas al momento de la cosecha y se expresa en kilogramos.

Porcentaje de humedad (PHU). Es la cantidad de agua que tiene la muestra de grano, de las mazorcas cosechadas, se obtiene al momento de la cosecha, con el determinador de humedad portátil Dickey Johns.

Calificación de mazorca (CMA). Se midió en la escala de 1 a 5 (1 muy buena 5 muy mala) considerando para esta calificación la apreciación visual conjunta de daño por insectos y enfermedades, tamaño de la mazorca y uniformidad de la misma, en si esto se refiere a la presentación comercial que puede adquirir el grano o la mazorca.

METODOLOGIA DE SELECCIÓN.

Para seleccionar los mejores híbridos dobles, se tomaron en cuenta los caracteres, días a floración femenina, días a floración masculina, altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acame de raíz, porcentaje de mala cobertura, porcentaje de fusarium, calificación de mazorca y rendimiento.

Para la selección de las mejores cruzas dobles se hizo lo siguiente: Dentro de cada experimento, primero se identificaron aquellos híbridos que superaron a la media general en cuanto a rendimiento, de estos, se seleccionan 10, que preferentemente sean mas precoces en comparación con la media general del experimento, aquellos que tienen dos días de diferencia en su floración masculina, con la floración femenina, no se incluyen dentro de estos 10 híbridos.

Como se mencionó anteriormente se tomaron en cuenta los nueve criterios de selección, tres de estos ya se utilizaron para seleccionar las 10 primeras cruzas dobles, en seguida se hace lo siguiente: Se le da un número a cada híbrido doble seleccionado, del 1 al 10 comenzando por el que presenta la menor floración masculina, terminando por el que tiene la mayor, esto se hace con cada uno de los criterios restantes, entonces el número uno debe ser para el que tiene el menor valor y el número 10 será para aquel que tenga el mayor valor, a excepción de rendimiento en donde el mayor valor le corresponde el 1 y el 10 es para el peor rendimiento. Para terminar se suman los números que tiene cada híbrido doble, hecho esto se seleccionan cinco híbridos dobles, que son los que tienen el menor resultado en sus sumas. Esto se hace para seleccionar sin sesgo, las mejores cruzas dobles, tomando en cuenta el conjunto de sus mejores características agronómicas.

En cuanto al segundo objetivo el criterio a seguir, será ver si existe mayor varianza aditiva que de dominancia, entonces la población se llevará a selección recurrente, por el contrario si existe mayor varianza de dominancia, dicha población se conducirá a un programa de endogamia-hibridación

ANÁLISIS GENÉTICO.

Para estimar los componentes de varianza se realizó el análisis correspondiente, para caracterizar dicha población, utilizando el diseño genético “Carolina del norte” 1 (cuadro 3.2). cuyo modelo genético es el siguiente:

$$G_{DK} = \mu + M_i + H_{ij} + O_{ijk}$$

Donde:

μ = Media general.

M_i = Efecto del i-ésimo macho (i: 1,2, ..m)

H_{ij} = Efecto de la hembra ij-ésima apareada al macho j-ésimo (i: 1,2,..h)

O_{ijk} = Efecto de la desviación del individuo k-ésimo del apareamiento ij (k: 1,2...n)

Cuadro 3.2 Planteamiento del análisis de varianza para el diseño genético “Carolina del Norte I”.

F.V.	G.L.	CM.	E.C.M.
Repeticiones	R-1	$M_4 \sigma^2 e + \sigma^2 R$	
Machos	(M-1)	$M_3 \sigma^2 e + R \sigma^2 H/M + RH \sigma^2 M$	
Hemb/machos	M(H-1)	$M_2 \sigma^2 e + R \sigma^2 H/M$	
Error	(MH-1)(R-1)	$M_1 \sigma e$	
Total	MHR-1		

A partir de las esperanzas del cuadrado medio, asumiendo progenitores sin endogamia, con equilibrio de ligamiento y sin epistasis, se estimaron $\sigma^2 M$ y $\sigma^2 H/M$, para posteriormente estimar las varianzas genéticas mediante las siguientes fórmulas:

$$\sigma^2 M = M_3 - M_2 / RH$$

$$\sigma^2 H/M = M_2 - M_1 / R$$

$$\sigma^2 A = 4 \sigma^2 M$$

$$\sigma^2 D = 4 (\sigma^2 H/M - \sigma^2 M)$$

Se estimó también habilidad combinatoria en los progenitores y cruzas involucrados, mediante las siguientes fórmulas:

$$ACG = (X. - X..)$$

Donde:

X. = Media de rendimiento del progenitor macho.

X.. = Media general.

$$ACE = X_i. - X.. - gp1 - gp2$$

Donde:

X_{i.} = Media de rendimiento de la cruza.

X.. = Media general.

gp1 = ACG del progenitor uno.

gp2 = ACG del progenitor dos.

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

ANALISIS DE VARIANZA.

Para comprobar o desechar las hipótesis, planteadas en el presente trabajo, a continuación se discuten los resultados obtenidos. La primera hipótesis menciona que al menos un híbrido experimental es de mejor comportamiento agronómico que los testigos empleados y la segunda menciona, que existen muchos métodos de mejoramiento, pero la aplicación del esquema de mejoramiento adecuado, dependerá de la varianza genética presente en la población.

Con la intención de analizar la primera hipótesis y detectar si existen diferencias en los materiales evaluados, se corrió un análisis de varianza a cada experimento, por lo tanto tendremos en total cuatro análisis, los cuales se concentran en el cuadro 4.1.

En **rendimiento** se observa que la fuente de variación repetición, no mostró diferencias estadísticas en los cuatro experimentos, entendiéndose con esto que los materiales se probaron bajo ambientes similares, es decir que las repeticiones o el bloqueo de las cruza dobles no mostraron efecto para este carácter. Mientras que para la fuente de variación tratamiento, en los experimentos uno, dos y cuatro, donde se observó alta significancia, quiere decir que estadísticamente los híbridos en estos experimentos son muy diferentes en cuanto a rendimiento, por lo que existe una mayor posibilidad de seleccionar los mejores híbridos dobles y sobre todo, esta variación

Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza de los 4 experimentos, para los caracteres: Rendimiento, días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta y altura de mazorca.

