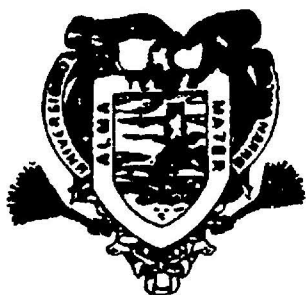


EFFECTIVIDAD DE LA SELECCION RECURRENTE DE
FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS Y HERMANOS
COMPLETOS EN LA POBLACION SUPERENANA
DE MAIZ (Zea mays L.) LUCIO BLANCO MEJORADO.

FRANCISCO GARCIA BARRIENTOS

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

ENERO 1989

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de
asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al -

Grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN
FITOMEJORAMIENTO

C O M I T E P A R T I C U L A R

Asesor principal:

S. Rod. Herrera
M.C. Sergio Alfredo Rodríguez Herrera

Asesor:

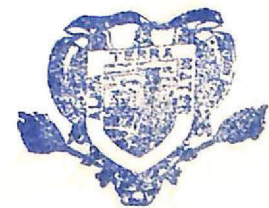
[Signature]
M.C. María Cristina Vega Sánchez

Asesor:

[Signature]
M.C. Carlos Javier Garay López

[Signature]
Dr. Eleuterio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Enero de 1989



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios de Postgrado.

Al M.C. Sergio Alfredo Rodríguez Herrera por haberme dado la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación y por su valiosa ayuda en la revisión del mismo.

A la M.C. María Cristina Vega Sánchez por la revisión y valio sas sugerencias del presente escrito.

Al M.C. Carlos Javier Garay López por su valiosa ayuda en la revisión del contenido del presente estudio.

A todo el personal científico del Instituto Mexicano del Maíz que de una manera y otra participaron en la realización de este estudio.

Al personal de campo del Instituto Mexicano del Maíz en quien encontré siempre disponibilidad de participación.

DEDICATORIA

A mis Padres:

Francisco García Olvera

Y

Ma. Ausencia Barrientos de García (+)

Con respeto y cariño quienes me enseñaron que sólo con el esfuerzo del trabajo honrado y decidido se puede vivir con orgullo y dignidad.

A mi Madre que a pesar de estar tan lejos siempre la llevo en mi memoria y corazón, ya que nunca - dejará de ser fuente inagotable de respeto, cariño y admiración, recordándola en todo momento con orgullo y el amor que se merece.

A mis Hermanos:

Araceli

Graciela

Luis Lauro

Elva

Nelly

Eduardo Ismael

Elsa

Por la gran fraternidad que nos une, y de quienes he recibido siempre un apoyo moral y económico, impulsándome a seguir adelante en mi superación personal.

A mis amigos y compañeros de quienes he recibido siempre un apoyo moral.

"El maíz planta prodigiosa que
la madre naturaleza dejó al fito
mejorador para seguir adelante
en el camino de la investigación".

COMPENDIO

Efectividad de la selección recurrente de familias de medios hermanos y hermanos completos en la población superenana de maíz (*Zea mays* L.) Lucio Blanco Mejorado.

Por

FRANCISCO GARCIA BARRIENTOS

MAESTRIA

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. ENERO 1989

M.C. Sergio Alfredo Rodríguez Herrera - Asesor -

Palabras clave: Ganancia por ciclo, ciclos *per se*, -
cruzas de prueba, medio hermanos, her-
manos completos, aptitud combinatoria
general y específica.

De la población de maíz Lucio Blanco Mejorado (LBM), se derivaron cinco y cuatro ciclos de selección por las metodologías selección de familias de medios hermanos (SFMH) y selección de hermanos completos (SFHC) respectivamente. Con estos ciclos se realizaron cruzas de prueba con la población original LBM Co y con la línea elite normal AN-12.

Los objetivos del presente trabajo de investigación fue la de estimar la ganancia genética en rendimiento y estimar en las poblaciones las ganancias y cambios ocurridos en el resto de las características agronómicas por la selección, realizar análisis de correlación del rendimiento con las demás características y estimar la aptitud combinatoria general y específica de los ciclos.

Los experimentos se establecieron en Celaya, Guanajuato; Durango, Durango; Derramadero y Torreón, Coahuila; utilizando dos densidades de siembra 60,000 y 120,000 plantas por hectárea.

Los resultados obtenidos indican que en general a través de localidades para rendimiento en la densidad baja, el método más efectivo es la SFHC con 1.34 por ciento de ganancia por ciclo, en la densidad alta la SFMH fue la más efectiva con 1.25 por ciento, al conjuntar las densidades la SFHC fue la mejor con 2.68 por ciento. El método más efectivo en la cruce CnxCo en la densidad baja fue la SFMH con 1.84 por ciento, siendo significativo al 5 por ciento de probabilidad en la densidad alta la SFHC es la más efectiva con 1.08 por ciento y a través de densidades fue la SFMH con una ganancia de 1.34 por ciento. En la cruce CnxAN-12 el método más eficiente fue la SFHC con 1.67 por ciento de ganancia por ciclo, con una significancia al 5 por ciento de probabilidad.

La correlación más importante que se obtuvo fue la del rendimiento con mazorcas por cien plantas en la SFMH. Los resultados de la ACG a través de densidades en la SFMH

el C₅ fue el mejor con un valor de 0.370, en la SFHC el C₁ - con un valor de ACG de 0.501 fue el mejor. Para la ACE en la SFMH fue el C₃ con un valor de 0.357, y en la SFHC fue el C₄ con 0.728, observándose con esta metodología una tendencia - más definida al ir mejorando la ACE conforme se avanza en los ciclos.

ABSTRACT

Effectiveness of half-sibs and full-sibs families recurrent selection in the superdwarf maize population Lucio Blanco Mejorado (*Zea mays* L.).

BY

FRANCISCO GARCIA BARRIENTOS

MASTER'S DEGREE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JANUARY 1989

M.C. Sergio Alfredo Rodríguez Herrera - Advisor -

Key words: Gain per cycle, *per se* cycles, test crosses, half-sibs, full-sibs, General and specific - combining ability.

There were obtained five and four cycles by half-sib families (SFMH), and full-sib families (SFHC) recurrent selection respectively, from the superdwarf maize population Lucio Blanco Mejorado (LBM). The cycles were test croseed with - the original population (LBM Co), and the normal elite line AN-12, and besides evaluated *per se*.

The objectives of the research work were to estimate the genetic gain for yield and changes and gain for other - agronomic traits by means of selection, to correlate yield

with other agronomic traits, and to detect general and specific combining ability of the different cycles.

The location sites of evaluation were Celaya, Guanajuato, Durango, Durango, Derramadero y Torreón, Coahuila, México. (four locations). The population densities were 60,000 low and 120,000 high plants per hectaree.

The results for yield showed in general across locations that in low density, SFHC was more effective with 1.34 percent of gain per cycle; in high density, SFMH was the most effective with 1.25 percent of gain per cycle; across densities, SFHC was the best with 2.68 percent.

In test crosses CnxCo, in low density SFMH was more effective, with 1.84 of gain per cycle (significant 0.05) in high density, SFHC had 1.08 being the best, and across densities, SFMH was better, with 1.34. The crosses CnxAN-12 showed as more efficient SFHC, with 1.67 gain per cycle (significant 0.05).

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE FIGURAS	xvii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
-SELECCION RECURRENTE	4
-SELECCION RECURRENTE ENTRE FAMILIAS DE MEDIOS HERMANOS	14
-SELECCION RECURRENTE ENTRE FAMILIAS DE - HERMANOS COMPLETOS	23
3. MATERIALES Y METODOS	34
-DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	34
-MATERIALES	35
-METODOS	41
-FORMACION DEL MATERIAL DE PRUEBA	41
-EVALUACION DE CAMPO	42
-ANALISIS ESTADISTICO	45
4. RESULTADOS	55
-ANALISIS COMBINADO	55
-RESPUESTA A LA SELECCION	61
-CORRELACIONES	104
-EFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL	108
-EFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA ESPECIFI CA	111

	Página
5. DISCUSIONES	115
-ANALISIS COMBINADO	115
-RESPUESTA A LA SELECCION	117
-CORRELACIONES	124
-APTITUD COMBINATORIA GENERAL Y ESPECIFI CA	127
6. CONCLUSIONES	128
7. RESUMEN	131
8. LITERATURA CITADA	134

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
3.1	Lugar de evaluación, selección y formación de los nueve ciclos de selección y la variedad original.	38
3.2	Dialélico parcial indicativo de cruzas por realizarse.	40
3.3	Características de la parcela experimental.	42
3.4	Componentes del análisis de varianza combinado para cuatro localidades, para ciclos <i>per se</i> y cruzas de prueba para la densidad de 60,000 plantas por hectárea.	46
3.5	Componentes del análisis de varianza combinado para cuatro localidades para ciclos <i>per se</i> y cruzas de prueba, para la densidad de 120,000 plantas por hectárea.	47
3.6	Componentes del análisis de varianza combinado para cuatro localidades, para ciclos <i>per se</i> y cruzas de prueba en dos densidades.	49
4.1	Cuadrados medios y su significancia del análisis de varianza combinado para rendimiento en la densidad baja de ciclos <i>per se</i> de SFMH y SFHC y sus cruzas de prueba CnxCo y CnxAN-12, considerando los cuatro ambientes en conjunto.	56
4.2	Cuadrados medios y su significancia del análisis de varianza combinado para rendimiento en la densidad alta, de ciclos <i>per se</i> de SFMH y SFHC y su crusa de prueba CnxCo, considerando los cuatro ambientes en conjunto.	58
4.3	Cuadrados medios y su significancia del análisis de varianza combinado para rendimiento, a través de densidades, de los ciclos <i>per se</i> de SFMH y SFHC y su crusa de prueba CnxCo, considerando los cuatro ambientes en conjunto.	60
4.4	Concentración de datos para la característica rendimiento en toneladas por hectárea, de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC <i>per se</i> , en la densidad baja, en cada ambiente de evaluación.	62

Cuadro		Página
4.5	Concentración de datos para la característica rendimiento en toneladas por hectárea, de las cruzas de prueba (CnxCo) de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC, en la densidad baja, en cada ambiente de evaluación.	64
4.6	Concentración de datos para la característica rendimiento en toneladas por hectárea, de la crusa de prueba (CnxAN-12), de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC, en la densidad baja, en cada ambiente de evaluación.	65
4.7	Concentración de datos para la característica rendimiento en toneladas por hectárea, de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC <i>per se</i> , en la densidad alta, en cada ambiente de evaluación.	67
4.8	Concentración de datos para la característica rendimiento en toneladas por hectárea, de las cruzas de prueba (CnxCo) de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC, en la densidad alta, en cada ambiente de evaluación.	69
4.9	Concentración de datos para la característica rendimiento en toneladas por hectárea, de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC <i>per se</i> , a través de densidades, en cada ambiente de evaluación.	70
4.10	Concentración de datos para la característica rendimiento en toneladas por hectárea, de las cruzas de prueba (CnxCo) de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC a través de densidades, en cada ambiente de evaluación.	71
4.11	Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos <i>per se</i> de la SFMH y SFHC, en la población LBM, para la densidad baja considerando los cuatro ambientes en conjunto.	73
4.12	Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC, <i>per se</i> para rendimiento y características agronómicas expresadas como coeficientes de regresión lineal en la densidad baja, considerando los cuatro ambientes en conjunto.	76

- 4.13 Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos de la SFMH y SFHC en la población LBM con su cruza CnxCo, en la densidad baja, considerando los cuatro ambientes en conjunto. 78
- 4.14 Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC con sus cruzas de prueba para rendimiento y características agronómicas expresadas como coeficientes de regresión lineal en la densidad baja, considerando los cuatro ambientes en conjunto. 81
- 4.15 Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos de la SFMH y SFHC en la población LBM con su cruza CnxAN-12 en la densidad baja, considerando los cuatro ambientes en conjunto. 83
- 4.16 Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC, con sus cruzas de prueba para rendimiento y características agronómicas expresadas como coeficientes de regresión lineal en la densidad baja, considerando los cuatro ambientes en conjunto. 86
- 4.17 Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos *per se* de la SFMH y SFHC, en la población LBM, para la densidad alta, considerando los cuatro ambientes en conjunto. 87
- 4.18 Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC, *per se* para rendimiento y características agronómicas expresadas como coeficientes de regresión lineal en la densidad alta, considerando los cuatro ambientes en conjunto. 90
- 4.19 Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observados en los ciclos de la SFMH y SFHC en la población LBM con su cruza CnxCo, en la densidad alta, considerando los cuatro ambientes en conjunto. 92

Cuadro		Página
4.20	Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC con sus cruza de prueba para rendimiento y características agronómicas expresadas como coeficientes de regresión lineal en la densidad alta, considerando los cuatro ambientes en conjunto.	95
4.21	Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos <i>per se</i> de la SFMH y SFHC, en la población LBM, a través de densidades y ambientes de evaluación.	97
4.22	Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC, <i>per se</i> para rendimiento y características agronómicas expresadas como coeficientes de regresión lineal, a través de densidades y ambientes de evaluación.	99
4.23	Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos de la SFMH y SFHC en la población LBM con su cruza CnxCo, a través de densidades y ambientes de evaluación.	101
4.24	Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC, con su cruza de prueba, para rendimiento y características agronómicas, expresadas como coeficientes de regresión lineal, a través de densidades y ambientes de evaluación.	103
4.25	Coefficientes de correlación del rendimiento con algunas características agronómicas para la densidad baja, considerando los cuatro ambientes en conjunto.	105
4.26	Coefficientes de correlación del rendimiento con algunas características agronómicas para la densidad alta, considerando los cuatro ambientes en conjunto.	106
4.27	Rendimiento promedio en toneladas por hectárea de la cruza de prueba con el Co, y efectos de ACG, considerando los cuatro ambientes en conjunto.	109
4.28	Rendimiento promedio en toneladas por hectárea de la cruza de prueba con el Co, y efectos de ACG, considerando los cuatro ambientes en conjunto.	110

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
4.1	Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento, por SFMH (a) y SFHC (b), de los ciclos <i>per se</i> , de la población LBM, en la densidad baja.	74
4.2	Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento, por SFMH (a) y SFHC (b), en la cruce de los ciclos (CnxCo), de la población LBM, en la densidad baja.	80
4.3	Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento, por SFMH (a) y SFHC (b) en la cruce de los ciclos (CnxAN-12), de la población LBM en la densidad baja.	84
4.4	Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento, por SFMH (a) y SFHC (b), de los ciclos <i>per se</i> , de la población LBM, en la densidad alta.	89
4.5	Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento por SFMH (a) y SFHC (b), en la cruce de los ciclos (CnxCo) de la población LBM en la densidad alta.	93
4.6	Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento por SFMH (a) y SFHC (b), de los ciclos <i>per se</i> de la población LBM, a través de densidades.	98
4.7	Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento por SFMH (a) y SFHC (b), en la cruce de los ciclos (CnxCo) de la población LBM, a través de densidades.	102

Cuadro		Página
4.29	Rendimiento promedio en toneladas por hectárea, de la cruza de prueba con el Co, \bar{y} efectos de ACG, a través de densidades y ambientes.	112
4.30	Rendimiento promedio en toneladas por hectárea de la cruza de prueba CnxAN-12, y \bar{y} efectos de ACE, considerando los cuatro - ambientes en conjunto.	114

1. INTRODUCCION

Una de las especies vegetales que le proporciona mayor utilidad al hombre en el aspecto académico, científico, social y económico, es el maíz, además de que existen muy pocas especies que puedan competir con él. Por la gran importancia del cultivo del maíz en México y en el mundo, se tiene la necesidad de mejorarlo constantemente con el propósito de aumentar su producción y productividad. Dadas las características morfológicas que presenta este cultivo permite controlar o manipular su fecundación y estudiar genotipos en períodos cortos, y así de esta manera poder realizar las prácticas de mejoramiento en un corto plazo.

Los métodos de selección y la recombinación de genes cuantitativos ha permitido el aumento del rendimiento, también la utilización de genes cualitativos han contribuido al mejoramiento de ciertas características de alta heredabilidad, como son: la resistencia a enfermedades, altura de planta, precocidad, prolificidad, contenido de proteína y de aceite.

Uno de los métodos de mejoramiento genético que contribuyó a lograr los objetivos de la mejora genética viene a ser la selección recurrente, la cual involucra la formación de familias, su evaluación, selección y recombinación de las más sobresalientes, debido a que este método es cíclico

permite acumular genes deseables en una población, para las características agronómicas que se deseen mejorar.

Este método de mejoramiento es muy importante, ya que puede proporcionar resultados a mediano y largo plazo y esto permite extraer relativamente pronto materiales adecuados a las necesidades de cada región agrícola.

Una de las zonas maíceras mas importantes de México, dadas sus condiciones ambientales y precipitaciones pluviales, es la región del Bajío, que comprenden las regiones que se encuentran a una altura de 1000 a 1800 m.s.n.m., la cual la conforman los estados de Jalisco, Guanajuato, Michoacán y Querétaro; principalmente en esta región por su importancia nacional necesita de materiales con alto potencial de rendimiento.

El Instituto Mexicano del Maíz con sede en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN), ha estado trabajando en el Bajío desde 1971, donde ha encontrado que maíces de porte enano son una excelente alternativa para dicha región, como un ejemplo se tiene al híbrido superenano AN-360 Pancho Villa, que ha producido rendimientos muy satisfactorios comparados con el maíz que se cultiva comunmente.

A la fecha el Instituto, cuenta con nuevos materiales superenanos que superan al AN-360 original, en rendimiento y mejores características agronómicas, además con las bondades de la selección recurrente, se formó una población superenana que se denomina Lucio Blanco Mejorado, que cuenta con una gran variabilidad genética, y la cual se ha venido mejorando durante varios ciclos de selección recurrente de familias de

medios hermanos y hermanos completos.

Los objetivos de este trabajo de investigación son:

1. Estimar la ganancia genética en rendimiento, en el maíz Lucio Blanco Mejorado después de cinco y cuatro ciclos de selección recurrente entre medios - hermanos y hermanos completos respectivamente.
2. Estimar en las poblaciones las ganancias y cambios ocurridos en el resto de las características agronómicas por la selección.
3. Realizar análisis de correlación del rendimiento con las demás características agronómicas, para determinar el grado de asociación que tiene el rendimiento con cada caracter agronómico.
4. Estimar la aptitud combinatoria general y específica de los diferentes ciclos de la población.

2. REVISION DE LITERATURA

Selección Recurrente

El principal objetivo de los procedimientos de selección recurrente es aumentar gradualmente la frecuencia de alelos favorables a través de los ciclos de selección, bajo una presión de selección constante y recombinación de progenies que posean genes que reúnan las características deseadas, para desarrollar poblaciones básicas mejoradas que incrementarán las posibilidades de obtener mejores líneas e híbridos. El éxito relativo de la selección recurrente depende de la complejidad de la característica bajo selección y las técnicas experimentales disponibles para descartar progenies, así como de los efectos del medio ambiente sobre tales características.

El rendimiento es generalmente la característica económica más importante en programas de mejoramiento de maíz. El uso de técnicas de selección recurrente para mejorar el rendimiento no ha sido tan impresionante y consistente como para otras características que poseen una mayor heredabilidad, para las cuales se disponen de técnicas para minimizar los efectos del ambiente. El rendimiento es una característica específica medible y no la composición del genotipo de una planta en respuesta al ambiente. Buen vigor y sanidad en un ambiente de alta productividad producen rendimientos mas altos, pero esta situación es generalmente la excepción.

Smith (1983) estudió los efectos de la selección recurrente para la producción de grano de maíz en una población que incluye el C_0 , C_4 y C_7 de BSS(R), BSCB1(R) y BS13 (HT) y las cruzas donde intervinieron el C_5 y C_8 de BSSS(R) y de BSCB1(R), la respuesta de éstos fue calculada separadamente por ciclos de $C_0 - C_4$ y $C_4 - C_8$, respondiendo a la selección recurrente, sin embargo fue más significativo en los ciclos cuatro y ocho, que los ciclos iniciales. Se concluyó que la selección fue más efectiva por el incremento de la producción de grano y en el mejoramiento de otras características agronómicas en las poblaciones donde se realizaron cruzamientos.

Russell y Vega (1972) evaluaron cinco ciclos de selección recurrente en dos poblaciones. Las poblaciones fuente fueron una variedad de polinización libre Alph y la generación F_2 de Wf_9 y B_7 . La línea B_7 fue el probador de ambas poblaciones. La base principal de selección fue el rendimiento de grano y la intensidad de selección fue de 10-13 por ciento en cada uno de los cinco ciclos. Se seleccionaron diez líneas S_1 en cada ciclo y se recombinaron para dar una nueva población en cada fuente. En todos los tipos de población, fue significativa la proporción de ganancia por ciclo y la ganancia fue mayor en la Alph que en la $Wf_9 \times B_7$. Todos los tipos de poblaciones, excepto la $B_{14} \times (Wf_9 \times B_7)$ C_{n1} tuvieron proporciones de ganancia positiva para el número de mazorcas por 100 plantas y la ganancia fue altamente significativa en ocho de las once comparaciones.

Martín y Russell (1984) encontraron cambios en las características de planta, mazorca y grano, después de tres ciclos de selección recurrente de S_1 para resistencia a la pudrición del tallo por *Diplodia* y acame de tallo ocasionada mecánicamente, los cuales fueron evaluados en el maíz sintético BSI. Los ciclos de las poblaciones BSISR y BSIMS fueron cruzados con un probador de cruza simple. Los dos procedimientos de selección dieron respuestas contrastantes en las características de las plantas. La población BSIMS mostró un incremento en altura de planta, longitud y número de entrenudos y retraso de la floración, por lo contrario la población BSISR presentó una floración precoz, altura de planta reducida y longitud de entrenudos reducida también. Los cambios en las características de las plantas se observaron durante los ciclos iniciales de selección. La producción de grano se redujo de 7.08 toneladas por hectárea en BSI de 4.95 y 5.42 toneladas por hectárea en BSIMS C_3 y BSISR C_3 respectivamente. Los cambios significativos de rendimiento fueron observados cuando se formaron las cruza de prueba. En diámetro de la mazorca y longitud se encontró que había una alta correlación con el rendimiento y contribuyó mas hacia la reducción del rendimiento observada en el mejoramiento de la población para calidad del tallo.

Mock y Bakri (1976) realizaron experimentos para evaluar la eficiencia de la selección recurrente para tolerancia al frío en dos poblaciones de maíz BSSS2(SCT) y BSSS13 (SCT). Los progresos de la selección fueron medidos

por cambios en el porcentaje de emergencia, índice de emergencia y peso de la semilla seca y cambios en otras características agronómicas.

Para realizar el mejoramiento para la tolerancia al frío se avanzaron dos ciclos de selección recurrente en el BSSS13(SCT) y tres ciclos para el BSSS2(SCT). El porcentaje de emergencia y peso de la semilla seca del BSSS13(SCT) fueron mejoradas en un 8.4 por ciento por ciclo y 0.6 grados de humedad respectivamente, mientras que para BSSS2(SCT) no hubo significancia para las anteriores características.

El ciclo dos de BSSS13(SCT) se caracterizó por tener mucho vigor en la semilla y crecimiento de plantas jóvenes, una floración precoz y una baja humedad del grano en la cosecha, comparada con el C₀. El ciclo tres de BSSS2(SCT) presentó una floración precoz, y baja humedad del grano en la cosecha que el C₀.

Carangal *et al.* (1971) evaluaron dos ciclos de selección recurrente utilizando progenies de S₁ y cruzas de prueba, para rendimiento del grano en un sintético de maíz de 13 líneas. En el primer ciclo se evaluaron 60 líneas en cuatro localidades en un año, en el segundo ciclo fueron evaluadas 68 líneas en tres repeticiones durante dos años, la presión de selección que se aplicó fue de 17 por ciento en ambos ciclos.

La varianza genética del rendimiento en el primer ciclo fue significativa en la progenie autofecundada en comparación con la evaluación de cruzas de prueba, pero sin -

embargo, decreció en el segundo ciclo. La variabilidad de humedad de mazorca, acame de tallo y pudrición de raíces se incrementó con ambos métodos de selección. En la selección de S_1 para rendimiento de grano se obtuvo buena ganancia en el mejoramiento *per se* de la población.

Rivera *et al.* (1972) reportan que se realizó un estudio del efecto de la selección masal para altura de mazorca, sobre la altura de planta, rendimiento y otros caracteres de planta y mazorca en las variedades de maíz, Criollo de Ixtacalco y V-7. A partir de las variedades originales, se hicieron seis ciclos de selección masal divergente para altura de mazorca. La selección fue efectiva para separar la población original en dos poblaciones: una de mazorca alta y otra de mazorca baja.

La altura de la planta resultó positivamente correlacionada con altura de mazorca. La altura de planta y de mazorca resultaron negativamente correlacionadas con el rendimiento de grano en los sintéticos de mazorca alta y positivamente correlacionadas en los sintéticos de mazorca baja. El índice de posición de mazorca que maximizó el rendimiento fue de 0.601 para criollo de Ixtacalco y 0.618 para V-7. Se recomienda que la selección para posición de mazorca se haga en base al índice de posición y no en base a la altura absoluta de la mazorca.

Rendón y Molina (1974) informan que se hizo un estudio del efecto de 6 ciclos de selección masal estratificada para peso de mazorca sobre el rendimiento de grano y otros -

caracteres, en la variedad de maíz Méx. 208 y los compuestos varietales Méx. Gpo. 10 y Xolache.

se detectó avance genético en las tres variedades, - para peso de mazorca debido principalmente al incremento en peso del olote y no al peso del grano, que fue el propósito de la selección.

se identificaron las variables determinantes del rendimiento de grano y su modificación por efecto de la selección masal, para cada una de las tres variedades. Hubo variables que contribuyeron efectivamente al incremento en peso de grano, debido a que se modificaron por efecto de la selección; otras no se modificaron, posiblemente por su baja variabilidad genética, no obstante ser variables determinantes del rendimiento de grano, y otras sufrieron cambios pero no incluyeron sobre el incremento de rendimiento de grano. Su modificación se atribuye a su estrecha correlación genotípica con peso del olote.

Ortiz *et al.* (1984) realizaron estudios sobre los compuestos de los ciclos 1 al 11 de la selección masal visual rotativa y los ciclos 2 al 9 de selección masal *in situ* en la variedad de maíz Zac-58. En los dos métodos el principal criterio de selección fue el rendimiento de grano. Al estudiar los cambios en las respuestas del rendimiento de grano, características morfológicas, fisiotécnicas y las relaciones entre ellas, los resultados mas sobresalientes fueron: 1) la selección fue efectiva para incrementar el rendimiento de grano, - habiendo sido la selección *in situ* la que produjo las ganancias,

2) el rendimiento biológico se incrementó en la misma proporción que el rendimiento de grano en el caso de la selección rotativa, y en mayor proporción en el caso de la selección *in situ*, 3) el incremento del rendimiento biológico estuvo relacionado con incrementos en el área foliar y en la altura de la planta y de la mazorca, 4) el índice de cosecha y las relaciones de eficiencia del área foliar para rendimiento económico y biológico, no fueron modificados por ninguno de los tipos de selección, lo que indica que mediante la selección se obtuvieron plantas más rendidoras, pero no más eficientes que las de la población original, 5) la práctica de desechar dentro de cada subparcela las mazorcas más húmedas, fue efectiva para mantener el ciclo biológico de los compuestos de selección al mismo nivel que en la población original, lo que indica que cuando se incorporan otros criterios de selección, además del rendimiento de grano, otros caracteres pueden ser modificados en el sentido deseado, y 6) las correlaciones entre los índices fisiotécnicos y los demás caracteres, a pesar de que algunas de ellas fueron altamente significativas, no pueden considerarse de valor práctico. Esto señala la imposibilidad de seleccionar en forma indirecta plantas más eficientes mediante caracteres de más fácil medición, ya que la asociación entre éstos y las características de eficiencia no presentan valores altos.

García y Márquez (1984) compararon tres técnicas de selección masal aplicadas al compuesto precoz CP₈ de maíz, el cual fue sometido a dos ciclos de selección masal, - -

aplicando tres diferentes técnicas: la clásica planteada por Gardner (SMMG), con el ajuste propuesto por Molina (SMMM) y con el ajuste de Trueba Márquez (SMMT-M).

La evaluación del primer ciclo de selección no arrojó diferencias estadísticas entre compuestos obtenidos por SMM y SMMT-M, pero sí de éstos con el de SMMG y el compuesto original. En la evaluación del segundo ciclo de selección se presentó superioridad significativa de la técnica de SMMT-M sobre el resto, siendo el compuesto original superado en un 36 por ciento.

Vallejo y Márquez (1984) indican que la variedad de maíz Zac-58 fue sometida a selección masal para adaptabilidad usando dos esquemas en tres localidades contrastantes, - para comparar la eficiencia de los mismos. Los esquemas fueron el rotativo (SMR) y el convergente-divergente (SMC) y se realizaron tres ciclos de selección masal en el primero y un ciclo completo del segundo esquema, incluida la recombinación genética. De acuerdo con las evaluaciones, se observó superioridad del esquema rotativo sobre el convergente-divergente. Se sugiere que en el primer esquema la respuesta es la acumulación gradual de los ciclos de selección por localidad de selección. En la SMC la respuesta está dada por la recombinación de los efectos génicos favorables de los ciclos parciales de selección masal por localidad y cierto grado de heterosis que resulta de los cambios diferentes de la frecuencia génica en cada localidad a través de la selección. Por otra parte, se espera que en el esquema rotativo la respuesta

a la selección se establezca más rápidamente en relación con el convergente-divergente, ya que el compuesto recombinado después de la divergencia contribuye a mantener por más tiempo un alto grado de variabilidad genética, dando oportunidad a realizar un mayor número de ciclos y obtener una mayor respuesta a la selección a largo plazo.

Sahagun (1983) comparó las eficiencias teóricas de las técnicas de Gardner y de Molina en el método de selección masal, cuando se consideran a sublotos con homogeneidad ambiental intrasublote, conteniendo cada uno de ellos a n individuos y el número total de individuos es b . Las conclusiones básicas fueron: 1) con la técnica de Molina en el 100 por ciento de los casos se selecciona a los b genotipos mejores del lote de selección masal; 2) al emplear la técnica de Gardner, la selección de los b genotipos mejores se da con una probabilidad de $\frac{1}{n!} \binom{n}{b} \frac{(n-b)!}{(n-a)!} \frac{1}{(n-a)!} (n-a)!$ siendo $a = b/s$ y 3) a medida que la población sujeta a mejoramiento sea más heterogénea, cobra más trascendencia emplear una u otra técnica; en estos casos la diferencia entre las respuestas aplicando las técnicas de Molina y Gardner tienden a ser mayores que en los casos en que la población sea menos heterogénea.

Luna *et al.* (1985) reportan que en la Comarca Lagunera, región perteneciente al "Trópico Seco" mexicano, se sometió a mejoramiento genético la variedad de maíz lagunero de tres meses, criollo de esta región que se cosecha aproximadamente a los tres meses de su siembra.