Exp. No. 1							
Carácter evaluado	F calculada.		CM. del Err. Exp.	Media.	DMS.	C.V.	Rango.
	Tratamiento	Repetición					
RTO.	2.74**	0.48NS	2.43	14.33	3.1321	10.87	9.51 – 19.08
DFM.	7.52**	0.07NS	2.34	71.28	3.0765	2.15	65 – 79.5
DFH.	5.23**	0.35NS	3.48	72.21	3.7463	2.58	65.5 – 81
ALPA.	1.30NS	9.12**	307.98	238.20	35.267	7.37	210 – 275
ALMA.	1.25NS	0.80NS	211.35	135.80	29.215	10.71	112.5 – 167
Exp. No. 2							
RTO.	5.82**	0.70NS	1.53	13.46	2.4884	9.20	8.84 – 16.85
DFM.	13.26**	0.01NS	1.44	69.51	2.4103	1.73	65 – 80
DFH.	16.82**	0.08NS	1.17	70.63	2.1752	1.53	66 – 81
ALPA.	1.38NS	2.77NS	253.27	235.15	31.981	6.77	180 – 260
ALMA.	0.56NS	0.10NS	241.33	136.10	31.218	11.41	117.5 – 152.5
Exp. No.3							
RTO.	0.96NS	2.09NS	4.89	11.29	4.4416	19.58	7.36 – 13.86
DFM.	4.14**	0.50NS	4.49	70.47	4.2605	3.01	67 – 80
DFH.	1.17NS	0.94NS	2.69	71.56	3.2983	2.29	67.5 – 81.5
ALPA.	1.07NS	0.04NS	361.84	225.25	38.226	8.44	192.5 – 265
ALMA.	1.07NS	0.19NS	289.27	129.60	34.178	13.12	100 – 152.5
Exp.No 4							
RTO.	4.73**	0.23NS	3.35	14.03	3.6820	13.06	9.14 – 21.49
DFM.	4.81**	0.23NS	3.46	69.05	3.7397	2.70	65 – 79
DFH.	5.11**	0.18NS	3.54	70.00	3.7799	2.69	66 – 80
ALPA.	1.96**	3.57NS	383.80	271.90	39.369	7.21	230 – 312.5
ALMA.	0.86NS	3.14NS	326.04	145.50	36.286	12.41	120 – 170

permite abrir la expectativa de que se puede rechazar la hipótesis nula que afirma que no existe diferencia entre los híbridos experimentales evaluados y dará pauta a demostrar mas adelante si existen híbridos experimentales de mejor comportamiento que el resto. Para el caso del experimento tres que no existió significancia, lo que indica es que dentro de este experimento todos los híbridos quedan clasificados como de similar potencial de rendimiento y esto se puede atribuir al alto valor del coeficiente de variación, el cual depende directamente de la magnitud del error experimental en

relación a la media, de ahí la importancia que recibe la buena conducción de los experimentos.

El carácter rendimiento, presenta en todos los experimentos coeficientes de variación menores a 20, lo que indica que estos datos, de dicho carácter son confiables, mientras que sus rangos de rendimiento son las siguientes: 9.51-19.08, 8.84-16.85, 7.36-13.86, y 9.14-21.49, estos son muy buenos rendimientos en híbridos dobles, tomando en cuenta que estos materiales presentan muy buena precocidad, y que sus líneas provienen de una misma población. La DMS demuestra las diferencias en rendimientos que existen entre una crusa doble y otra, para considerarse diferentes, con lo cual pueden formarse varios grupos diferentes entre sí, algo similar demuestra el amplio rango que aparece en el cuadro 4.1.

Para el carácter, **días a floración masculina**, la fuente de variación repetición no muestra significancia en los cuatro experimentos, lo que indica uniformidad en las condiciones que hubo en los bloques, donde se realizaron los experimentos, por lo tanto, las diferencias que existan entre las cruas dobles, para este carácter se deberán únicamente a la información genética que tengan los materiales. Para la fuente de variación tratamientos, muestra que en todos los experimentos existe gran variación entre todas las cruas dobles que constituyen la población, lo que facilita la selección de materiales para este carácter (los mas precoces posibles) dentro de dicha población. En el presente trabajo un objetivo a cumplir era identificar aquellos híbridos mas precoces con un rendimiento igual ó mejor al de los testigos, para cumplir con este objetivo primero se debe confirmar que exista esa diferencia estadística entre los materiales y

después comprobar que en verdad existen híbridos mejores que otros, en este carácter, incluso, que los testigos como se verá mas adelante.

En el mismo carácter días a floración masculina, todos los experimentos muestran gran confiabilidad en sus resultados, esto indica el coeficiente igual a 2.15, 1.73, 3.01 y 2.70 los cuales nos dan mucha seguridad en las inferencias aquí realizadas. Mientras que las medias de días a floración masculina, nos indican que los materiales son de muy buena precocidad, esto se puede observar en el cuadro 4.2, donde las medias de los híbridos probados, tienen su floración de 8 a 10 días mas temprana que los testigos, esta característica como ya se mencionó los hace bastante deseables. Las DMS de la floración masculina indican que existen varios grupos de híbridos con diferente índice de precocidad en todos los experimentos siendo estos valores de DMS de 3.1, 2.4, 4.3 y 3.7 en los experimentos uno dos tres y cuatro en los rangos siguientes: 65-79.5, 65-80, 67-80 y 65-79 respectivamente.

En días a **floración femenina**, el ambiente no intervino en las diferencias que existieron entre los materiales evaluados en los cuatro experimentos, estas diferencias, se deberán únicamente al potencial genético que presenten los híbridos evaluados, constituyentes de la población, así lo dice la fuente de variación repeticiones, la cual no muestra significancia en esta fuente. Por otro lado en tratamientos, los experimentos uno, dos y cuatro que muestran alta significancia son útiles en la selección para precocidad y en el experimento número tres que no muestra significancia, es claro que los materiales ahí incluidos no presentan variabilidad genética, para este carácter, por lo que es difícil seleccionar los mejores, si estadísticamente no existen diferencias entre

ellos, pero si en forma práctica encontramos diferencias que a nuestro parecer son marcadas, se realizaría selección de aquellos materiales mas precoces.

Los días a floraciones se refieren a la precocidad en los híbridos: en el cuadro 4.2 se observa claramente que todos los tratamientos superan a los testigos en esta característica. Aún cuando estos mismos, no lograron simultáneamente superarlos en otras características, como se explicará con mas detalle mas adelante, pero muchos de estos materiales simplemente por ser más precoces, aún cuando no superen el rendimiento de los testigos, son más deseables. Además recordemos que las líneas de estos híbridos dobles se derivan de una misma población precoz lo que indica y comprueba la hipótesis que menciona que puede existir heterosis dentro de una población, por lo menos para estos caracteres de rendimiento y precocidad.

Los resultados arrojados en días a floración femenina son muy confiables y por lo tanto se tiene una seguridad en lo inferido, en este carácter, puesto que el coeficiente de variación de 2.58, 1.53, 2.29 y 2.69 en los experimentos uno, dos, tres y cuatro respectivamente así lo indica, este carácter tiene como medias de días a floración las siguientes: 72.21, 70.63, 71.56 y 70.00 en los cuatro experimentos. La DMS de 3.7, 2.2, 3.3 y 3.8 en cada experimento, permite realizar varios grupos diferentes estadísticamente. El amplio rango de 65.5-81, 66-81, 67.5-81.5 y 66-80 respectivamente, dentro del carácter floración femenina, muestra la gran variación que existe en los datos, lo cual indica, que sí se obtendría muy buena respuesta, si en la población se utiliza la selección recurrente como método de mejoramiento de este caracter.

Dentro del carácter **altura de planta**, en la fuente de variación repeticiones de los experimentos dos, tres y cuatro, donde no existió significancia, dicen que los bloques o repeticiones no muestran efecto alguno para este carácter, mientras que el experimento número uno, que observa alta significancia, indica que en este experimento contribuyeron las condiciones ambientales, pero estos efectos fueron extraídos del error experimental y computados en esta fuente. En tratamientos no se observó significancia para los experimentos uno, dos y tres, esto dice que para este carácter no existe variabilidad en estos experimentos, mientras que en el experimento número cuatro, se puede esperar buena respuesta de selección (aquí se encuentra la mayor variabilidad genética para este carácter), esto lo indica su alta significancia.

Los datos en el carácter altura de planta, son muy confiables por tener un coeficiente de variación por debajo de 10, lo que nos asegura que los resultados arrojados, lo mismo que las inferencias hechas para este carácter, son correctas. Las medias de altura de planta son: 238.20, 235.15, 225.25 y 271.90 y se observa, que el experimento número cuatro, tiene una media mas alta y precisamente aquí se observó mayor variabilidad genética lo que indica que en este experimento existió una gama de materiales mas altos y diferentes entre sí, que en los otros experimentos. La DMS de los experimentos uno al cuatro fue de 35.27, 31.98, 38.23, 39.37 respectivamente, en rangos de 210-275, 180-260, 192.5-265 y 230-312.5, lo que nos permite hacer diferentes grupos estadísticos, por lo que nos da oportunidad de seleccionar los mas bajos, por ser esto lo mas conveniente.

Por último en carácter **altura de mazorca**, las fuentes de variación repeticiones no tuvieron significancia alguna en los cuatro experimentos, o sea que el medio ambiente no intervino en los resultados que se obtengan de esta altura. Por otro lado los tratamientos, no mostraron significancia dentro de los cuatro experimentos, lo que nos dice que todos los materiales probados fueron estadísticamente iguales en este carácter. Por lo que aplicando la prueba de DMS en cada experimento; va permitir agrupar los tratamientos en grupos estadísticos y así poder seleccionar los adecuados, dichos valores de DMS fueron: 29.2, 31.2, 34.2 y 36.3 en los experimentos uno al cuatro respectivamente.

En el carácter altura de mazorca, los datos son confiables por tener coeficientes de variación menores de 20 por lo tanto las inferencias, aquí realizadas son confiables, este carácter tiene como medias de alturas de mazorca las siguientes: 135.80, 136.10, 129.60 y 145.50. En los híbridos se buscan alturas de mazorcas mas bajas. Nuevamente se observa que el experimento cuatro, presenta las alturas de mazorca mayores, este comportamiento del carácter es similar al de altura de planta.

Los caracteres que se discutieron anteriormente son en función a los resultados arrojados por sus respectivos análisis de varianza. Estos permitieron hacer importantes inferencias estadísticas, pero además de esos caracteres, se estimó también el comportamiento de otros caracteres como lo son: acame de raíz, mala cobertura y fusarium que son de gran importancia agronómica, que al igual que los otros ayudan a seleccionar aquellos híbridos mas valiosos, pero que sin embargo, debido a su naturaleza

estadística no se recomienda darles el mismo trato, que a los caracteres analizados, es por eso que no se les realiza análisis de varianza.

En la selección de los mejores híbridos dobles, se tomaron en cuenta los caracteres, días a floración femenina, días a floración masculina, altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de acame de raíz, porcentaje de mala cobertura, porcentaje de fusarium, calificación de mazorca y rendimiento y así se seleccionó sin sesgo, las mejores cruza dobles, las cuales se encuentran en el cuadro 4.2, en donde se muestra la entrada de cada híbrido, en su respectivo experimento y en el cuadro 4.3, se incluye la genealogía de los progenitores de cada cruza doble.

La metodología de selección de dichas cruza dobles explica porque en un carácter, cierta cruza doble seleccionada tiene un comportamiento ó nivel no muy aceptable, por ejemplo el híbrido de la entrada 46 en el experimento tres (cuadro 4.2), tiene un elevado nivel de mala cobertura, pero se compensa con los bajos niveles que presenta en los demás criterios.

El híbrido que resultó más precoz en los experimentos fue el de la entrada 42, superando además en los otros criterios de selección, a excepción de calificación de mazorca, a la media de los híbridos, en su experimento, aún cuando no logró superar en estos mismos, la media de los testigos.

En el cuadro 4.2 podemos observar también que en los híbridos evaluados existe un elevado porcentaje de acame de raíz, acame de tallo, y fusarium, lo que no es

Cuadro 4.2 Concentración de las 5 mejores cruzas dobles dentro cada experimento.

EXPERIMENTO 1										
ENT.	C A R A C T E R E S .									
	DFM	DFH	ALPA	ALMA	% ACR	% MCB	% FUS	CMAZ 1-5	REND T/HA.	
39	68	69	270	153	7	15	8	3	17.67	
4	70	71	235	128	10	13	5	2.5	17.23	
43	72	71	228	128	11	7	6	2.5	15.82	
24	70	70	235	135	11	15	6	2.5	14.79	
42	65	66	225	123	5	14	12	4	14.69	
M E D	H.	71.02	72.02	237.28	134.89	9.34	17.51	12.55	3.29	14.25
	T	79	80.33	256	153.67	7.67	8.34	5.34	2	15.63
EXPERIMENTO 2										
5	70	71	235	133	20	18	14	2.5	16.71	
12	69	70	238	130	11	35	24	2	16.34	
14	69	70	225	140	6	11	16	3	15.20	
33	69	69	243	133	4	25	20	3	14.54	
36	66	67	223	135	1	42	17	3.5	14.44	
M E D	H	69.17	70.23	234.53	135.83	10.55	24.96	20.36	3.66	13.29
	T	79	80	249.67	144.33	2.67	13	7.34	1.66	16.15
EXPERIMENTO 3										
17	69	70	235	150	8	28	25	2	13.76	
25	68	69	203	103	7	28	22	2	13.54	
24	69	70	223	120	4	32	34	2.5	13.15	
20	67	68	225	138	11	27	22	2.5	11.97	
46	67	68	225	130	1	37	17	1.5	11.59	
M E D	H	70.21	71.23	225.15	129.72	11.21	31.47	21.7	2.4	11.36
	T	78.67	80.67	231	131.34	4.67	13	7	1.5	10.15
EXPERIMENTO 4										
25	69	70	270	153	9	23	23	3	17.51	
36	69	69	280	140	12	21	11	2.5	17.50	
32	67	68	275	143	9	24	15	2	16.78	
35	70	71	280	140	7	16	17	2	16.46	
37	68	69	250	140	10	11	26	2	14.19	
M E D	H	68.83	69.79	271.13	145.49	11.23	25.81	20.64	2.71	13.72
	T	76.67	78	286.33	150.33	12	10	3.33	1.83	18.85

ENT. No de entrada. MED. Medias. H Híbridos. T Testigos.

Cuadro 4.3 Genealogía de los híbridos dobles seleccionados dentro de cada experimento.