De la variedad original se derivaron líneas S₁ que se evaluaron dos años en forma de mestizos, usando la variedad original como probador. Por su alta aptitud combinatoria general se seleccionaron 14 líneas con las que se formó un sintético, en el cual se practicaron seis ciclos de selección masal estratificada. La regresión lineal del rendimiento ganado por ciclo, sobre los ciclos de selección, fue altamente significativa y marca una ganancia de 3.6 por ciento por ciclo. No se modificó la precocidad con la selección, ni la varianza fenotípica para rendimiento.

Selección Recurrente Entre Familias de Medios Hermanos

Jugenheimer (1976) reporta que el método de mejoramiento de mazorca por surco fue iniciado en Illinois en 1896. Se le atribuye a Hopkins (1898, 1899a, 1899b y 1902), Hopkins *et al.* (1903-1907) y Smith (1918). El método de selección mazorca por surco original consistía en lo siguiente: se desgranaban por separado 50 a 100 mazorcas fenotípicamente deseables. Parte de la semilla de cada una de ellas se siembran en surcos individuales; el resto se guarda para remanente. Cada surco se registra y evalúa en un sólo ambiente en relación con sus características y rendimiento, seleccionando los mejores surcos. La semilla de reserva de los mejores 10 ó 20 surcos se utilizan para sembrar un lote al año siguiente. De este lote se seleccionarán nuevamente mazorcas para iniciar el segundo ciclo de selección repitiendo el procedimiento.

Lonnquist (1964) ideó y llevó a la práctica la modificación al procedimiento mazorca por surco, que consiste en lo siguiente: una mazorca es cosechada de cada una de 190 plantas en una población al azar. La semilla de cada planta (mazorca) es conservada por separado. Las 190 plantas y seis testigos (la fuente original de la población y varias cruces dobles), son sembradas en un diseño látice triple 14 x 14.

Una parcela de una mata de ancho y ocho de largo es sembrada por cada entrada. Una sola repetición del látice es sembrada en cada una de las tres localidades representando el área para la cual se busca la adaptación. La localidad usada en la primera estación es sembrada en una área aislada con un bloque de estructura para cruzamiento (4 ♀♀ 2 ♂♂) sobrepuesto en el arreglo en látice.

Los surcos macho son sembrados con un compuesto de un número igual de semilla de cada una de las 190 mazorcas. Los surcos hembra son desespigados para prevenir que sean fertilizados por ellos mismos.

Anterior a la cosecha, se marcan las cinco plantas fenotípicamente mejores en cada una de las 190 surcos por mazorca. Se asperja con un aerosol de color rojo sobre el extremo de la mazorca de esas plantas. Como cada surco es cosechado y pesado las cinco mazorcas marcadas son colocadas en una bolsa.

En el resumen de los datos de las tres repeticiones (localidades), el 20 por ciento sobresaliente de los surcos

Lonquist (1964) ideó y llevó a la práctica la modificación al procedimiento mazorca por surco, que consiste - en lo siguiente: una mazorca es cosechada de cada una de - 190 plantas en una población al azar. La semilla de cada planta (mazorca) es conservada por separado. Las 190 plantas y seis testigos (la fuente original de la población y varias cruces dobles), son sembradas en un diseño látice - triple 14 x 14.

Una parcela de una mata de ancho y ocho de largo es sembrada por cada entrada. Una sola repetición del látice es sembrada en cada una de las tres localidades representando el área para la cual se busca la adaptación. La localidad usada en la primera estación es sembrada en una área - aislada con un bloque de estructura para cruzamiento (4 ♀♀ 2 ♂♂) sobrepuesto en el arreglo en látice.

Los surcos macho son sembrados con un compuesto de un número igual de semilla de cada una de las 190 mazorcas. Los surcos hembra son desespigados para prevenir que sean - fertilizados por ellos mismos.

Anterior a la cosecha, se marcan las cinco plantas fenotípicamente mejores en cada una de las 190 surcos por mazorca. Se asperja con un aerosol de color rojo sobre el extremo de la mazorca de esas plantas. Como cada surco es cosechado y pesado las cinco mazorcas marcadas son colocadas - en una bolsa.

En el resumen de los datos de las tres repeticiones (localidades), el 20 por ciento sobresaliente de los surcos

(38) son seleccionados en base al rendimiento y a otras propiedades importantes. Las cinco mazorcas provenientes de las plantas seleccionadas en los 38 surcos seleccionados constituyen las 190 entradas para el próximo ciclo de selección.

Compton y Comstock (1976) propusieron el método mazorca por surco modificado-modificado. El procedimiento es prácticamente igual al de Lonquist (1964) con la diferencia que en esta metodología primero se evalúa y posteriormente se recombinan las familias seleccionadas en otro ciclo agrícola.

Webel y Lonquist (1967) realizaron cuatro ciclos de selección mazorca por surco modificado en la variedad de polinización libre "Hays Golden" donde el objetivo fue evaluar la eficiencia de la selección de familias de medios hermanos y la selección masal practicada anteriormente. Encontraron que la producción de grano se incrementó en un promedio del 9.44 por ciento por ciclo en relación a la población base, y además concluyeron que comparando los resultados de la selección masal con estos, indican que el procedimiento de la modificación de mazorca por surco es bastante más efectiva que la selección masal, en el mejoramiento de la producción de grano en la variedad "Hays Golden".

Smith (1979a) manifestó que al estudiar un modelo para evaluar los avances de la selección recurrente en maíz, el cual se usó en la evaluación de familias de medios hermanos y en líneas S₁ en la variedad BSK este método mostró

que los medios hermanos y la selección S_1 incrementaron la frecuencia de los alelos con los efectos aditivos y la S_1 fué mas efectiva que la selección de medios hermanos.

Burton *et al.* (1971) indicaron que al evaluar poblaciones sintéticas desarrolladas de una variedad de maíz por los métodos de selección recurrente, encontraron que la evaluación, en base al comportamiento de la generación S_1 *per se*, identificaba los genotipos superiores mucho más rápido que la evaluación por cruzamiento de prueba. El rendimiento medio y la aptitud combinatoria general de la población se mejoraron significativamente por la selección recurrente y la selección de la generación S_1 *per se*, fue igual o mejor que la selección de medios hermanos en la población en base a todas las comparaciones realizadas.

Claure y Márquez (1984) compararon la eficiencia de los métodos de selección masal (SM) y la selección combinada de medios hermanos (SCMH) o selección modificada de mazorca por surco como fue originalmente denominada, en cinco variedades de maíz. La ganancia genética conseguida para rendimiento fue diferente en cada una de las variedades. Con la SCMH se obtuvo una respuesta promedio de 6.88 por ciento por ciclo en las tres variedades sometidas a este tipo de selección, mientras que en las dos poblaciones sometidas a SM el promedio fue de 5.02 por ciento. Las respuestas obtenidas en los dos métodos de selección se encuentran dentro de los órdenes de magnitud esperados, habiendo mostrado en este estudio la SCMH una superioridad del 37 por ciento sobre la SM.

Goulas y Lonquist (1976) realizaron selección recurrente para mejoramiento intrapoblacional en maíz, usando para su evaluación familias de medios hermanos y progenies S_1 . La población base fue originada de tres líneas endocriadas que fueron W64A, W182E, AG35. Las generaciones F_2 de las tres posibles cruza simples fueron sembrados en un lote aislado. En el momento de la floración los estigmas fueron cubiertos en plantas prolíficas. La mazorca principal se autofecundó para obtener la semilla de la S_1 y la mazorca secundaria se dejó en polinización abierta para obtener la semilla de familias de medios hermanos. Las progenies de familias de medios hermanos y S_1 fueron evaluadas en tratamientos separados usando bloques incompletos de diez entradas con dos repeticiones. Las plantas superiores de medios hermanos y S_1 que tuvieron mejor rendimiento fueron seleccionadas. La intensidad de selección fue de 22 y 20 por ciento en los ciclos C_0 y C_1 . Cada nuevo ciclo fue iniciado con semilla remanente y se realizaron dos ciclos de selección. La estimación del grado de endogamia fue del 34 por ciento en el C_0 , 43 por ciento en el C_1 y 44 por ciento en el C_2 . La ganancia que se tuvo en relación al C_0 fue del 5 por ciento para el C_1 y 20 por ciento para el C_2 . El C_1 fue mas precoz que el C_0 , con posición de la mazorca ligeramente alta y poca humedad del grano en la cosecha. El C_2 no exhibió cambios en la humedad del grano en la cosecha, pero fue alto para la posición de la mazorca en un 111 por ciento en relación al C_0 . La selección redujo la depresión endogámica en la

población sin decrecer el rendimiento en las familias de medios hermanos.

Paterniani (1967) estudió la selección de mazorca por surco modificado en la población de maíz Brazilian. Para obtener los medios hermanos se dejó a la población en polinización libre. La selección de familias de medios hermanos fue sujeta a selección masal dentro de familias, para probarlas en la siguiente generación. La selección fue realizada para rendimiento y también se prestó atención para algunas características agronómicas como altura de mazorca e incidencia de enfermedades.

El rendimiento obtenido fue del 13 por ciento por ciclo comparado con la población original. La variabilidad de la población original, los coeficientes de variabilidad fueron medidos y se obtuvo un 15.8 por ciento en el ciclo tres. El decremento ocurrido en el ciclo tercero y en los ciclos sucesivos fue debido a una aparente pérdida de variabilidad genética.

Mulamba *et al.* (1983) probaron la efectividad de la selección de medios hermanos, selección masal y selección de progenies S_1 , en la población de maíz Krug (BSK). Los 14 ciclos de selección masal para producción de grano de BSK fue evaluado en nueve ambientes usando el C_0 y siete ciclos con una población *per se* y dos cruzas de prueba ($C_n \times C_0$ y $C_n \times B73$), los 14 ciclos de SM y los ocho ciclos de MH y la selección de progenies S_1 fueron evaluados en cuatro ambientes para la estimación del efecto de los tres procedimientos

de selección recurrente, sobre la variabilidad genética y sobre la producción del grano de las progenies *per se* de las líneas mejoradas S_1 . La respuesta lineal por ciclo de SM para la producción de grano fue obtenida por la población *per se* (0.024 ± 0.009 Mg/Ha) y en cruzas de prueba con la población C_0 (0.026 ± 0.010 Mg/Ha) y B73 (0.028 ± 0.010 Mg/Ha). La respuesta promedio de producción para la SM de BSK *per se* fue de 0.49 ó 6.9 por ciento después de 14 ciclos de selección. Los incrementos de la producción fueron acompañados con floración tardía, acame de tallo, incremento de la humedad del grano y mayor altura de mazorca. Mencionan también que los métodos de selección masal para el mejoramiento de la producción del grano BSK, aparentemente requieren una modificación para incluir la selección de otras características agronómicas, pero más sin embargo estas modificaciones podrían aumentar la complejidad de la SM y quizás reduciría la producción del grano. Encontraron por la estimación de la variabilidad genética que entre la relación progenies S_1 para producción de grano mostraron decremento en la varianza genética para las S_1 y los medios hermanos.

Smith (1979b) propuso y aplicó un modelo para evaluar los progresos de la selección recurrente, la cual fue usada en la selección de medios hermanos y S_1 en programas de selección recurrente en el maíz BSK. Encontrando que los cambios en la media de la población seleccionada y sus cruzas son un resultado de la depresión endogámica y de los cambios en las frecuencias de los alelos con efectos aditivos.

La estimación de los cambios debido a los alelos con efectos de dominancia fueron no significativos.

El uso del análisis propuesto para selección de medios hermanos y S_1 incrementaron las frecuencias de los alelos con efectos aditivos y la selección de S_1 fue más efectiva que la selección de medios hermanos. Los análisis también proporcionaron una estimación de los niveles de depresión endogámica del mejoramiento, indicando que esos niveles fueron los mismos para ambos métodos de selección.

Widstrom *et al.* (1970) practicaron selección recurrente en maíz para resistencia al gusano elotero aplicada en una población de maíz. Encontraron que se tuvo algunos progresos durante los primeros ciclos de selección, pero se retrasó considerablemente en los ciclos posteriores. Se observaron progresos en la selección para aptitud combinatoria específica en las poblaciones derivadas de las cruzas entre 34 líneas endocriadas, después de aproximadamente tres o cuatro generaciones de selección de medios hermanos con un probador moderadamente resistente. La heredabilidad estimada fue de 16.6 por ciento durante cinco ciclos de selección. Estos autores manifiestan que el uso de un probador más susceptible para probar la progenie S_1 *per se* es también sugerida para identificar a los genotipos más resistentes. Esto demuestra que una población puede ser mejorada con un alto grado de resistencia o con una alta concentración de genes para resistencia al gusano barrenador.

Johnson (1977) menciona que al sembrar mazorca por surco las plantas quedan arregladas en un surco de progenie de individuos relacionados que tienden a parecerse entre ellos, debido a su relación parental y por consiguiente los rasgos familiares son reconocibles. La similitud entre hermanos completos es más obvia que entre medios hermanos. La siembra sistemática en el campo de familias de hermanos completos, brinda la máxima oportunidad de reconocer sus semejanzas y de hacer cruzas entre familias que se aproximen a lograr una población deseada. Deben hacerse las cruzas posibles con el propósito de evitar que se pierda el germoplasma y caer en la endogamia.

Molina (1979) propone y hace la descripción de un método de selección en maíz denominado "Selección familiar de progenies autofecundadas". El método consiste en seleccionar en una población las mejores familias de medios hermanos maternos y las mejores plantas autofecundadas dentro de cada una de las familias seleccionadas. La comparación entre los avances genéticos esperados indica que el método propuesto es doblemente eficiente que el método de selección modificada de mazorca por surco y mucho más eficiente que la selección masal.

El método se recomienda principalmente para la obtención de avances genéticos rápidos en poblaciones que van a usarse como fuentes de líneas de segunda fase de hibridación o en la selección de variedades cuya variación genética es presumiblemente reducida.

Caviedes *et al.* (1983) evaluaron el rendimiento de grano de 256 familias de medios hermanos de un compuesto de maíz Opaco-2 modificado, el cual fue probado en dos localidades. En una muestra de 30 familias seleccionadas entre las de mayor rendimiento se efectuaron las correlaciones entre rendimiento, contenido de proteína, triptófano y zeína, dentro de las diferentes clases de modificación endospermica y se estimó la influencia de los diferentes grados de modificación sobre los contenidos de proteína, triptófano y zeína. El porcentaje de proteína y el índice de zeína tendieron a aumentar y el triptófano en proteína a disminuir a medida que aumentó el porcentaje de modificación endospermica. Se encontraron correlaciones positivas entre rendimiento de grano y los contenidos de proteína y zeína y negativas entre contenido de triptófano en proteína y estos tres caracteres; las correlaciones con la modificación endospermica promedio no fueron consistentes, ya que en la mayoría de los casos no fueron estadísticamente diferentes de cero.

Selección Recurrente entre Familias de Hermanos Completos

Para el mejoramiento de una población, la selección recurrente entre familias de hermanos completos es uno de los métodos de mayor eficiencia, fue descrito por Mather (1949) como cruza biparentales, sin embargo, no ha sido usado ampliamente como otros sistemas de selección recurrente intrapoblacional.

Para el mejoramiento de una población mediante la selección de hermanos completos, puede ser conducida de la siguiente manera: Chávez y López (1987).

Primera generación. A partir de una población de amplia base genética, se seleccionan 400 plantas agronómicamente sobresalientes, para formar 200 cruzas en forma directa y recíproca entre pares de plantas. Al cosechar se juntan las dos mazorcas de cada crusa (directa y recíproca) y se mezcla la semilla, la cual se usará en evaluaciones de rendimiento en la siguiente generación.

Segunda generación. Evaluación de las 200 cruzas en ensayos de rendimiento y características agronómicas deseables con dos o tres repeticiones y en tres o cuatro localidades en el mismo año. En la cosecha seleccionar el 10 por ciento de las mejores familias de hermanos completos. Una vez determinadas las mejores 20 familias, se recurre a la se milla remanente de las familias seleccionadas, de cada una de ellas se toman 60 semillas para formar un compuesto balanceado de 1,200 semillas para recombinar en la siguiente gene ración.

Tercera generación. Se siembra el compuesto balanceado de las 1,200 semillas, para recombinar las familias de hermanos completos seleccionadas y formar la población ciclo uno, para iniciar el segundo ciclo de selección en la siguien te generación.

Betancourt (1984) evaluó en Apaseo El Grande, Guanajuato 253 familias de hermanos completos, de las cuales 154 familias fueron derivadas de la población superenana Lucio Blanco mejorado, 50 familias de la población 76x53 mejorada y 49 familias de la población 232x255 mejorada, estas tres poblaciones fueron generadas por el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" en 1981, y aunque mantienen su identidad a lo largo del presente estudio, se manejan como si fuera una sola población, ya que lo que se pretende es integrarlas para tener un fondo genético común. Estas familias fueron evaluadas en dos densidades de siembra (baja 75,000 y alta 120,000 plantas por hectárea), utilizando 11 grupos con 23 familias, para de esta manera seleccionar las familias superiores que vendrían a formar el primer ciclo de selección de hermanos completos. Se seleccionaron 5 familias de cada uno de los 11 grupos, con una presión de selección de 21.7 por ciento, resultando 55 familias de hermanos completos, seleccionadas en base a rendimiento y características agronómicas favorables.

Cervantes (1985) reporta que durante el ciclo Primavera-Verano de 1983, en la localidad de Cd. Guzmán, Jal., se llevó a cabo una evaluación de 253 familias de hermanos completos para continuar con un programa de selección recurrente, por tal esquema en la población de maíz Lucio Blanco Mejorado (F) C₁, con la finalidad de efectuar la selección de las mejores familias que formarán el segundo ciclo de selección. Para su evaluación las familias se distribuyeron en

11 grupos con 23 familias cada uno, en una densidad de 120,000 plantas por hectárea. De tal evaluación se seleccionaron las 55 familias superiores, aplicando una presión de selección - del 21.7 por ciento, estas familias mostraron un comportamiento agronómico mayor que la media del grupo, destacando en rendimiento, sanidad de mazorca y menor esterilidad.

Romero (1987) informa que llevó a cabo una evaluación de 267 familias de hermanos completos en la población de maíz superenano Lucio Blanco Mejorado (F) C₃, que se realizó en Celaya, Guanajuato y Torreón, Coahuila, durante el ciclo Primavera-Verano de 1984, bajo un diseño estadístico de bloques incompletos al azar con dos repeticiones y una densidad de - 120,000 plantas por hectárea, donde se formaron 10 grupos de 25 familias y un grupo de 17 familias y cada uno de ellos contaba con un testigo que es el Lucio Blanco original. Esta - evaluación tuvo la finalidad de seleccionar las mejores familias que formarían el tercer ciclo de selección, para ello se practicó una presión de selección del 20 por ciento, teniendo así 55 familias de hermanos completos, que mostraron ser superiores.

Barrios (1986) evaluó en Torreón, Coahuila, durante 1985, 225 familias de hermanos completos, para continuar con un programa de selección recurrente, por tal esquema en la - población de maíz Lucio Blanco Mejorado (F) C₃, con la finalidad de seleccionar las mejores familias para formar el cuarto ciclo de selección. La evaluación se llevó a cabo en un diseño de bloques al azar con sub-bloques, con dos repeticiones,

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

Lonquist y Williams (1967) evaluaron un total de 102 familias de hermanos completos en dos poblaciones de maíz que tenían varios ciclos de selección recurrente para aptitud combinatoria general. Las familias exhibieron un promedio del 31 por ciento de heterosis y 6 por ciento de altos rendimientos en comparación con tres híbridos élitos de cruza doble, durante un período de dos años. Las plantas prolíficas usadas para formar las familias de hermanos completos fueron autofecundadas al momento que estas fueron cruzadas. Mencionando los autores que un segundo período de familias de hermanos completos usando las progenies F_2 de los padres de cruza seleccionadas tienen una mejor perspectiva para el mejoramiento futuro.

Johnson *et al.* (1986) evaluaron 15 ciclos de selección recurrente de hermanos completos para reducir la altura de planta, la cual fue conducida en una población de maíz tropical Tuxpeño Crema I. Los ciclos 0, 6, 9, 12 y 15 fueron evaluados para la respuesta a la correlación en la morfología de la planta, rendimiento de grano, producción y distribución de materia seca e índice de área foliar, evaluadas en tres densidades de población, en tres localidades en México en un período de dos años. El resultado de la selección fue de 282 a 179 cm de reducción de altura de planta (2.4 por ciento por ciclo). La estimación de la heredabilidad de altura de planta fue de 0.84. La densidad óptima de plantas incrementó el rendimiento, de 48,000 a 64,000 plantas por hectárea un incremento del 2.1 por ciento por ciclo. Los ciclos posteriores presentaron una reducción total de pudrición y precocidad. El mejoramiento del rendimiento fue asociado con un incremento lineal en el índice de cosecha de 0.30 a 0.45 de la original (C_0), hacia el ciclo 15.

Singh *et al.* (1986) estudiaron cuatro ciclos de selección de familias de hermanos completos que fueron conducidos en un cultivar de maíz de polinización abierta, para prolificidad, evaluados en dos ambientes de baja y alta densidad de plantas. Los cuatro ciclos fueron realizados en dos años. Las poblaciones seleccionadas cada una de alta y baja densidad fueron mejoradas después de cada ciclo de selección resultando ocho poblaciones o sea cuatro de cada densidad, estas poblaciones con la población original fueron evaluadas -

en tres ambientes. La respuesta lineal por ciclo para el número de mazorcas por planta fue significativo y fue grande en la densidad baja (0.06 mazorcas= 5.5 por ciento) que en la densidad alta (0.04 mazorcas= 3.6 por ciento). Esto fue una correlación significativa incrementando el rendimiento en un 4.5 por ciento por ciclo de selección.

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

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

Compton y Lonquist (1982) mencionan que la selección recurrente mediante hermanos completos es eficiente en poblaciones mejoradas y que cuentan con un valor alto de

varianza genética aditiva, misma que en familias de hermanos completos es alta y cuando es recombinada para la formación de nuevas familias se trasmite con un alto índice, requiriendo un ciclo para recombinación y selección simultáneamente durante una estación de crecimiento.

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

Velásquez *et al.* (1983) describen que de cuatro poblaciones de diferente origen sometidas a varios ciclos de selección familiar de hermanos completos, fueron derivadas 12 familias de hermanos completos y se obtuvieron 60 de las 66 cru--zas posibles entre ellas. Las cru--zas, los progenitores y otros materiales fueron evaluados en un ensayo de rendimiento en látice rectangular triple 12x11. Los resultados del análisis mostraron que la magnitud del componente de varianza para efectos no aditivos fue mayor que la del correspondiente a efectos aditivos, para rendimiento de mazorca, altura de planta, días a floración e índice de cosecha.

La heterosis promedio en términos de rendimiento para cru--zas entre familias de diferente fuente resultó de 37 por ciento y para cru--zas entre familias de la misma fuente fue de 26 por ciento. Se consideró promisorio el uso de cru--zas simples entre familias de hermanos completos, sin consideración de los aspectos relacionados con la producción de semilla.

Hernández (1986) menciona que los diferenciales de selección obtenidos para la mayoría de las características agronómicas del Complejo 24, parece indicar que la selección recurrente de hermanos completos es un método efectivo para mejorar la media de la población. También indica que la tasa de ganancia esperada para el carácter rendimiento aplicando la metodología de hermanos completos es de 9.4 por ciento y refleja el avance genético esperado por ciclo de selección.

Venegas (1985) reporta que a partir de 325 familias de la población PABG precoz se formaron a partir del quinto ciclo de selección una serie de familias de hermanos completos que se evaluaron en Primavera-Verano 1984, con los resultados obtenidos se seleccionaron las 20 mejores y a partir de aquí se formó entre y dentro de hermanos una nueva serie de ellos, los trabajos en esta línea han indicado que se presentaron avances en la metodología empleada, ya que los hermanos completos en cada ciclo superaron a los testigos utilizados.

Ibarra (1983) evaluó 219 familias de hermanos completos derivadas de la población denominada Compuesto CIPA, acompañadas de un testigo, de esta forma los 220 genotipos fueron evaluados en tres localidades, en parcelas de dos surcos bajo un diseño de bloques al azar con dos repeticiones. Encontró que existían diferencias significativas entre localidades para varias características como: altura de planta, mazorcas por planta, acame de tallo, mazorcas podridas,

cobertura, días a floración y rendimiento, lo cual supuso -
que la causa podría ser las diferencias ambientales, además
de que existió una amplia variabilidad genética entre las
familias evaluadas.

3. MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area de Estudio

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo Primavera-Verano de 1987, utilizando cuatro localidades para su evaluación y un vivero de polinización, cuya ubicación geográfica respectiva de acuerdo con García (1973) es la siguiente.

Localidad 1. Celaya, Guanajuato, la cual se encuentra situada en las coordenadas $20^{\circ}32'$ latitud Norte y $100^{\circ}49'$ longitud Oeste con una altura sobre el nivel del mar de 1754 metros. El clima que predomina en esta región es -- BS₁hw (w)(e)g; con una temperatura y precipitación media -- anual de 20.6°C y 597.4 mm, respectivamente.

Localidad 2. Durango, Durango, región que se encuentra situada geográficamente en las coordenadas $26^{\circ}15'$ latitud Norte y $104^{\circ}54'$ longitud Oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1704 metros. El tipo de clima que predomina en esta región es BS₁KW (w)(e), con una precipitación media anual de 446.5 mm.

Localidad 3. Derrámadero, Coahuila, geográficamente se encuentra situada a $25^{\circ}23'$ latitud Norte y $101^{\circ}29'$ longitud Oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1514 metros. El tipo de clima de esta región es BS₀hw" (e), con --

una temperatura media anual de 19.2°C y precipitación de 396.9 mm.

Localidad 4. Torreón, Coahuila, la cual se encuentra localizada en las coordenadas $25^{\circ}33'$ latitud Norte y $103^{\circ}26'$ longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, con una altitud de 1137 metros sobre el nivel del mar. El tipo de clima es BW(h')hw(e), con una temperatura y precipitación media anual de 22.6°C y 217.1 mm, respectivamente.

Vivero de Polinización. Se utilizó la localidad de Tepalcingo, Morelos para el incremento de los ciclos y la formación de las cruza de prueba. Las condiciones climáticas de esta región la sitúan como una área de transición entre Trópico y Bajío. Geográficamente se encuentra localizada en las coordenadas $18^{\circ}36'$ latitud Norte y $98^{\circ}52'$ longitud Oeste con una altura media sobre el nivel del mar de 1152 metros. La temperatura media anual es de 23.6°C y con precipitación de 951 mm.

Materiales

El material genético empleado para este trabajo de investigación fue la población ideotipo de maíz superenano braquítico-2 (br_2) Lucio Blanco Mejorado, formado en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", el cual es un sintético de 30 líneas provenientes de un programa de mejoramiento convergente de los progenitores de dos híbridos de maíz superenano AN-360 y AN-363. Las características agronómicas del material genético utilizado se describen a continuación:

Este genotipo presenta una altura de planta de 1.50 metros, las hojas son semi-erectas y de color verde oscuro, los tallos son fuertes con una buena producción de forraje, tiene espigas pequeñas y ramificadas, con una altura de mazorca que va de 50 a 60 cm, el grano que produce es blanco dentado de dureza media; su ciclo vegetativo en el cual se desarrolla es de aproximadamente 145 días de la siembra a la cosecha, es totalmente resistente al acame, presenta -- buena resistencia a la pudrición de mazorca, a plagas y enfermedades.

Este material para su manejo requiere de una buena preparación del terreno, se recomienda sembrar a una distancia entre plantas de 12 a 15 cm y una distancia entre surcos de 75 cm, no es recomendable sembrar en surcos más anchos de 75 cm, ya que se desperdiciaría espacio y requiere que se le practiquen los deshierbes adecuados, debido a que por la poca altura de planta las malas hierbas son el factor principal que puede limitar la producción. Este tipo de maíz es apropiado para cosecha mecánica en virtud de la escasa altura de mazorca y de la gran cantidad de mazorcas por hectárea.

Dicho sintético después de tres generaciones de recombinación fue sometido a cuatro y cinco ciclos de selección recurrente de familias de hermanos completos y medios hermanos, respectivamente. Estos ciclos fueron seleccionados visualmente para rendimiento.

En el Cuadro 3.1 se presenta el origen de los nueve ciclos de selección evaluados y la variedad original.

El método de selección de familias de medios hermanos utilizado para la formación de los ciclos consiste en lo siguiente:

Primera Generación. Partiendo de una población de amplia base genética se tomaron 1200 mazorcas (familias de medios hermanos maternos), para su decisión se tomó en cuenta sus características agronómicas deseables.

Las 1200 familias de medios hermanos fueron utilizados como hembras y se sembraron en un lote aislado de desesigamiento en una sola repetición, empleando como macho un compuesto balanceado de las mejores 300 familias, antes y durante la cosecha se hizo selección entre familias con una presión aproximada de 13 por ciento y dentro de familias se realizó una presión de selección de 5 por ciento aproximadamente, para de esta manera tener de nuevo 1200 familias seleccionadas y así continuar con el siguiente ciclo de selección.

En la formación de las familias de hermanos completos se utilizó una modificación en el sistema de recombinación usado por Compton y Lonquist (1982), lo que permite estimar la aptitud combinatoria general y la específica de los progenitores de las familias bajo evaluación para formar el nuevo ciclo de selección, siendo esto de gran utilidad puesto que una vez identificadas las familias que muestren tener mejores efectos de aptitud combinatoria general,

Cuadro 3.1. Lugar de evaluación, selección y formación de los nueve ciclos de selección y la variedad original.

Población original Lucio Blanco Mejorado Torreón, Coahuila			
Selección de familias de medios hermanos			
Ciclos	Formación		
C ₁	Celaya, Guanajuato	1982	
C ₂	Tepalcingo, Morelos	1982-1983	
C ₃	Celaya, Guanajuato	1984	
C ₄	Celaya, Guanajuato	1985	
C ₅	Celaya, Guanajuato	1986	
Selección de familias de hermanos completos			
Ciclos	Evaluación y selección	Formación	
C ₁	Apaseo El Grande, Celaya, Gto.	1982	Tepalcingo, Mor. 1982-1983
C ₂	Cd. Guzmán, Jal.	1983	Tepalcingo, Mor. 1983-1984
C ₃	Celaya, Gto. Torreón, Coah.	1984	Tepalcingo, Mor. 1984-1985
C ₄	Torreón, Coah.	1985	Celaya, Gto. 1986

éstas podrán ser empleadas como fuentes derivadoras de líneas prometedoras y mediante ellas iniciar un programa práctico de hibridación.

El método de selección de hermanos completos con pedigree utilizado consistió en lo siguiente:

Primera Generación. De una población de amplia base genética se seleccionaron 500 plantas agrónomicamente sobresalientes para formar 250 familias de hermanos completos - mediante cruzas directas y recíprocas, las cuales se utilizan en evaluaciones de rendimiento en la siguiente generación.