Experimento No.1	
Entrada	GENEALOGÍA
39	(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
4	(AN7-25-5-1X(P22S3-5*VS201)2-27-1-1-1-1)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
43	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX346)-4-3-B)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
24	(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
42	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX346)-4-3-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1XVS201-2-1-1-A)
Experimento No. 2	
5	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346) -13-1-1-2-A-B)
12	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
14	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346) -13-1-1-2-A-B)
33	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
36	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
Experimento No. 3	
17	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BXVS201-2-1-1-A)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
25	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B))
24	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
20	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BXVS201-2-1-1-A)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
46	((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
Experimento No. 4	
25	((CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90) -3-1-B))X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
36	((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A))X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
32	((CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEX346)-4-3-B))X(CAFIMEXAN100-90) -3-1-BX(CAFIMEXAN100-90) -3-1-B))
35	((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A))X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
37	((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A))X((CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)

deseable, pero este comportamiento se debe a que las líneas fueron derivadas de una misma población. En el experimento cuatro se observa que ninguno de los híbridos experimentales logró superar en rendimiento a la media de los testigos.

Con lo anterior se comprueba la primera hipótesis, como se observó existieron híbridos que superaron a la media de los testigos en varias características agronómicas, aun cuando en todas ellas no lo lograron. Principalmente en precocidad y rendimiento se logró lo esperado.

En el análisis de varianza de los cuatro experimentos en conjunto observaremos algo similar a los análisis individuales, los resultados se concentran en el cuadro 4.4.

En el carácter **rendimiento**, la fuente de variación, repetición no muestra significancia, lo que indica que el ambiente resultó uniforme y no intervino en los resultados arrojados en el carácter rendimiento ó que solo dos repeticiones no fueron suficientes para detectar las diferencias que se presentaron en el ambiente.

Dentro del mismo carácter rendimiento, en la fuente tratamientos, las diferencias fueron muy significativas, con esto entendemos que los híbridos dobles que forman parte de la población, son bastante heterogéneos, esta inferencia se refuerza observando la DMS igual a 3.4 la que permite tener varios grupos estadísticamente diferentes, en un rango que va desde 7.4 hasta 21.5 toneladas por hectárea y dicha población se presta para una buena selección del carácter, estas inferencias son confiables según muestra el coeficiente de variación igual a 13.18, la media de rendimiento es de 13.279, la cual es muy aceptable teniendo en cuenta que los híbridos tienen buena precocidad.

En el caso de **días a floración masculina**, observamos que para fuentes de variación repetición, no existe significancia, por lo tanto el ambiente fue homogéneo y los resultados que se obtuvieron, de este carácter, se debieron únicamente a la información genética que la población contenía.

Cuadro 4.4 Cuadrado medio del análisis de varianza del experimento total, coeficiente de variación, media, DMS y rango de los caracteres analizados.

Experimentos.	Fuentes de variación.					
	Cuadrados medios.					
Carácter evaluado	Tratamiento	Repetición	C.V.	Media.	DMS.	Rango.
RTO.	3.84**	0.42NS	13.184	13.279	3.4225	7.356 – 21.485
DFM.	6.61**	0.07NS	2.433	70.078	3.3616	65 – 80
DFH.	7.55**	0.03NS	2.306	71.100	3.233	65.5 - 81.5
ALPA.	3.21**	1.82NS	7.645	242.63	36.579	180 – 312.5
ALMA.	1.16NS	2.45NS	11.923	136.75	32.151	100 – 170

F de tablas diferencias: NS No significativa * significativa ** altamente significativa.

En la fuente tratamiento, para el mismo carácter días a floración masculina, existe alta significancia, lo cual es deseable para una buena respuesta de selección, por existir gran variación genética en la población en este carácter, se tiene una media de 70.078, el coeficiente igual a 2.4, indica que los datos son bastante confiables, mientras que la DMS igual a 3.36 es pequeña, lo que indica que se forma un buen número de grupos estadísticos diferentes para este carácter, en su respectivo rango que va de 65 hasta 80 el cual se observa amplio.

Para el carácter **días a floración femenina**, en fuentes de variación repetición no existe significancia, como en los casos de rendimiento y días a floración masculina, mostrando que las repeticiones no tuvieron intervención en los resultados arrojados.

Para el carácter días a floración femenina, pero en la fuente de variación tratamientos, igual que los caracteres rendimiento y floración masculina, se observó alta significancia lo que indica la gran heterogeneidad que tienen los híbridos dobles que constituyen la población precoz. El coeficiente menor a cinco muestra gran confiabilidad en las inferencias realizadas, la media correspondiente es de 71.1 indica que se logró buena precocidad en la población, la DMS igual a 3.23 es pequeña, lo que indica que se forma un buen número de grupos estadísticos diferentes para este carácter, que se distribuyen en un rango amplio de 65.5 a 81.5.

En el caso de **altura de planta**, tenemos que en las fuentes de variación repeticiones no existió significancia lo que nos dice que no hubo efecto en el bloqueo ó repeticiones ó estas (dos) no fueron suficientes para detectar las diferencias en el ambiente.

La fuente de variación tratamientos, para el mismo carácter altura de planta, presentan alta significancia, por lo que las diferencias que existen en el carácter altura de plantas, entre las cruzas dobles formadoras de la población precoz, son debido a su información genética y estas diferencias, dan pauta a realizar una buena selección, para este carácter. Los datos son confiables, su coeficiente de variación igual a 7.6 lo indica, su media de altura de planta es de 242.63, esta altura es por una parte no deseable por diferentes causas, en el mejoramiento se buscan alturas mas bajas, su DMS igual a 36.58 muestra los diferentes grupos estadísticos que se pueden formar en el rango indicado, que va desde 180 a 313 lo cual es bastante amplio.

Para terminar, tenemos que el carácter **altura de mazorca**, no presenta significancia, para las fuentes de variación repeticiones y se demuestra con esto que el ambiente en el cual estuvieron los híbridos dobles fue homogéneo.

En la fuente de variación tratamientos, para el carácter altura de mazorca, se observó un comportamiento igual que en los análisis individuales, en la cual no existe significancia esto muestra que no existe mucha variación genética en altura de mazorca, esto se confirma observando la DMS de 32.15, la cual se distribuye en un rango que va de 100 hasta 170, la media es de 136.75 y su coeficiente de variación igual a 11.92 indica la confiabilidad de las inferencias realizadas en el carácter.

Con esto nuevamente observamos que el primer objetivo se cumple, y su hipótesis es aceptada, puesto que existen cruza dobles mejores que los testigos en varias características agronómicas, pero no en todas ellas, se debe recordar que las líneas se derivaron de una misma población y por ello no superan en todas las características a los híbridos comerciales. Sin embargo, sería factible utilizar dichas cruza simples, en un programa de hibridación donde se cruzaran con materiales lejanos genéticamente.

APTITUD COMBINATORIA GENERAL Y ESPECIFICA.

Después de haber realizado el análisis de varianza a los híbridos dobles que constituyen nuestra población y de seleccionar aquellos de mejores características agronómicas, también a ellos se les realizó la prueba de aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica para seleccionar en base a ello, los que presentan los mejores resultados y observar si existe coincidencia (ACE) con aquellos de mejores características agronómicas.