Segunda Generación. Una vez formadas las 250 familias de hermanos completos, se evaluaron en ensayos de rendimiento en dos o tres localidades y a la cosecha se seleccionaron el 22 por ciento, lo que representa 55 familias fenotípicamente deseables de hermanos completos.

Tercera Generación. Las 55 familias de hermanos completos seleccionadas se recombinaron utilizando un dialélico parcial similar al mostrado en el Cuadro 3.2 donde el símbolo (✓) indica los cruzamientos realizados y en el que es posible notar que cada familia seleccionada participa en el mismo número de cruzas. El dialélico sirve para programar las cruzas entre familias, evitando así que tengan progenitores en común.

Las cruzas se efectuaron de la siguiente manera; por ejemplo, 1 x 2 indica que se tomó una planta de la familia 1 y se cruzó con una planta de la familia 2 y se hizo la crusa recíproca, para la crusa 1 x 7 se tomó una segunda planta de la familia 1 (diferente de la usada para cruzarse con 2) y se cruzó con una planta de la familia 7 y su respectiva crusa recíproca, de tal manera que en todas las cruzas hechas entre familias fueron utilizadas plantas diferentes, en la cosecha se seleccionaron nuevamente 500 plantas para lograr tener las 250 familias que se tenían inicialmente, manteniendo la genealogía de las mismas y la semilla en forma individual. Se realizó también un compuesto balanceado de las 250 familias, lo que representa el C_1 .

Métodos

Formación del Material de Prueba

En el ciclo Otoño-Invierno 1986-1987 se sembraron los ocho ciclos de selección y la variedad original en Tepalcingo (Tep.) a fin de incrementar y formar las cruzas de prueba. El incremento se realizó por medio de cruzas fraternales planta a planta donde se involucraron 600 plantas como macho o como hembra para formar las cruzas de prueba con la población original ($C_n \times C_o$) y con una línea élite normal no emparentada AN-12 ($C_n \times AN-12$) se reunió polen de al menos 100 plantas de cada ciclo.

El propósito de la crusa de los ciclos avanzados con la variedad original y la línea, fue estimar la aptitud combinatoria general y específica de cada ciclo de selección.

Evaluación de Campo

La evaluación de los ciclos *per se* y de las cruzas de prueba se llevaron a cabo durante 1987 en Celaya, Durango, Derramadero y Torreón, en dos densidades de siembra; 60,000 plantas por hectárea (baja) y 120,000 plantas por hectárea - (alta). Con la línea AN-12 (normal) únicamente se evaluaron las cruzas a 60,000 plantas por hectárea en esas localidades, ya que se produjeron genotipos de planta normal (porte alto).

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y dos densidades de siembra. El tamaño y características de la parcela experimental se muestran en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. Características de la parcela experimental.

Densidad de población	60,000 plts./ha	120,000 plts/ha
Número de surcos	4	4
Longitud de surcos	4.40 m	3.00 m
Distancia entre surcos	0.80 m	0.80 m
Matas por surco	21	21
Distancia entre matas	0.22 m	0.11 m

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

En cada una de las parcelas de cada experimento se midieron las siguientes características agronómicas.

1. **Días a floración masculina.** Número de días transcurridos desde la fecha de siembra a un 50 por ciento de plantas - con espiga soltando polen.
2. **Días a floración femenina.** Número de días transcurridos desde la fecha de siembra a un 50 por ciento de plantas con estigmas receptivos.
3. **Altura de planta.** Se tomó la medida de 10 plantas al -- azar midiendo de la base de la planta a la punta de la - espiga.
4. **Altura de mazorca.** Se tomó la media de 10 plantas al -- azar midiendo de la base de la planta al nudo de la ma-- zorca principal.
5. **Acame de raíz.** Se consideraron como plantas acamadas - aquellas que presentaron una inclinación mayor de 30° con respecto a la vertical, expresándolo en por ciento.
6. **Acame de tallo.** Se registró el número de plantas con el tallo quebrado abajo de la mazorca, expresándolo en por ciento.
7. **Mala cobertura.** Se consideró una planta con mala cobertura, cuando las brácteas no cubren totalmente la mazorca dejando la punta descubierta, expresándolo en por cient to.
8. **Mazorcas por 100 plantas.** Se obtuvo en base al número to tal de mazorcas dividiendo entre el total de plantas por 100.

9. **Mazorcas podridas.** Se cuantificaron mazorcas podridas - presentes dentro de las cosechadas, expresándolo en por ciento.
10. **Incidencia de *Fusarium* spp.** Se anotaron el número de - plantas infestadas con este patógeno en cada parcela para obtener el porcentaje de daño en base al total de - plantas.
11. **Rendimiento de grano.** Se cosecharon el total de mazorcas de los dos surcos centrales de cada parcela para obtener los rendimientos ajustados en toneladas por hectárea al 15.5 por ciento de humedad, se pesó el total de mazorcas cosechadas por parcela (peso de campo), posteriormente se tomó una muestra representativa de 250 g de grano para de terminar el contenido de humedad al momento de la cosecha, mediante un aparato Steinlite RCT. Se calculó el por ciento de materia sea y posteriormente se obtuvo el peso seco. Se corrió un análisis de covarianza para obtener valores ajustados de peso seco, ya que hubo fallas y estos valores se multiplicaron por un factor de conversión, el cual se muestra a continuación:

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

donde:

APU = área de parcela útil.

0.845 = factor para estandarizar el rendimiento a 15.5 por ciento de humedad.

1000 = coeficiente para obtener el rendimiento en toneladas por hectárea.

10,000 m² = es el área de una hectárea.

Análisis estadístico

Para el análisis combinado para cuatro localidades, para ciclos *per se* y cruzas de prueba por cada densidad, se utilizó el siguiente modelo lineal.

$$Y_{ijl} = \mu + M_l + (RL)_{jl} + T_i + (TL)_{il} + \epsilon_{ijl}$$

para:

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

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

$$l = 1, 2 \dots m \text{ (localidades)}$$

donde:

Y_{ijl} = valor observado del i -ésimo tratamiento, en la j -ésima repetición, de la l -ésima localidad.

μ = media general.

M_l = efecto de la l -ésima localidad.

$(RL)_{jl}$ = efecto de la interacción de la j -ésima repetición dentro de la l -ésima localidad.

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento.

$(TL)_{il}$ = efecto de la interacción entre el i -ésimo tratamiento con la l -ésima localidad.

ϵ_{ijl} = efecto del error experimental.

Las fuentes de variación. Tratamientos y Tratamientos x Localidades, se desglosaron para ambas densidades, como lo muestra el análisis de varianza en los Cuadros 3.4 y 3.5.

El análisis combinado para cuatro localidades, para ciclos *per se* y cruzas de prueba, en dos densidades utilizado es el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijkl} = \mu + M_l + D_k + (MD)_{lk} + (DRM)_{jkl} + T_i + (TM)_{il} \\ + (TD)_{ik} + (TDM)_{ikl} + \epsilon_{ijkl}$$

Cuadro 3.4 Componentes del análisis de varianza combinado para cuatro localidades, para ciclos per se y cruza de prueba para la densidad de 60,000 plantas por hectárea.

Fuentes de variación	g.l.	S,C.
Localidades	(1-1)	$\frac{\Sigma Y..l^2}{tr} - \frac{Y...^2}{trl}$
Rep. R/L	(r-1)1	$\frac{\Sigma \Sigma Y.jl^2}{t} - \frac{\Sigma Y..l^2}{tr}$
Tratamientos T	(t-1)	$\frac{\Sigma Yi...^2}{rl} - \frac{Y...^2}{trl}$
Cn	(Cn-1)	$\frac{\Sigma Yi...^2}{rl} - \frac{G_1^2}{t_1rl}$
Cn * Co	(CnxCo)-1	$\frac{\Sigma Yi...^2}{rl} - \frac{G_2^2}{t_2rl}$
Cn * AN-12	(CnxAN-12)-1	$\frac{\Sigma Yi...^2}{rl} - \frac{G_3^2}{t_3rl}$
Grupos	(g-1)	$\frac{G_1^2}{t_1rl} - \frac{G_2^2}{t_2rl} + \frac{G_3^2}{t_3rl} - \frac{Y...^2}{trl}$
T * L	(t-1) (1-1)	$\frac{\Sigma \Sigma Yi.l^2}{r} - \frac{\Sigma Y..l^2}{tr} - \frac{\Sigma Yi...^2}{rl} + \frac{Y...^2}{trl}$
Cn * L	(Cn-1) (1-1)	$\frac{\Sigma \Sigma Yi.l^2}{r} - \frac{\Sigma Y..l^2}{tr} - \frac{\Sigma Yi...^2}{rl} + \frac{G_1^2}{trl}$
(CnxCo) * L	(CnxCo)-1 (1-1)	$\frac{\Sigma \Sigma Yi.l^2}{r} - \frac{\Sigma Y..l^2}{tr} - \frac{\Sigma Yi...^2}{rl} + \frac{G_2^2}{trl}$
(CnxAN-12) * L	(CnxAN-12)-1 (1-1)	$\frac{\Sigma \Sigma Yi.l^2}{r} - \frac{\Sigma Y..l^2}{tr} - \frac{\Sigma Yi...^2}{rl} + \frac{G_3^2}{trl}$
Grupos * L	(g-1) (1-1)	$SC(TXL) - SC(CnXL) - SC(CnxCo)XL - SC(CnxAN-12)XL$
Error exp.	(r-1) (t-1)1	$\frac{\Sigma \Sigma \Sigma Yijl^2}{t} - \frac{\Sigma \Sigma Yi.l^2}{r} - \frac{Y...^2}{tr}$
Total	tr 1-1	$\frac{\Sigma \Sigma \Sigma Yijl^2}{t} - \frac{Y...^2}{trl}$

Cuadro 3.5 Componentes del análisis de varianza combinado para cuatro localidades para ciclos *per se* y cruces de prueba, para la densidad de 120,000 plantas por hectárea.

Fuentes de variación	g.l.	S.C.
Localidades L	(l-1)	$\frac{\Sigma Y..l^2}{tr} - \frac{Y...^2}{trl}$
Rep. R/L	(r-1)l	$\frac{\Sigma \Sigma Y.jl^2}{t} - \frac{\Sigma Y..l^2}{tr}$
Tratamientos T	(t-1)	$\frac{\Sigma Yi..^2}{rl} - \frac{Y...^2}{trl}$
Cn	(Cn-1)	$\frac{\Sigma Yi..^2}{rl} - \frac{G_1^2}{t_1rl}$
Cn * Co	(CnxCo)-1	$\frac{\Sigma Yi..^2}{rl} - \frac{G_2^2}{t_2rl}$
Grupos	(g-1)	$\frac{G_1^2}{t_1rl} - \frac{G_2^2}{t_2rl}$
T * L	(t-1)(l-1)	$\frac{\Sigma \Sigma Yi.l^2}{r} - \frac{\Sigma Y..l^2}{tr}$
Cn * L	(Cn-1)(l-1)	$\frac{\Sigma \Sigma Yi.l^2}{r} - \frac{\Sigma Y..l^2}{tr}$
(CnxCo) * L	(CnxCo)-1(l-1)	$\frac{\Sigma \Sigma Yi.l^2}{r} - \frac{\Sigma Y..l^2}{tr}$
Grupos * L	(g-1)(l-1)	SC (TXL) - SC (CnXL)
Error exp.	(r-1)(t-1)l	$\frac{\Sigma \Sigma \Sigma Yijl^2}{t} - \frac{\Sigma \Sigma Yi.l^2}{r} + \frac{\Sigma Y..l^2}{tr}$
Total	trl-1	$\frac{\Sigma \Sigma \Sigma Yijl^2}{t} - \frac{Y...^2}{trl}$

Para:

$i = 1, 2 \dots t$ (tratamientos)
 $j = 1, 2 \dots r$ (repeticiones)
 $k = 1, 2 \dots d$ (densidades)
 $l = 1, 2 \dots m$ (localidades)

donde:

Y_{ijkl} = valor observado del i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición, en la k -ésima densidad, de la l -ésima localidad.

μ = media general.

M_l = efecto de la l -ésima localidad.

D_k = efecto de la k -ésima densidad.

(MD) l_k = efecto de la interacción entre la l -ésima localidad con la k -ésima densidad.

(RDM) j_{kl} = efecto de la interacción de la j -ésima repetición, dentro de la k -ésima densidad y l -ésima localidad.

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento.

(TM) il = efecto de la interacción entre el i -ésimo tratamiento con la l -ésima localidad.

(TD) ik = efecto de la interacción entre el i -ésimo tratamiento con la k -ésima densidad.

(TDM) ikl = efecto de la interacción entre el i -ésimo tratamiento con la k -ésima densidad y l -ésima localidad.

ϵ_{ijkl} = efecto del error experimental.

Las fuentes de variación, tratamientos $T \times L$, $T \times D$ y $T \times D \times L$, se desglosaron como se observa en el análisis de varianza en el Cuadro 3.6.

Cuadro 3.6 Componentes del análisis de varianza combinado para cuatro localidades, - para ciclos *per se* y cruza de prueba en dos densidades.

Fuentes de variación	g.l.	S.C.
Localidad L	(l-1)	$\frac{\Sigma Y...l^2}{trd} - \frac{Y....^2}{trdl}$
Densidades D	(d-1)	$\frac{\Sigma Y..k.^2}{trl} - \frac{Y....^2}{trdl}$
L * D	(l-1)(d-1)	$\frac{\Sigma \Sigma Y..kl^2}{tr} - \frac{\Sigma Y...l^2}{trd} - \frac{\Sigma Y..k.^2}{trl} - \frac{Y....^2}{trdl}$
Rep. R/DL	(r-1) dl	$\frac{\Sigma \Sigma \Sigma Y.jkl^2}{t} - \frac{\Sigma \Sigma Y..kl^2}{tr}$
Tratamientos T	(t-1)	$\frac{\Sigma Yi...^2}{rdl} - \frac{Y....^2}{trdl}$
Cn	(Cn-1)	$\frac{\Sigma Yi...^2}{rdl} - \frac{G_1^2}{t_1rdl}$
Cn * Co	(CnxCo)-1	$\frac{\Sigma Yi...^2}{rdl} - \frac{G_2^2}{t_2rdl}$
Grupos	(g-1)	$\frac{G_1^2}{t_1rdl} + \frac{G_2^2}{t_2rdl} - \frac{Y....^2}{trdl}$