En el cuadro 4.5 se presentan los mejores resultados de Aptitud Combinatoria General, en los cuales aparecen progenitores machos y progenitores hembras, en machos tenemos que las mejores son: 29, 34, 32 y 5; mientras que en hembras (en este caso prepotencia) tenemos: la 3, 31, 24, 1, 17, y 25, estas son las mejores cruzas simples, en sus combinaciones híbridas y se pueden utilizar mas adelante en un programa de hibridación ó formar con ellas una variedad sintética, que en un momento dado daría mejores resultados que la primera opción.

Los mejores resultados de Aptitud Combinatoria Específica, pertenecen a las cruzas dobles siguientes: 22x23, 26x27, 18x11, 14x19 y 21x12 en las cuales aparece primero el progenitor macho con su respectiva hembra (cuadro 4.5), por lo tanto, cabe la posibilidad de utilizarlas como híbridos experimentales y seguirlos mejorando para disminuir los altos niveles de mala cobertura, fusarium y acame de raíz los cuales son indeseables, pero cabe recordar que estos híbridos son el resultado de líneas derivadas de una misma población, por lo cual se justifica este comportamiento. El híbrido seleccionado en la entrada 20 (22x23) del experimento tres (Cuadro 4.2), además de tener buenas características agronómicas, presenta también alta aptitud combinatoria específica.

DISEÑO I “CAROLINA DEL NORTE”.

Una vez discutido lo anterior, se busca cumplir con el segundo objetivo y aceptar o desechar la segunda hipótesis la cual menciona que dependiendo a las varianzas genéticas presentes en la población, se aplicará el esquema de mejoramiento mas adecuado.

Cuadro 4.5 Representación de las mejores 10 ACG con sus cruzas simples en el experimento total.

No. Progenitor	GENEALOGÍA	ACG
3 H	((AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B))	2.96645
31 H	(CAFIMEXAN100-90)-3-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B))	2.56854
29 M	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8))	2.56574
34 M	((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A))	2.42634
24 H	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B))	2.42266
1 H	(LBCPC5F17-3-5-1XMLS4-1)	2.31037
17 H	((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)	2.29744
32 M	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B))	2.05954
5 M	(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8)	1.84874
25 H	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)	1.83934

M Progenitor macho.

H Progenitor hembra.

Cuadro 4.6 Representación de las 5 ACE mejores en el experimento total, indicando su respectiva cruzada doble.

Progenitor		PROGENIE	ACE
M	H		
22	x 23	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BXVS201-2-1-1-A)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)	3.99056
26	x 27	(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(VS201-2-1-1)X((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AX VS201-2-1-1-A)	3.98574
18	x 11	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B	3.59703
14	x 19	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(VS201-2-1-1-A)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)	3.47749
21	x 12	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-	3.36016

Iniciando con los resultados del análisis de varianza del diseño I Carolina del

Norte. Se resumen en el cuadro 4.7

Cuadro 4.7 Cuadrados medios del análisis de varianza del diseño genético I, para los caracteres: Rendimiento, días a floración masculina, días a femenina, altura de planta y altura de mazorca.

RENDIMIENTO.					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.		F.T.
Rep.	1	0.8646309	0.8646309		0.34NS
Mach.	34	919.3711702	27.0403285	M ₃	10.69**
Hem(Mach)	140	943.8310412	6.7416503	M ₂	2.67**
Error.	174	440.003209	2.528754	M ₁	
C.V. = 12.03			Media = 13.22		
DIAS A FLORACION MASCULINA.					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.		F.T.
Rep.	1	0.411429	0.411429		0.16NS
Mach.	34	1092.228571	32.124370	M ₃	12.77**
Hem(Mach)	140	831.200000	5.937143	M ₂	2.36**
Error.	174	437.588571	2.514877	M ₁	
C.V. = 2.28			Media = 69.51		
DIAS A FLORACION FEMENINA.					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.		F.T.
Rep.	1	0.231429	0.231429		0.10NS
Mach.	34	1232.388571	36.246723	M ₃	15.72**
Hem(Mach)	140	805.200000	5.751429	M ₂	2.49**
Error.	174	401.268571	2.306141	M ₁	
C.V. = 2.28			Media = 69.51		
ALTURA DE PLANTA.					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.		F.T.
Rep.	1	896.0000	896.0000		2.76NS
Mach.	34	123007.8571	3617.8782	M ₃	11.13**
Hem(Mach)	140	65735.0000	469.5357	M ₂	1.44**
Error.	174	56554.0000	325.0230	M ₁	
C.V. = 7.45			Media = 241.86		
ALTURA DE MAZORCA.					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.		F.T.
Rep.	1	802.57143	802.57143		3.25NS
Mach.	34	18552.85714	545.67227	M ₃	2.21**
Hem(Mach)	140	33890.00000	242.07143	M ₂	0.98NS
Error.	174	42947.42857	246.82430	M ₁	
C.V. = 11.54			Media = 136.14		

Rep. Repeticiones. Mach. Machos. Hem(Mach) Hembras dentro de macho.

Para el análisis de varianza del diseño Carolina del norte 1, en el carácter **rendimiento** (cuadro 4.7) observamos que para la fuente de variación repeticiones, no existe diferencia significativa, lo que indica la homogeneidad de condiciones en los bloques. Para la fuente de variación machos, muestra que existe gran significancia, por lo cual se interpreta que entre las familias de medios hermanos (las cuales provienen del mismo macho, pero de diferente progenitor hembra), existen marcadas diferencias en rendimiento, por lo cual es factible realizar selección de las mejores familias, para este carácter. En la fuente de variación hembras dentro de machos en el mismo carácter, se encontró una alta significancia, esto corrobora que es posible realizar selección de las mejores familias de hermanos completos, puesto que para el carácter existe marcada diferencia entre estas familias.

Dentro del carácter **días a floración masculina**, se encontró que para la fuente repetición, no hay significancia, esto es que los bloques o repeticiones no mostraron efecto sobre la evaluación. La fuente Machos indica alta significancia lo que explica la gran diferencia en esta floración, que tienen las familias de medios hermanos y en un futuro realizar selección para tener las más precoces que es lo que se persigue actualmente. Para la fuente de variación hembras dentro de machos, se observa alta significancia, esto da la posibilidad de seleccionar las mejores familias de hermanos completos, gracias a la gran variabilidad en su información genética que presentan para el carácter.

El carácter días a **floración femenina**, para la fuente de variación repeticiones en la cual no existe significancia, muestra la homogeneidad que existió en los bloques los

que no intervinieron para los resultados que se arrojan para el carácter. En la fuente machos las altas diferencias significativas que arroja el análisis de varianza, indican que dentro de las familias de medio hermanos las diferencias por su gran variabilidad genética, que tienen en floración femenina, permite seleccionar las mejores. En fuente de variación hembras dentro de machos existió también alta significancia, o sea que las altas diferencias que hay entre las familias de hermanos completos dan pauta para seleccionar las mejores.

Para el carácter **altura de planta**, la fuente de variación repeticiones no tuvo significancia, esto es, que no hubo efecto en bloques, al expresarse el carácter. En la fuente de variación machos, las altas diferencias aquí vistas se deben a su información genética y gracias a esto es posible hacer selección en alturas de plantas dentro de familias de medios hermanos, las cuales preferiblemente serán las mas bajas. En la fuente hembras dentro de machos, en el mismo carácter, se observó también alta significancia, por lo tanto se puede de igual forma, realizar selección de las mas bajas, como en la en la fuente anterior.

El carácter **altura de mazorca**, muestra que para la fuente de variación repeticiones, como en los caracteres rendimiento, floraciones de machos, de hembras y altura de planta, no intervinieron las repeticiones o bloques, en los resultados del carácter. La fuente de variación machos, en el mismo carácter, muestra alta significancia por lo que se deduce que gracias a variabilidad que muestran las familias de medios hermanos es posible seleccionar las que mejor nos convengan (las mas bajas).

En la fuente de variación hembras dentro de machos en el mismo carácter altura de mazorca, se observa que no existe significancia, esto indica la uniformidad que existe dentro de las familias de hermanos completos y no permite hacer selección ó no es factible.

VARIANZA ADITIVA Y VARIANZA DE DOMINANCIA.

En el cuadro 4.8 se observan los componentes de varianza, los cuales se utilizaron para calcular el valor de la varianza aditiva y de dominancia del cuadro 4.9.

Cuadro 4.8 Componentes de varianza para los 5 caracteres, rendimiento días a floración femenina, días a floración masculina, altura de planta y altura de mazorca.

Comp. De V.	Rendimiento	D.F.M.	D.F.H.	ALPA.	ALMA.
Rep.	-0.00950928	-0.01201970	-0.01185550	3.26272578	3.17569787
Mach.	2.02986782	2.61872269	3.04952941	314.834244	30.3600840
Hem.(Mach.)	2.10644811	1.71113300	1.72264368	72.2563629	-2.37643678
Error.	2.52875408	2.51487685	2.30614122	325.022989	246.824302

Cuadro 4.9 Varianza aditiva y de dominancia para los caracteres rendimiento, Días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta y altura de mazorca.

Carácter.	Varianza aditiva.	Varianza de dominancia
RTO.	8.11947128	0.30632116
DFM	10.47489076	-3.63035876
DFH	12.19811764	-5.30754292
ALPA	1259.336975	-970.311523
ALMA	121.4403361	-32.7365208

Los resultados del cuadro 4.9 muestran como en los caracteres: rendimiento, días a floración en machos, días a floración en hembras, altura de planta y altura de mazorca, la varianza aditiva fue mayor a la varianza de dominancia (asumiendo en aquellos

estimados, donde se obtengan valores negativos, que se deben interpretar como que no existen valores para esa estimación, es decir se iguala a cero).

Estos valores se emplearon para confrontar los resultados con la segunda hipótesis que menciona que existen varios métodos de mejoramiento y la aplicación del esquema adecuado dependerá de la varianza genética presente (σ_A y σ_D) mayormente en cada carácter analizado.

Todo indica que es adecuado aplicar estrategias de selección recurrente para el mejoramiento de los caracteres de esta población, ya que la varianza aditiva siempre fue de mayor magnitud que la varianza de dominancia. Estos resultados son semejantes a los que encontraron (Lidsey, 1962) y (Sentz, 1971)

Es motivo de discusión, determinar que estructura familiar debe ser empleada como estrategia de mejoramiento, para ello se requiere de más información de la misma población en otros ambientes, sin embargo y de manera preliminar se propone como alternativa manejar la estrategia de líneas S2, ya que además de mejorar la población como tal, se le estará incorporando tolerancia a la endogamia a las líneas que de ahí sean derivadas.

CONCLUSIONES.

En el presente, se concluye que las medias de días a floración masculina y femenina, en todos los experimentos, fueron menores que la de los testigos, en por lo menos ocho días, esto demuestra que los híbridos experimentales son mas precoces que los testigos, en cuanto a rendimiento existieron cruzas dobles que superaron a la media de los testigos y en las otras características agronómicas también existen híbridos que superan la media de los testigos.

La caracterización de la población en estudio, arrojó resultados que muestran a la varianza aditiva mayor que la varianza de dominancia, en los caracteres: Rendimiento, días a floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca por lo que es factible dirigir dicha población a selección recurrente.

RESUMEN.

Actualmente los fitomejoradores, buscan alternativas para mejorar poblaciones o híbridos en maíz (*Zea mays*). Un aspecto importante a mejorar, es la madurez tardía, gracias al beneficio económico que traen al agricultor los materiales precoces al permanecer menos tiempo en el terreno. Estos materiales también se pueden aprovechar en regiones marginadas, principalmente del norte del país, en donde dicha precocidad, de los materiales, los haría evadir las condiciones adversas que ahí predominan.

En el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se realizan trabajos buscando el fin anterior. En el presente trabajo se utilizaron líneas elite que ofrecen buenas características agronómicas en sus híbridos, las cuales se cruzaron con materiales donadores de precocidad, los cuales son: Zacatecas 58, Zapalote chico, VS 201 y Cafime, con el fin de obtener una población rendidora y precoz, en la cual se puedan derivar buenas líneas para formar híbridos dobles precoces. Dicha población se caracterizó mediante el diseño genético “Carolina del Norte I “, para estimar varianzas genéticas presentes en ella y en base a estas, aplicar el esquema de mejoramiento mas adecuado. Para este fin se seleccionaron 35 progenitores que fungieron como machos, apareándose al azar con cinco hembras, cada uno (resultando 175 familias de hermanos completos y 35 familias de medios hermanos). Dichos progenitores se sembraron en el ciclo 97-98 En Tepalcingo Morelos bajo un sistema de apareamiento aleatorio en la forma de un diseño Carolina del norte I para realizar

todas las cruzas posibles. La evaluación de las 175 familias se realizó en Celaya Guanajuato en el año 1998.

Los resultados de los análisis de varianza de la población indican que en los caracteres rendimiento, días a floración masculina y femenina y altura de planta existe mucha variabilidad genética, por lo tanto se puede hacer selección en todos estos caracteres.

Se cumplió con el objetivo de encontrar algún híbrido doble que superara en rendimiento y precocidad a los testigos utilizados, aun cuando en todos los criterios de selección no lograron hacerlo.

En la población, las mejores ACG fueron para los híbridos simples 29, 34, 32 y 5 (progenitores machos); 3, 31, 24, 1, 17, y 25 (progenitores hembras), los cuales se pueden conducir por selección recurrente y no recurrente. Las mejores ACE pertenecen a los híbridos dobles: 22x23, 26x27, 18x11, 14x19 y 21x12. Los cuales se pueden incluir en un programa de hibridación.

La caracterización que se realizó en la población precoz, demostró que dentro de la varianza genética, resultó mayor la varianza aditiva que la varianza de dominancia en los caracteres: rendimiento, días a floración masculina y femenina, altura de planta y altura de mazorca, por lo tanto suponiendo que no existe epistasis, es más factible dirigir dicha población a selección recurrente, mejor que a un programa de hibridación, se aprovecharía mejor la información genética que ella tiene.

BIBLIOGRAFIA.