Cuadro 3.6 continuación

Fuentes de variación	g.l.	S.C.
T * L	(t-1)(l-1)	$\frac{\sum \sum Y_{i..} l^2}{rd} - \frac{\sum Y_{i...}^2}{rdl} - \frac{\sum Y_{...} l^2}{trd} + \frac{Y_{....}^2}{trdl}$
Cn * L	(Cn-1)(l-1)	$\frac{\sum \sum Y_{i..} l^2}{rd} - \frac{\sum Y_{i...}^2}{rdl} - \frac{\sum Y_{...} l^2}{trd} + \frac{G_1^2}{t_1 rdl}$
(Cn*Co)*L (CnxCo)-1(l-1)		$\frac{\sum \sum Y_{i..} l^2}{rd} - \frac{\sum Y_{i...}^2}{rdl} - \frac{\sum Y_{...} l^2}{trd} + \frac{G_2^2}{t_2 rdl}$
Grupos * L	(g-1)(l-1)	SC (TXL) - SC (CnXL) - SC (CnxCo) XL
T * D	(t-1)(d-1)	$\frac{\sum \sum Y_{i.k.}^2}{rl} - \frac{\sum Y_{i...}^2}{rdl} - \frac{\sum Y_{..k.}^2}{trl} + \frac{Y_{....}^2}{trdl}$
Cn*D	(Cn-1)(d-1)	$\frac{\sum \sum Y_{i.k.}^2}{rl} - \frac{\sum Y_{i...}^2}{rdl} - \frac{\sum Y_{..k.}^2}{trl} + \frac{G_1^2}{t_1 rdl}$
(Cn*Co)*D (CnxCo)-1(d-1)		$\frac{\sum \sum Y_{i.k.}^2}{rl} - \frac{\sum Y_{i...}^2}{rdl} - \frac{\sum Y_{..k.}^2}{trl} + \frac{G_2^2}{t_2 rdl}$
Grupos * D	(g-1)(d-1)	SC (TXD) - SC (CnXD) - SC (CnxCo) XD
T X D * L	(t-1)(d-1)(l-1)	$\frac{\sum \sum \sum Y_{i.kl}^2}{r} - \frac{\sum \sum Y_{..kl}^2}{tr} - \frac{\sum \sum Y_{i..} l^2}{rd} - \frac{\sum Y_{...} l^2}{trd} - \frac{\sum \sum Y_{i.kl}^2}{rl} + \frac{\sum Y_{..k.}^2}{rdl} + \frac{\sum Y_{i...}^2}{rdl} - \frac{Y_{....}^2}{trdl}$

Cuadro 3.6 continuación

Fuentes de variación	g.l.	S. C.
Cn*D*L	(Cn-1) (d-1) (l-1)	$\frac{\sum \sum \sum Y_i . k l^2}{r} - \frac{\sum \sum Y . . k l^2}{tr} - \frac{\sum \sum Y_i . . l^2}{rd} + \frac{\sum Y l^2}{trd} - \frac{\sum \sum Y_i . k l^2}{rl}$ $+ \frac{\sum Y . . k .^2}{trl} + \frac{\sum Y_i . . .^2}{rdl} - \frac{G_f^2}{t_1 r d l}$
(Cn*Co)*D*L	(CnxCo)-1 (d-1) (l-1)	$\frac{\sum \sum Y_i . k l^2}{r} - \frac{\sum \sum Y . . k l^2}{tr} - \frac{\sum \sum Y_i . . l^2}{rd} + \frac{\sum Y l^2}{trl} - \frac{\sum \sum Y_i . k l^2}{rl}$ $+ \frac{\sum Y . . k .^2}{trl} + \frac{\sum Y_i . . .^2}{rdl} - \frac{G_2^2}{t_2 r d l}$
Grupos*D*L	(g-1) (d-1) (l-1)	$SC (TXDXL) - SC (CnXDXL) - SC (CnxCo) XDXL$
Error exp.	(r-1) (t-1) dl	$\frac{\sum \sum \sum Y_{ijk} l^2}{r} - \frac{\sum \sum Y_i . k l^2}{r} - \frac{\sum \sum Y_{ijk} l}{t} + \frac{\sum Y . . . k l^2}{tr}$
Total	trdl - 1	$\frac{\sum \sum \sum Y_{ijk} l^2}{trdl} - \frac{Y^2}{trdl}$

Los coeficientes de variación para los cuatro análisis de varianza fueron obtenidos por medio de la fórmula:

$$C.V. = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{X}} \times 100$$

donde:

CMEE= cuadrado medio del error experimental

\bar{X} = media general

Se utilizó la prueba de Tukey para determinar la diferencia mínima significativa (DMS) de acuerdo a la siguiente fórmula: Reyes (1981).

$$T = (q \alpha_1 t_1 \text{ gl}\epsilon\epsilon) (S\bar{Y}_i.)$$

donde:

$q\alpha$ = valor tabular que es un valor de t.

t= número de tratamientos

gl $\epsilon\epsilon$ = grados de libertad del error experimental.

$S\bar{Y}_i.$ = error estándar de la media

Para analizar estadísticamente los resultados obtenidos de los datos de campo, se transformaron las variables - que fueron medidas en por ciento, utilizando la siguiente - transformación; Steel y Torrie (1985).

$$X' = \text{Arc. Sen.} \sqrt{\frac{X + 0.005}{100}}$$

donde:

X'= valor de la variable transformada

x = por ciento de la variable medida

Posteriormente con las medias de rendimiento de cada uno de los ciclos *per se* y las medias de la cruza de prueba evaluadas, se llevó a cabo un análisis de regresión con la finalidad de estimar la ganancia que se ha tenido como resultado de la selección efectuada.

El análisis se realizó utilizando el Modelo 1 de Eberhart (1964), el cual es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu_0 + \beta_1 X_i + \delta_{ij}$$

donde:

μ = media

β_1 = coeficiente de regresión

X_i = indica el ciclo de selección

δ_{ij} = desviación de regresión

El coeficiente de regresión que determina la ganancia por ciclo fue calculado de acuerdo con Chavéz y López (1987), determinándose también su significancia con una probabilidad de 0.05. De acuerdo con la siguiente prueba de t (De la Loma 1980).

$$t = \frac{b_{yx}}{E.T.b_{yx}}$$

donde:

b_{yx} = coeficiente de regresión

E.T. b_{yx} = error típico del coeficiente de regresión

El error típico se calcula como sigue:

$$E.T.b_{yx} = \frac{\sum (y - \hat{y})^2}{(n-2) \cdot \sum dx^2}$$

donde:

\hat{y} = valor calculado para la variable dependiente..

y= promedio de los valores realmente observados para cada valor de X.

x= valor de la variable independiente.

n= número de valores de x.

Con el valor de regresión y los datos de cada ciclo expresados en por ciento, se construyeron gráficas en donde se aprecia el rumbo que ha tomado la población como resultado de la selección para el caracter rendimiento.

Se llevó a cabo también un análisis de correlación lineal de rendimiento con las demás características agronómicas para detectar el grado de asociación que tiene el rendimiento con cada caracter agronómico, se utilizó la siguiente fórmula (Steel y Torrie, 1985).

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{(\sigma^2_x \sigma^2_y)^{1/2}}$$

donde:

r= coeficiente de correlación

x= valor de rendimiento

y= dato correspondiente de la otra variable

σ_{xy} = covarianza entre las variables xey

σ^2_x = varianza de x

σ^2_y = varianza de y

Para determinar la aptitud combinatoria general y específica se siguió el mismo procedimiento citado por Chávez y López (1987). La decisión de tomarlos como aptitud combinatoria general y específica es en base a lo expuesto por Hallauer y Miranda (1981), que menciona que para determinar la ACG se utilice una población de amplia base genética y para ACE una población de reducida base genética.

4. RESULTADOS

Los resultados de esta investigación fueron obtenidos de cuatro experimentos establecidos en las localidades de Celaya, Durango, Derramadero y Torreón durante el ciclo Primavera-Verano de 1987. Cada experimento constó de dos densidades de siembra; baja (60,000 plantas por hectárea) y alta (120,000 plantas por hectárea). El material genético utilizado fue la población de maíz superenano Lucio Blanco Mejorado (LBM), de la cual se derivaron cinco ciclos de selección por la metodología de selección de familias de medios hermanos (SFMH) y cuatro ciclos por la selección de familias de hermanos completos (SFHC). En este material se registraron características como rendimiento de grano, floración masculina y femenina, incidencia de Fusarium etc., posteriormente se realizaron análisis de varianza, se determinó la respuesta a la selección, se ejecutaron correlaciones, y se obtuvo la aptitud combinatoria general y específica. En este trabajo de investigación la mayor parte de los resultados presentados versarán sobre la característica de rendimiento de grano por considerar a ésta de gran importancia.

Análisis Combinado

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios y su significancia del análisis de varianza combinado para rendimiento en la densidad baja de los ciclos *per se* de SFMH y

Cuadro 4.1. Cuadrados medios y su significancia del análisis de varianza combinado para rendimiento en la densidad baja (60,000 pltas/ha), de ciclos *per se* de SFMH y SFHC y sus cruces de prueba CnxCo y - CnxAN-12, considerando los cuatro ambientes en conjunto.

Fuentes de variación	G.L.	C.M.
Localidades	3	159.541**
Rep./Loc.	12	4.304**
Tratamientos	(28)	8.225**
Cn	9	2.465
CnxCo	8	2.397
CnxAN-12	9	2.367
Grupos	2	83.823**
Trat. x Loc. ✓	(84)	9.021**
CnxLoc.	27	1.114
(CnxCo) x Loc.	24	1.584
(CnxAN-12) x Loc.	27	2.923**
Grupos x Loc.	6	101.796**
Error Experimental	336	1.585
Media		8.960
C.V. (%)		14.05
D.M.S. (.05)		3.126

** Significativo al .01 de probabilidad.

SFHC y sus cruzas de prueba correspondientes, donde se aprecia que las localidades elegidas para las evaluaciones muestran diferencias estadísticas altamente significativas al igual que la fuente repeticiones dentro de localidades.

La fuente de variación tratamientos fue significativa al uno por ciento de probabilidad, ésta significancia obedece a la diferencia entre los grupos de tratamientos utilizados. En cuanto a la interacción simple de tratamientos por localidad también se encontró una diferencia altamente significativa y ésta fue debida a (CnxAN-12) x localidad y grupos x localidad.

La media de rendimiento obtenida fue de 8.960 toneladas por hectárea; el coeficiente de variación estimado fue de 14.05 por ciento, el cual se considera normal y por lo tanto las estimaciones realizadas se consideran confiables.

Respecto a la densidad alta el Cuadro 4.2 muestra los cuadrados medios y su significancia del análisis de varianza combinado para rendimiento de los ciclos *per se* y su cruce de prueba con la población original (Cn x Co); donde se aprecia que al igual que la densidad baja las localidades de evaluación fueron altamente significativas, mientras que repeticiones dentro de localidades fue significativo solamente al cinco por ciento de probabilidad.

Se observa también que la fuente de variación tratamientos fue significativa al uno por ciento de probabilidad, debiéndose a diferencias entre los ciclos de selección *per se*,

Cuadro 4.2. Cuadrados medios y su significancia del análisis de varianza combinado para rendimiento en la densidad alta (120,000 pltas/ha), de ciclos *per se* de SFMH y SFHC y su cruce de prueba CnxCo, considerando los cuatro ambientes en conjunto.

FUENTES DE VARIACION.	G.L.	S.C.
Localidades.	3	7464.248 **
Rep./Loc.	12	4.681 *
Tratamientos.	(18)	4.860 **
Cn	9	6.365 **
CnxCo	8	3.513
Grupos.	1	2.087
Trat. x Loc.	(54)	3.501 * -
Cn x Loc.	27	4.454 **
(CnxCo) x Loc.	24	2.649
Grupos x Loc.	3	1.736
Error Exp.	216	2.396
Total	303	
<hr/>		
Media		13.751
C.V.(%)		11.26
D.M.S.(.05)		3.877

*,** Significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

ya que estos a su vez presentaron una diferencia estadística altamente significativa. La interacción tratamientos por localidad fue significativa al cinco por ciento de probabilidad, siendo reflejada esta diferencia por la interacción de los ciclos *per se* con localidades.

El rendimiento promedio de grano en la densidad alta fue de 13.751 toneladas por hectárea y el coeficiente de variación estimado fue de 11.26 por ciento, el cual también es considerado bajo.

En el Cuadro 4.3 se anotan los cuadrados medios y su significancia del análisis de varianza combinado para rendimiento a través de densidades de los ciclos de selección *per se* y en cruza de prueba con la población original (Cn x Co) donde se aprecia que las fuentes de variación localidades, densidades, L x D y R/RL, exhibieron diferencias significativas al nivel de uno por ciento de probabilidad.

Los tratamientos fueron altamente significativos, presentando diferencias a la probabilidad del cinco por ciento tanto en los ciclos *per se* (Cn) como la cruza de prueba con la población original (Cn x Co). Para la interacción simple tratamientos por localidades los tratamientos presentaron un comportamiento estable a través de los ambientes de evaluación, pero no a través de densidades donde hubo una diferencia altamente significativa, presentando un comportamiento diferencial los ciclos *per se* (Cn x D) con una significancia del uno por ciento de probabilidad.

Cuadro 4.3. Cuadrados medios y su significancia del análisis de varianza combinado para rendimiento, a través de densidades, de los ciclos *per se* de SFMH y -- SFHC y su cruce de prueba CnxCo, considerando -- los cuatro ambientes en conjunto.

FUENTES DE VARIACION.	G.L.	C.M.
Localidades. L	3	3878.858 **
Densidades. D	1	4147.222 **
L x D	3	3682.836 **
Rep. R/DL	24	6.462 **
Tratamientos. T	(18)	3.906 **
Cn	9	4.060 *
CnxCo	8	3.770 *
Grupos.	1	3.608
T X L	(54)	2.260
Cn x L	27	2.573
(CnxCo) x L	24	1.764
Grupos x L	3	3.421
T X D	(18)	3.470 **
Cn x D	9	4.771 **
(CnxCo) x D	8	2.140
Grupos x D	1	2.407
T X D X L	(54)	2.631 *
CnxDxL	27	3.057 *
(CnxCo) x DxL	24	2.469
Grupos x DxL	3	0.084
Error Expo.	432	1.815
Media		11.143
C.V. (%)		12.09
D.M.S. (.05)		3.348

*, ** significativo al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

La fuente de variación T x D x L presentó una diferencia significativa del cinco por ciento de probabilidad, de--biéndose a los ciclos *per se* (Cn x D x L) que tuvieron igualmente una significancia del cinco por ciento.

La media de rendimiento a través de localidades y den-sidades fue de 11.143 toneladas por hectárea, con un coeficiente de variación de 12.09 por ciento, considerándolo como bajo y por lo tanto los resultados obtenidos son confiables.

Respuesta a la Selección

De los análisis de regresión realizados en los ciclos de la selección de familias de medios hermanos (SFMH) y de la selección de familias de hermanos completos (SFHC), incluyendo sus cruzas de prueba con la finalidad de estimar la ganancia genética que se ha obtenido como producto de la selección practicada, se presentan los siguientes resultados.

En el Cuadro 4.4 se muestra un resumen del comporta--miento de los ciclos de selección de SFMH y SFHC *per se*, para las características rendimiento, en la densidad baja y para - cada ambiente de evaluación, en donde podemos observar que - para los ciclos *per se* de SFMH: la localidad que presentó un mejor promedio de rendimiento a través de los ciclos de selección fue Derramadero con un rendimiento de 10.006 toneladas - por hectárea, seguida por Torreón con 8.185 toneladas por hectárea, además se aprecia que en los cuatro ambientes la res--puesta a la selección no es consistente para cada uno de los ciclos presentando alti-bajos.

Cuadro 4.4. Concentración de datos para la característica rendimiento en ton/ha. de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC *per se*, en la densidad baja, en cada ambiente de evaluación.

		G E N E A L O G I A	CELAYA	DURANGO	DERRAMADERO	TORREON
LBM.		C ₀	8.490	7.069	10.261	7.844
LBM.	SFMH	C ₁	8.108	8.003	10.286	7.233
LBM.	SFMH	C ₂	7.907	6.859	9.965	8.502
LBM.	SFMH	C ₃	7.687	7.811	9.828	8.657
LBM.	SFMH	C ₄	8.161	7.697	11.282	9.301
LBM.	SFMH	C ₅	7.495	6.931	8.413	7.575
	\bar{x}		7.975	7.395	10.006	8.185
LBM.		C ₀	8.490	7.069	10.261	7.844
LBM.	SFHC	C ₁	7.832	7.180	9.938	8.292
LBM.	SFHC	C ₂	8.183	7.378	10.164	7.945
LBM.	SFHC	C ₃	8.873	7.128	10.268	8.662
LBM.	SFHC	C ₄	8.663	8.929	9.647	7.796
	\bar{x}		8.428	7.537	10.056	8.108

Respecto a los ciclos *per se* de SFHC (Cuadro 4.4) tenemos que nuevamente la localidad de Derramadero fue la - mas propicia para el comportamiento de estos ciclos por esta metodología, teniendo un rendimiento promedio de 10.056 toneladas por hectárea, seguido por Celaya que obtuvo 8.428 toneladas por hectárea. Es importante hacer notar que en todos los ambientes los ciclos de esta selección presentan una tendencia más definida de ir mejorando su rendimiento con res--pecto al Co, lo cual no sucede con los ciclos *per se* de SFMH.

La respuesta que se obtuvo de los ciclos en base a - la cruce con la población original de la SFMH y SFHC (Cuadro 4.5) ésta no fue muy notable en los ambientes de evaluación, teniendo nuevamente que la localidad Derramadero obtuvo el - mejor promedio a través de los ciclos tanto de medios herma-nos como con hermanos completos con un rendimiento de 10.129 y 10.484 toneladas por hectárea, respectivamente; sin embar-go solamente el rendimiento de la SFHC superó con 0.219 toneladas al Co.

En la cruce de prueba de los ciclos de la SFMH y SFHC con la línea AN-12 (Cuadro 4.6) se presentaron resultados - sorprendentes en los ambientes, sobre todo en Celaya donde - se observa que para ambas metodologías de selección todos - los ciclos, excepto el C₁ de SFMH, superaron a la cruce con la población original, la que obtuvo un rendimiento de 11.997 toneladas por hectárea, mientras que por ejemplo el C₃ de - SFMH presentó un rendimiento de 13.341 toneladas por hectárea y el C₄ de SFHC exhibió un rendimiento de 15.346 toneladas.

Cuadro 4.5. Concentración de datos para la característica rendimiento en ton/ha, de las cruizas de prueba (CnxCo) de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC, en la densidad baja, en cada ambiente de evaluación.

G E N E A L O G I A		CELAYA	DURANGO	DERRAMADERO	TORREON
LBM	SFMH C ₁ xLBM Co	8.231	7.497	9.999	7.201
LBM	SFMH C ₂ xLBM Co	7.839	8.054	9.857	6.707
LBM	SFMH C ₃ xLBM Co	9.379	7.458	10.020	8.565
LBM	SFMH C ₄ xLBM Co	8.215	7.674	10.492	8.665
LBM	SFMH C ₅ xLBM Co	9.746	7.643	10.278	8.478
	\bar{x}	8.682	7.665	10.129	7.923
LBM	SFHC C ₁ xLBM Co	9.458	6.738	11.955	7.954
LBM	SFHC C ₂ xLBM Co	7.792	8.043	9.309	6.896
LBM	SFHC C ₃ xLBM Co	8.463	7.674	10.709	7.875
LBM	SFHC C ₄ xLBM Co	8.618	8.162	9.964	8.033
	\bar{x}	8.583	7.654	10.484	7.690

Cuadro 4.6. Concentración de datos para la característica rendimiento en ton/ha, de la cruz de prueba (CnxAN-12) - de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC, en la densidad baja, en cada ambiente de evaluación.

G E N E A L O G I A		CELAYA	DURANGO	DERRAMADERO	TORREON
LBM	C ₀ xAN-12	11.997	8.684	8.748	9.823
LBM	SFMH C ₁ xAN-12	11.124	7.659	8.582	6.454
LBM	SFMH C ₂ xAN-12	12.562	8.714	8.599	7.955
LBM	SFMH C ₃ xAN-12	13.341	8.659	8.793	9.435
LBM	SFMH C ₄ xAN-12	12.795	8.925	9.409	6.323
LBM	SFMH C ₅ xAN-12	13.321	7.695	9.316	8.010
	\bar{x}	12.523	8.389	8.908	8.000
LBM	C ₀ xAN-12	11.997	8.684	8.748	9.823
LBM	SFHC C ₁ xAN-12	14.208	8.568	8.380	8.016
LBM	SFHC C ₂ xAN-12	14.026	8.271	9.665	8.286
LBM	SFHC C ₃ xAN-12	14.210	8.798	9.912	7.349
LBM	SFHC C ₄ xAN-12	15.346	9.232	8.569	8.643
	\bar{x}	13.957	8.711	9.055	8.423

De esta manera Celaya fue el mejor ambiente para la cruza - Cn x AN-12 en ambas metodologías con un rendimiento promedio de los ciclos de 12.523 toneladas por hectárea para la SFMH y 13.957 toneladas por hectárea para la SFHC, mientras que - el peor ambiente fue la localidad de Torreón, obteniendo un rendimiento promedio de 8.000 y 8.423 toneladas por hectárea respectivamente.

En lo que respecta a la densidad alta en el Cuadro - 4.7 se concentra la información del comportamiento de los ci - clos *per se* de la SFMH y SFHC para la característica rendi- - miento en cada una de las localidades, en donde se aprecia - que en los ciclos *per se* de la SFMH, la localidad de Celaya presenta el mejor rendimiento promedio que fue de 28.524 to- - neladas por hectárea y que además solamente los C₂ y C₄ no superaron el rendimiento de la población original; el segun- - do mejor rendimiento lo obtuvo Derramadero con un rendimien- - to de 11.954 toneladas por hectárea. En general, para esta densidad y esta metodología los ciclos presentan una cierta consistencia para aumentar el rendimiento con respecto al Co, en todos los ambientes y además que el rendimiento promedio de los ciclos por ambientes superan a la población original.

En los ciclos *per se* de la SFHC se observa que al - igual que en la SFMH, la localidad Celaya obtuvo el mejor - rendimiento, siendo éste de 27.251 toneladas por hectárea, - seguido de Derramadero con un rendimiento de 12.112 tonela- - das por hectárea, mientras que la peor localidad fue Torreón con 5.759 toneladas por hectárea; sin embargo en Celaya - -

Cuadro 4.7. Concentración de datos para la característica rendimiento en ton/ha, de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC *per se*, en la densidad alta, en cada ambiente de evaluación.

		G E N E A L O G I A	CELAYA	DURANGO	DERRAMADERO	TORREON
LBM		C ₀	27.907	8.085	11.368	4.806
LBM	SFMH	C ₁	30.625	8.914	11.426	7.599
LBM	SFMH	C ₂	27.764	7.208	12.627	5.135
LBM	SFMH	C ₃	28.887	8.443	12.656	6.497
LBM	SFMH	C ₄	27.670	10.491	12.198	6.439
LBM	SFMH	C ₅	28.292	10.375	11.448	6.926
	\bar{x}		28.524	8.919	11.954	6.234
LBM	SFHC	C ₀	27.907	8.085	11.368	4.806
LBM	SFHC	C ₁	25.713	7.352	12.572	5.499
LBM	SFHC	C ₂	29.639	8.369	10.998	6.930
LBM	SFHC	C ₃	26.068	7.837	13.523	5.211
LBM	SFHC	C ₄	26.928	8.289	12.098	6.351
	\bar{x}		27.251	7.986	12.112	5.759

solamente el C₂ superó el rendimiento del C₀ y por lo contrario en Torreón se observa que los ciclos siguen una tendencia positiva al superar el rendimiento de la población original.

En la cruce de prueba con la población original Co - (Cuadro 4.8) nuevamente la localidad Celaya se mantiene como el mejor ambiente para las dos metodologías con un rendimiento promedio de los ciclos de selección para la SFMH de - - 28.340 toneladas por hectárea y 28.544 toneladas por hectárea para le SFHC, en ambos casos la media supera al rendimiento del Co que fue de 27.907 toneladas por hectárea, la segunda localidad que presentó un mejor rendimiento fue Derramadero con 12.091 y 11.819 toneladas por hectárea, para la SFMH y SFHC, respectivamente.

En los Cuadros 4.9 y 4.10 se presenta la concentración de datos para la característica rendimiento en toneladas por hectárea de los ciclos de selección de la SFMH y - SFHC *per se* y con la cruce de prueba, respectivamente; a través de densidades y para cada ambiente de evaluación en donde se observa que tanto para ciclos *per se* y cruces de prueba y para las dos metodologías los mejores ambientes para el desarrollo de los ciclos fueron las localidades de Celaya y Derramadero, siendo necesario resaltar que en Celaya los ciclos no presentan una consistencia determinada, ya que algunos ciclos aumentan su rendimiento superando al Co, pero en la mayor parte están por debajo de la población original, - mientras que en la localidad Derramadero se observa una -

Cuadro 4.8. Concentración de datos para la característica rendimiento en ton/ha, de las cruces de prueba (CnxCo) de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC, en la densidad alta, en cada ambiente de evaluación.

G E N E A L O G I A		CELAYA	DURANGO	DERRAMADERO	TORREON
LBM	SFMH C ₁ xLBM Co	27.302	9.217	12.132	6.143
LBM	SFMH C ₂ xLBM Co	28.119	10.155	12.428	5.223
LBM	SFMH C ₃ xLBM Co	28.490	8.511	11.736	6.352
LBM	SFMH C ₄ xLBM Co	28.454	8.152	10.928	6.351
LBM	SFMH C ₅ xLBM Co	29.336	8.050	13.229	5.958
	X	28.340	8.817	12.091	6.005
LBM	SFHC C ₁ xLBM Co	28.436	10.480	11.557	7.192
LBM	SFHC C ₂ xLBM Co	27.733	7.738	12.653	6.336
LBM	SFHC C ₃ xLBM Co	28.113	8.846	10.442	4.562
LBM	SFHC C ₄ xLBM Co	29.892	8.813	12.622	6.501
	X	28.544	8.969	11.819	6.148

Cuadro 4.9. Concentración de datos para la característica rendimiento en ton/ha, de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC *per se*, a través de densidades, en cada ambiente de evaluación.

G E N E A L O G I A		CELAYA	DURANGO	DERRAMADERO	TORREON	
LBM	SFMH	C ₀	18.199	7.577	10.815	6.325
LBM	SFMH	C ₁	19.367	8.459	10.856	7.416
LBM	SFMH	C ₂	17.836	7.034	11.296	6.819
LBM	SFMH	C ₃	18.287	8.127	11.242	7.577
LBM	SFMH	C ₄	17.916	9.094	11.740	7.870
LBM	SFMH	C ₅	17.894	8.653	9.931	7.251
	\bar{x}		18.250	8.156	10.980	7.210
LBM	SFHC	C ₀	18.199	7.577	10.815	6.325
LBM	SFHC	C ₁	16.770	7.266	11.255	6.896
LBM	SFHC	C ₂	18.911	7.874	10.581	7.438
LBM	SFHC	C ₃	17.521	7.483	11.896	6.937
LBM	SFHC	C ₄	17.796	8.609	10.876	7.074
	\bar{x}		17.839	7.762	11.085	6.934

Cuadro 4.10. Concentración de datos para la característica rendimiento en ton/ha, de las cruces de prueba (CnxCo) de los ciclos de las metodologías de SFMH y SFHC a través de densidades, en cada ambiente de evaluación.

G E N E A L O G I A		CELAYA	DURANGO	DERRAMADERO	TORREON
LBM	SFMH C ₁ xLBM Co	17.767	8.357	11.066	6.672
LBM	SFMH C ₂ xLBM Co	17.979	9.105	11.143	5.965
LBM	SFMH C ₃ xLBM Co	18.935	7.985	10.878	7.459
LBM	SFMH C ₄ xLBM Co	18.335	7.913	10.670	7.508
LBM	SFMH C ₅ xLBM Co	19.541	7.847	11.754	7.218
	\bar{x}	18.512	8.241	11.102	6.964
LBM	SFHC C ₁ xLBM Co	18.947	8.609	11.756	7.573
LBM	SFHC C ₂ xLBM Co	17.763	7.891	10.981	6.616
LBM	SFHC C ₃ xLBM Co	18.288	8.260	10.576	6.219
LBM	SFHC C ₄ xLBM Co	19.255	8.488	11.293	7.267
	\bar{x}	18.563	8.312	11.152	6.919

tendencia positiva de los ciclos siguiendo una línea ascendente con respecto al Co. La peor localidad en todos los casos fue Torreón, sin embargo en los ciclos se observa una superación del rendimiento con respecto a la población original, teniendo con ello que el rendimiento promedio de los ciclos de selección superan al Co.

La concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos *per se* de la SFMH y SFHC en la densidad baja, considerando los cuatro ambientes en conjunto, se presentan en el Cuadro 4.11 en donde se aprecia que para rendimiento en los ciclos de la SFMH solamente los C₃ (8.496 ton/ha) y C₄ (9.110 ton/ha) superan el rendimiento de la población original que fue de 8.416 toneladas por hectárea; además el C₄ supera a los testigos AN-360R (8.728 ton/ha) y AN-374 (8.971 ton/ha), el promedio de todos los ciclos que fue de 8.374 toneladas por hectárea está por debajo de la media de los testigos que obtuvieron 9.231 toneladas por hectárea.

En la Figura 4.1 se observa que la respuesta genética por regresión lineal para los ciclos de la SFMH fue negativa habiendo una pérdida de rendimiento de -0.5 por ciento (de la variedad original) por cada ciclo de selección efectuado. En la Figura se aprecia que la curva de rendimiento no es consistente en la respuesta a la selección en cada uno de los ciclos, ya que solo hubo un incremento en el rendimiento en los C₃ y C₄, mientras que en los demás la respuesta fue negativa, esta respuesta negativa de los ciclos de la

Cuadro 4.11. Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos *per se* de la SFMH y SFHC, en la población IBM, para la densidad baja considerando los cuatro ambientes en conjunto.

GENEALOGIA	Rto. ton/ha	Días a flor.		Alt. Plta. m	Alt. maz. m	Acame raíz %	Acame tallo %	Maz. Pod. %	Mala Cob. %	Mzcas. x 100 pltas.	Fusarium %
		mas.	fem.								
C ₀	8.416	76	80	1.40	0.61	3.88	0.34	14.10	12.37	87	37.21
SFMH	8.308	76	79	1.54	0.61	2.32	2.49	11.89	15.86	82	35.58
SFMH	8.308	77	79	1.52	0.63	3.11	3.11	13.38	11.06	88	31.38
SFMH	8.496	78	81	1.52	0.64	3.01	0.97	14.46	10.77	89	32.93
SFMH	9.110	78	80	1.53	0.63	3.52	1.77	11.05	12.78	86	24.89
SFMH	7.604	78	81	1.55	0.66	2.86	3.23	15.41	13.51	78	25.74
\bar{x}	8.374	77	80	1.53	0.63	2.96	2.31	13.23	12.79	85	30.10
C ₀	8.416	76	80	1.40	0.61	3.88	0.34	14.10	12.37	87	37.21
C ₁	8.310	76	79	1.45	0.61	3.15	2.26	13.30	12.33	91	33.30
C ₂	8.418	60	80	1.50	0.63	2.92	2.73	18.10	12.24	88	30.62
C ₃	8.757	78	81	1.52	0.74	2.47	2.99	12.65	13.08	94	32.22
C ₄	8.758	78	61	1.45	0.62	5.24	1.00	10.68	12.31	97	29.61
\bar{x}	8.532	74	76	1.46	0.64	3.53	1.86	13.77	12.47	91	32.59
AN-363 -R (T)	8.728	76	78	1.42	0.55	1.24	4.21	15.43	13.66	85	39.45
AN-371 (T)	9.993	74	79	1.58	0.65	3.00	3.73	9.88	9.86	90	15.06
AB-374 (T)	8.971	76	79	1.53	0.61	8.18	10.99	13.68	7.49	91	16.45
\bar{x}	9.231	75	79	1.51	0.60	4.18	6.31	13.00	10.34	89	23.65

T testigo.