Alvarez, G.I. 1984 Estimación de parámetros genéticos en un sintético de maíz del trópico seco Mexicano. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pg. 93-94.

Berlanga, P.S. 1994 Incorporación de precocidad a híbridos experimentales de maíz a través del método de selección gamética. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pg. 25

Brauer, H.O. 1983 Fitogenética aplicada. Editorial Limusa. México D.F. Pg.161-162, 268-270

Castillo, R.A. 1994 Mejoramiento comprensivo aprovechando una base genética amplia y selecta de maíces para regiones semiáridas de México. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Pg. 4 – 6.

Cervantes, L.J. 1985 Selección recurrente por hermanos completos en una población superenana de maíz (*Zea mays* L.) y evaluación del ciclo 1. Tesis de Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pg. 44 -45

Comstock, R.E., And H. F. Robinson. 1948. The components of genetic variance in population of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics* 4: 254 - 266.

- Falconer, D. S. 1980 Introducción a la genética cuantitativa. Compañía Editorial Continental. México D.F. Pg 239-240.
- Gandara, H.R. 1995 Respuesta al cambio de selección masal por medios hermanos en sintéticos de maíz del Istmo, C0 vs C10, C12, C13, C14, C15. Tesis de licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pg. 22.
- Gaytan, R.B. 1994 Memorias. II Congreso Latinoamericano de genética (Area vegetal) y XV Congreso de fitogenética. Pg. 390.
- INEGI, 1997. La agricultura de invernadero y vivero en el Estado de Morelos, Pg. 6-8.
- Lidsey, M.F.,J.H. Lonquist and C.O.Gardner 1962. Estimates of genetic variance in Open-pollinated varieties of corn belt corn. Crop Sci. 2: 105-108.
- López, H.A. y Muñoz, O.A. 1976 Memorias del VI congreso de fitotecnia. Sociedad Mexicana de Fitogenética Pg.177-188.
- Llanos, C.M. 1984 El maíz. Su cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundiprensa. Madrid España. Pg 267
- Márquez S.,F. 1985. Genotecnia Vegetal Métodos teoría y resultados. Tomo I. Editorial AGT S.A. México D.F. Pg. 64.
- Márquez S.,F. And A.R. Hallauer. 1970. Influence of sample size on the estimation of genetic variances in a synthetic variety of maize. I. Grain yield. Crop Sci. 10: 357-361.

Poehlman, J. M. 1979 Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. México D.F. Pg. 285 y 286.

Ruiz, M..M.C. Evaluación y estimación de respuesta de materiales recobrados de maíz en comparación con los materiales originales. Tesis maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo Coahuila México. Pg. 90-92

Sentz, J.C. 1971 Genetic variances in a synthetic variety of maize estimated by two mating designs. Crop Sci. 11: 234 - 238.

Silva, J.C. and A.R. Hallauer 1975 Estimation of epistatic variance in Iowa Stiff Stalk syntethic maice. J. Hered. 66: 190-296

Sprague, E.W. 1974 Memorias. El mejoramiento del maíz a nivel mundial en la década del setenta y papel del CIMMYT. El Batan México. Pg.15-3.

Sprague, G.F. and L.A.Tatum 1942 General vs. Specific combining ability in single crosses of corn. J. Amer. Soc. Agron. 34: 923-932

A P E N D I C E .

Cuadro A.1. Genealogía del material experimental utilizado en la evaluación.

PROGENITORES		PROGENIES.
1	1	(AN7-25-5-1X(P22S3-5*VS201)2-27-1-1-1-1)X(LBCPC5F17-3-5-1XMLS4-1)
1	6	(AN7-25-5-1X(P22S3-5*VS201)2-27-1-1-1-1)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
1	9	(AN7-25-5-1X(P22S3-5*VS201)2-27-1-1-1-1)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
1	17	(AN7-25-5-1X(P22S3-5*VS201)2-27-1-1-1-1)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
1	25	(AN7-25-5-1X(P22S3-5*VS201)2-27-1-1-1-1)X((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
2	1	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)X(LBCPC5F17-3-5-1XMLS4-1)
2	5	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346) -13-1-1-2-A-B)
2	6	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
2	9	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
2	25	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)X((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
3	1	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(LBCPC5F17-3-5-1XMLS4-1)
3	5	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346) -13-1-1-2-A-B)
3	6	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
3	9	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
3	25	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
4	4	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
4	6	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
4	9	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
4	16	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
4	25	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
5	1	(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8)X(LBCPC5F17-3-5-1XMLS4-1)
5	9	(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
5	16	(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
5	17	(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
5	25	(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8)X((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
6	2	(AN7-25-5-1XVS201-2-1-1-A)X(AN7-25-5-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)
6	6	(AN7-25-5-1XVS201-2-1-1-A)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
6	7	(AN7-25-5-1XVS201-2-1-1-A)X(AN7-25-5-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
6	14	(AN7-25-5-1XVS201-2-1-1-A)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1XVS201-2-1-1-A)

Cuadro A.1.....Continuación.

6	18	(AN7-25-5-1XVS201-2-1-1-A)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEX346)-4-3-B)
7	3	(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
7	5	(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346) -13-1-1-2-A-B)
7	6	(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
7	7	(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X(AN7-25-5-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
7	9	(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
8	5	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX346)-4-3-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346) -13-1-1-2-A-B)
8	7	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX346)-4-3-B)X(AN7-25-5-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
8	14	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX346)-4-3-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1XVS201-2-1-1-A)
8	17	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX346)-4-3-B)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
8	19	(AN7-25-5-1X(CAFIMEX346)-4-3-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
9	3	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
9	4	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
9	6	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
9	16	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
9	17	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
10	2	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(AN7-25-5-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)
10	3	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
10	5	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346) -13-1-1-2-A-B)
10	6	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
10	19	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
11	1	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X(LBCPC5F17-3-5-1XMLS4-1)
11	8	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX346)-4-3-B)
11	9	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
11	16	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
11	17	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
12	4	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
12	5	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346) -13-1-1-2-A-B)
12	6	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
12	7	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)X(AN7-25-5-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
12	9	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)

Cuadro A.1..... Continuación.

13	1	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X(LBCPC5F17-3-5-1XMLS4-1)
13	4	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
13	9	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
13	10	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
13	16	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X((CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
14	11	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X VS201-2-1-1-A)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)X(CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)
14	15	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X VS201-2-1-1-A)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
14	19	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X VS201-2-1-1-A)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
14	20	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X VS201-2-1-1-A)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
14	21	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X VS201-2-1-1-A)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
15	13	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
15	14	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
15	19	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
15	20	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
15	21	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
16	6	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
16	10	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
16	11	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)X(CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)
16	20	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
16	21	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
17	5	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX4346)-4-3-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)
17	11	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX4346)-4-3-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)X(CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)
17	12	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX4346)-4-3-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)
17	13	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX4346)-4-3-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
17	20	(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX4346)-4-3-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
18	4	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
18	10	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
18	11	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)X(CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)
18	19	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
18	23	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
19	4	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)

Cuadro A.1..... Continuación.

19	6	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
19	10	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
19	12	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)
19	13	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
20	2	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)X(AN7-25-5-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)
20	4	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
20	10	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
20	11	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)X(CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)
20	12	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)
21	4	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
21	10	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
21	11	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B)
21	12	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)
21	13	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
22	19	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BXVS201-2-1-1-A)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
22	20	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BXVS201-2-1-1-A)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
22	21	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BXVS201-2-1-1-A)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
22	22	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BXVS201-2-1-1-A)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
22	23	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BXVS201-2-1-1-A)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
23	10	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
23	12	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)
23	13	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
23	22	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
23	26	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B))
24	4	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
24	6	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
24	22	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
24	23	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
24	26	(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B)X((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B))
25	2	(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X(AN7-25-5-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1)

Cuadro A.1..... Continuación.

25	4	(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
25	6	(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
25	7	(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X(AN7-25-5-1X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
25	9	(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
26	19	(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(VS201-2-1-1)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B)
26	20	(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(VS201-2-1-1)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
26	22	(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(VS201-2-1-1)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)
26	23	(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(VS201-2-1-1)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
26	27	(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(VS201-2-1-1)X((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AX VS201-2-1-1-A)
27	9	((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B)
27	20	((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A-B)
27	21	((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(VS201-2-1-1))
27	23	((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
27	27	((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B)X((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AX VS201-2-1-1-A)
28	21	((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)
28	26	((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEX346)-4-3-B))
28	27	((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AX VS201-2-1-1-A))
28	28	((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-X(CAFIMEX346)-4-3-B))
28	30	((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(ZAC58XAN100-90) -10-3-3-4-A-BX(CAFIMEX346)-4-3-B))
29	2	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8))X(AN7-25-5-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1))
29	4	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8))X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B))
29	5	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8))X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B))
29	6	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8))X(AN7-25-5-1X(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B))
29	9	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8))X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B))
30	3	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X((AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B))
30	4	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B))
30	5	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B))
30	24	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B))
30	9	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B))
31	9	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BXVS201-2-1-1-A)X((P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B))
31	24	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BXVS201-2-1-1-A)X((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B))

Cuadro A.1 Continuación.

31	28	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BXVS201-2-1-1-A))X((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-X(CAFIMEX346)-4-3-B))
31	30	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BXVS201-2-1-1-A))X(ZAC58XAN100-90) -10-3-3-4-A-BX(CAFIMEX346)-4-3-B))
31	31	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BXVS201-2-1-1-A))X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B))
32	2	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B))X(AN7-25-5-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1))
32	3	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B))X((AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B))
32	5	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B))X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX4346)-13-1-1-2-A-B))
32	24	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B))X((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B))
32	29	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B))X((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-AB))
33	27	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B))X((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AXVS201-2-1-1-A))
33	28	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B))X((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-X(CAFIMEX346)-4-3-B))
33	30	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B))X(ZAC58XAN100-90) -10-3-3-4-A-BX(CAFIMEX346)-4-3-B))
33	31	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B))X(CAFIMEXAN100-90)-3-1-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B))
33	18	((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B))X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B))
34	2	((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A))X(AN7-25-5-1X(P22S3-5*VS201)-2-27-1-1-1-1))
34	3	((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A))X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-10-1-1-10-1-B))
34	4	((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A))X(AN7-25-5-1X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B))
34	24	((CAFIMEXAN100-90)-AN-2-6-8-AX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A))X((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-A-B))
34	29	((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AX(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-A))X((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8X(ZAC58XAN100-90)-10-3-3-4-AB))
35	21	((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AXVS201-2-1-1-A))X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(VS201-2-1-1))
35	22	((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AXVS201-2-1-1-A))X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-BX(CAFIMEXAN100-90)-3-1-B))
35	23	((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AXVS201-2-1-1-A))X((CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B)X(CAFIMEX232)-15-4-3-2-A-B))
35	26	((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AXVS201-2-1-1-A))X((CFIMEX4346)-13-1-1-2-A-BX(CAFIMEX4346)-4-3-B))
35	28	((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-AXVS201-2-1-1-A))X((CAFIMEXAN100-90)-18-2-6-8-X(CAFIMEX346)-4-3-B))

Cuadro A.2. Número de Progenitor Macho y hembra, en su respectiva entrada.

Exp. No 1			45	9	3	38	17	5	36	25	2	29	33	27
Ent.	M	H	46	9	4	39	17	11	37	25	4	30	33	28
1	1	1	47	9	6	40	17	12	38	25	6	31	33	30
2	1	6	Exp. No 2			41	17	13	39	25	7	32	33	31
3	1	9	Ent.	M	H	42	17	20	40	25	9	33	33	18
4	1	17	1	9	16	43	18	4	41	26	19	34	34	2
5	1	25	2	9	17	44	18	10	42	26	20	35	34	3
6	2	1	3	10	2	45	18	11	43	26	22	36	34	4
7	2	5	4	10	3	46	18	19	44	26	3	37	34	24
8	2	6	5	10	5	47	18	23	45	26	27	38	34	29
9	2	9	6	10	6	Exp. No 3			46	27	9	39	35	21
10	2	25	7	10	19	Ent.	M	H	47	27	20	40	35	22
11	3	1	8	11	1	1	19	4	Exp. No 4			41	35	23
12	3	5	9	11	8	2	19	6	Ent.	M	H	42	35	26
13	3	6	10	11	9	3	19	10	1	27	21	43	35	28
14	3	9	11	11	16	4	19	12	2	27	23			
15	3	25	12	11	17	5	19	13	3	27	27			
16	4	4	13	12	4	6	20	2	4	28	21			
17	4	6	14	12	5	7	20	4	5	28	26			
18	4	9	15	12	6	8	20	10	6	28	27			
19	4	16	16	12	7	9	20	11	7	28	28			
20	4	25	17	12	9	10	20	12	8	28	30			
21	5	1	18	13	1	11	21	4	9	29	2			
22	5	9	19	13	4	12	21	10	10	29	4			
23	5	16	20	13	9	13	21	11	11	29	5			
24	5	17	21	13	10	14	21	12	12	29	6			
25	5	25	22	13	16	15	21	13	13	29	9			
30	6	2	23	14	11	16	22	19	14	30	3			
31	6	6	24	14	15	17	22	20	15	30	4			
32	6	7	25	14	19	18	22	21	16	30	5			
33	6	14	26	14	20	19	22	22	17	30	24			
34	6	18	27	14	21	20	22	23	18	30	9			
35	7	3	28	15	13	21	23	10	19	31	9			
36	7	5	29	15	14	22	23	12	20	31	24			
37	7	6	30	15	19	23	23	13	21	31	28			
38	7	7	31	15	20	24	23	22	22	31	30			
39	7	9	32	15	21	25	23	26	23	31	31			
40	8	5	33	16	6	26	24	44	24	32	2			
41	8	7	34	16	10	27	24	6	25	32	3			
42	8	14	35	16	11	28	24	22	26	32	5			
43	8	17	36	16	20	29	24	23	27	32	24			
44	8	19	37	16	21	30	24	26	28	32	29			