Regresión lineal
de rendimiento

Rendimiento obser-
vado

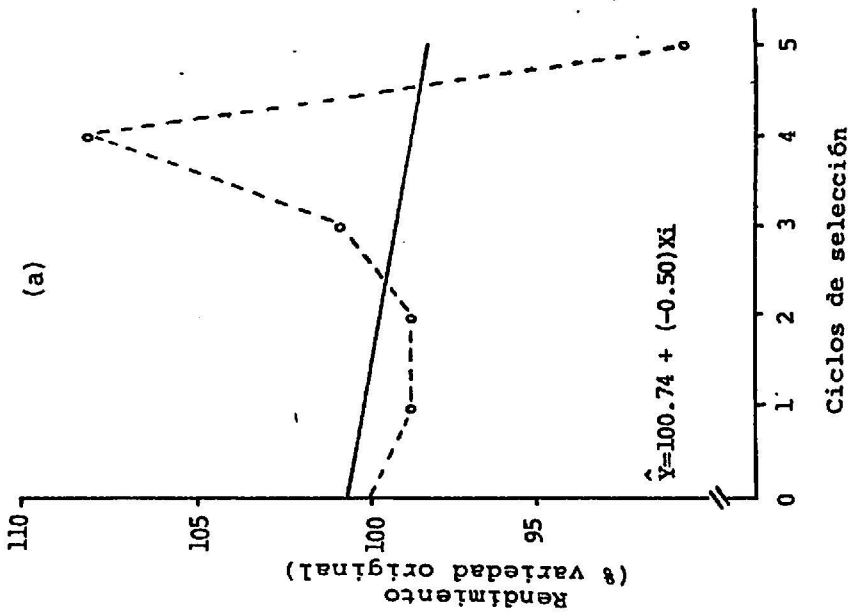
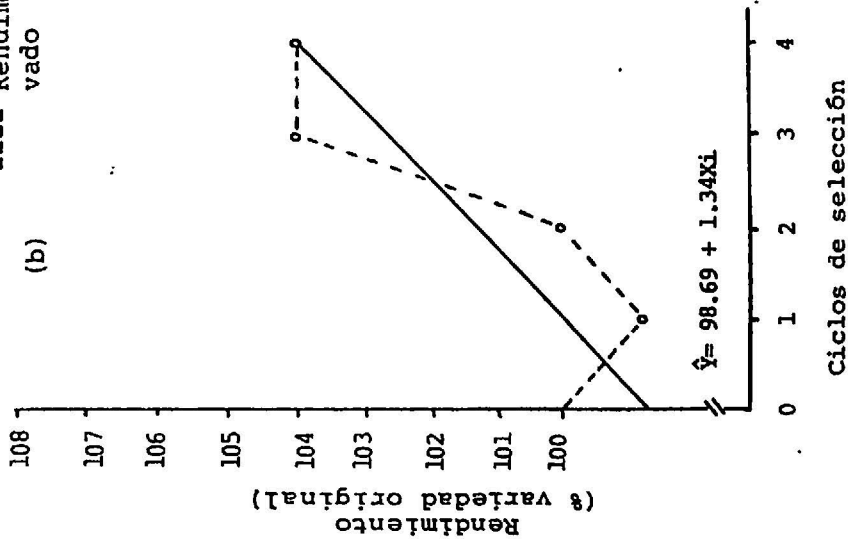


Fig. 4.1. Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento, por SFMH (a) y SFMC (b), de los ciclos per λe , de la población LMH, en la densidad baja.

SFMH fue acompañada por cambios (Cuadro 4.12) que fueron significativos al 5 por ciento de probabilidad en su valor de regresión en la floración masculina 0.64, altura de mazorca 1.50 e incidencia de fusarium -6.75. Un aumento en la floración femenina de 0.36, altura de planta 1.47, acame de tallo 85.29, número de mazorcas podridas 1.04 y con una reducción del acame de raíz -1.18, mala cobertura -0.88, mazorcas por cien plantas -1.05, todo expresado en por ciento.

El comportamiento de los ciclos *per se* de la SFHC en la densidad baja (Cuadro 4.11), con respecto al Co y a los testigos utilizados fue el siguiente: los ciclos tres y cuatro que tuvieron un rendimiento similar (8.757 y 8.758 ton/ha), superaron al Co (8.416 ton/ha), aunque estos ciclos no superaron a los testigos utilizados como tampoco el promedio de los ciclos superó el de los testigos; sin embargo con esta metodología los ciclos presentaron un aumento de rendimiento en cada uno de ellos con respecto al Co, es decir los ciclos presentan una respuesta positiva a la selección.

La respuesta genética por regresión lineal para rendimiento de los ciclos *per se* de la SFHC se tiene en la Figura 4.1, siendo la ganancia por ciclo de selección de 1.34 por ciento (de la variedad original), la curva que representa al rendimiento la podemos considerar del tipo ascendente, o sea que solo la respuesta del C₁ es negativa y positiva en los demás ciclos. Con esta ganancia genética de rendimiento se observaron cambios importantes en las demás características como el número de macorcas podridas -5.31 por ciento, la floración femenina se hizo mas precoz -4.50 por ciento en cada -

Cuadro 4.12. Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC, por se para rendimiento y características agronómicas expresadas como coeficientes de regresión lineal en la densidad baja, considerando los cuatro ambientes en conjunto (% de la variedad original).

GENEALOGIA	Rend.	Flor. mas.	Flor. fem.	Alt. plta.	Alt. maz.	Acame raíz	Acame tallo	Maz. Pod.	Mala Cob.	Mzcas. x 100 pltas.	Fusarium
IBM SFMH	-0.50	0.64 *	0.36	1.47	1.50	-1.18	85.29	1.04	-0.88	-1.05	-6.75 *
IBM SFHC	1.34	0.79	-4.50	1.21	2.46	5.26	60.29	-5.31	0.51	2.64	-4.38

* Significativo al 0.05 de probabilidad.

ciclo de selección y la incidencia de Fusarium disminuyó en cada ciclo un -4.38 por ciento, en la floración masculina, - altura de planta y altura de mazorca se presentó un incremento en días y altura de 0.79 por ciento, 1.21 por ciento y - 2.46 por ciento, respectivamente; en las características acame de tallo y acame de raíz hubo un aumento en el número de plantas acamadas del 5.26 por ciento y 60.29 por ciento respectivamente por ciclo de selección.

En el Cuadro 4.13 se presenta un resumen de los datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos de la SFMH y SFHC en la cruce con la población original Co en la densidad baja, considerando los cuatro ambientes en conjunto, se observa que el comportamiento de los ciclos tanto de la SFMH y SFHC para rendimiento no presentan una respuesta muy favorable, ya que los rendimientos son similares a los encontrados en la evaluación de los ciclos *per se*. En los ciclos de la SFMH se aprecia que la cruce $C_5 \times Co$ tiene un rendimiento de 9.036 toneladas por hectárea superando al rendimiento de la población Co que fue de 8.416 toneladas por hectárea (Cuadro 4.11); además ésta cruce supera a los testigos AN-363R y AN-374, mientras que el promedio de las cruces de la SFMH no supera al de los testigos. En la cruce de prueba de los ciclos de la SFHC la cruce $C_1 \times Co$ fue la de mayor rendimiento con 9.026 toneladas por hectárea que está por encima del rendimiento del Co y esta cruce a su vez tiene mejor rendimiento que los testigos AN-363R y AN-374.

Cuadro 4.13. Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos de la SFMH y SFHC en la población LEM con su cruza CnCo., en la densidad baja considerando los cuatro ambientes en conjunto.

GENEALOGIA	Rto. ton/ha	Días a flor. mas.	Días a flor. fem.	Alt. Plta. m	Alt. maz. m	Acame raíz %	Acame tallo %	Maz. Pod. %	Mala cob. %	Mzcas. x 100 pltas.	Fusarium %
SFMH C ₁ x Co	8.232	77	81	1.55	0.64	2.46	0.55	12.80	14.86	86	33.39
SFMH C ₂ x Co	8.114	78	81	1.43	0.60	6.98	1.77	15.50	12.61	87	31.33
SFMH C ₃ x Co	8.855	78	81	1.42	0.59	4.80	2.14	14.05	12.48	89	32.44
SFMH C ₄ x Co	8.762	78	81	1.53	0.60	1.47	2.73	12.74	11.47	89	35.74
SFMH C ₅ x Co	9.036	79	81	1.51	0.61	5.11	2.55	12.19	11.34	93	24.83
\bar{x}	8.600	78	81	1.49	0.61	4.16	1.95	13.46	12.55	89	31.55
SFHC C ₁ x Co	9.026	76	79	1.46	0.59	3.17	1.28	12.92	13.14	85	32.79
SFHC C ₂ x Co	8.010	78	81	1.45	0.62	6.68	3.13	14.99	11.68	87	38.36
SFHC C ₃ x Co	8.680	78	81	1.42	0.58	3.28	2.01	16.12	15.94	89	26.81
SFHC C ₄ x Co	8.624	77	80	1.44	0.60	3.40	1.99	15.40	12.48	88	29.92
\bar{x}	8.603	77	80	1.44	0.60	4.13	2.10	14.86	13.31	87	31.97
AN-363 -R (T)	8.728	76	78	1.42	0.55	1.24	4.21	15.43	13.66	85	39.45
AN-371 (T)	9.993	74	79	1.58	0.65	3.00	3.73	9.88	9.86	90	15.06
AN-374 (T)	8.971	76	79	1.53	0.61	8.18	10.99	13.68	7.49	91	16.45
\bar{x}	9.231	75	79	1.51	0.60	4.14	6.31	13.00	10.34	89	23.65

T testigo.

La respuesta genética para rendimiento en los ciclos de la SFMH en base a la cruce CnxCo, en la densidad baja se presenta en la Figura 4.2 con un valor de regresión significativo al 0.05 de probabilidad de 1.84 por ciento (de la cruce de la población original), en la curva para rendimiento - observado se aprecia que en los dos primeros ciclos de selección la respuesta es negativa, pero los C₃, C₄ y C₅ presentan un incremento a la selección positivamente.

Con esta cruce de prueba se presentó una reducción en la altura de planta y mazorca -0.55 y -0.61 por ciento respectivamente, al igual que para número de mazorcas podridas que fue de -1.71 por ciento, para mala cobertura -3.57 por ciento e incidencia de Fusarium en un -4.16 por ciento por ciclo de selección. Las características que presentaron un valor de regresión positivo y significativo al 0.05 de probabilidad - fueron floración masculina 0.68, acame de tallo 136.05 y mazorcas por cien plantas 1.35, como puede ser observado en el Cuadro 4.14.

La ganancia por ciclo de la SFHC en base a la cruce CnxCo para rendimiento en la densidad baja fue una ganancia positiva de 0.25 por ciento por ciclo (de la cruce de la variedad original), como puede ser observada en la Figura 4.2, la curva de rendimiento se aprecia que solo el C₂ tiene una respuesta negativa, mientras que los demás tienen una respuesta positiva. Con esta ganancia en base a la cruce de prueba se obtuvo una reducción de la altura de mazorca del -0.49 por ciento, del acame de raíz de -2.19 por ciento y de la incidencia de Fusarium del -5.50 por ciento por ciclo, en

— Regresión lineal de rendimiento
 ---- Rendimiento observado

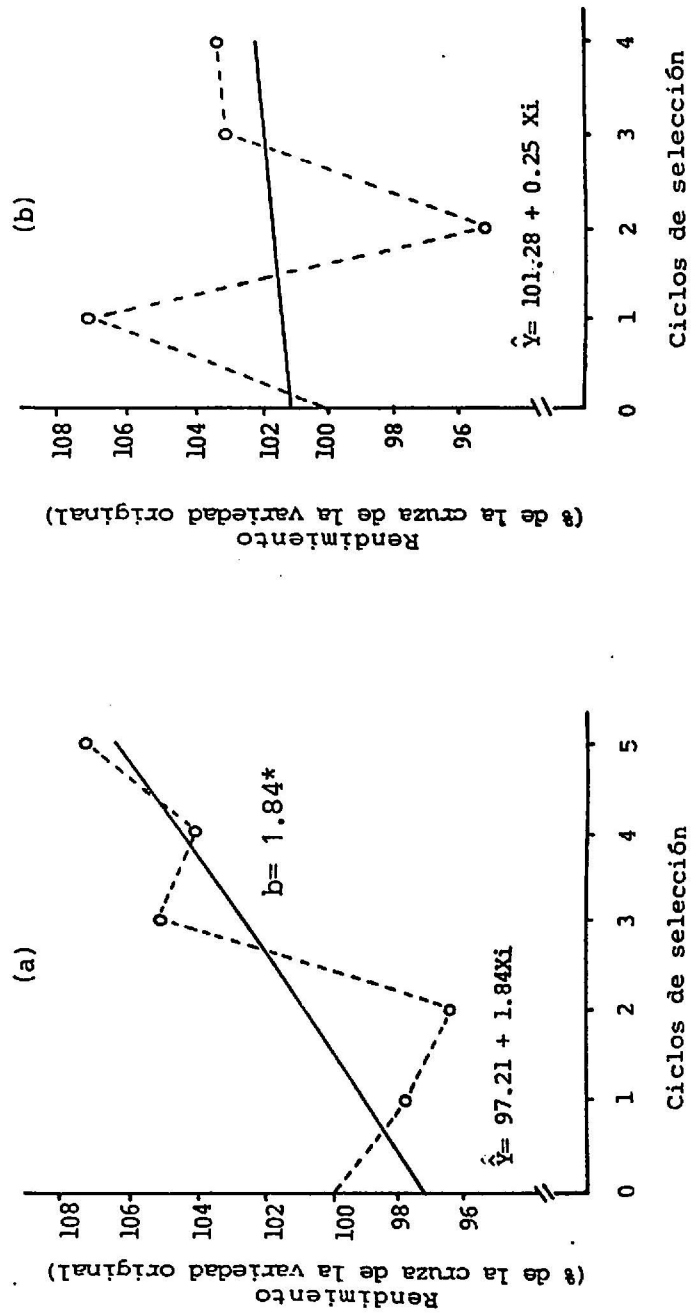


Fig. 4.2 Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento, por SFHH (a) y SFHC (b), en la cruce de los ciclos (CnxCo), de la población LBM, en la densidad baja.

Cuadro 4.14. Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC, con sus cruzas de prueba para rendimiento y características agronómicas expresadas como coeficientes de regresión lineal en la densidad baja, considerando los cuatro ambientes en conjunto (% de la cruce de la variedad original)¹.

GENEALOGIA	Rend.	Flor. mas.	Flor. fen.	Alt. plta.	Alt. maz.	Acame raíz	Acame tallo	Maz. Pod.	Mala Cob.	Mzcas. x 100 pltas.	Fusarium
LBM SFMH X Co	1.84*	0.68*	0.18	-0.55	-0.61	0.74	136.05*	-1.71	-3.57	1.35*	-4.16
LBM SFHC X Co	0.25	0.53	0.25	0.29	-0.49	-2.19	118.53	4.11	2.44	0.69	-5.50

¹ La población original Co, se considera como la cruce (CoxCo)

* Significativo al 0.05 de probabilidad

las demás características se encontró un aumento positivo; como por ejemplo, para número de mazorcas por cien plantas fue del 0.69 por ciento por ciclo de selección (Cuadro 4.14).

En el Cuadro 4.15 se presenta la concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos de la SFMH y SFHC en la cruz aCnxAN-12 en la densidad baja, considerando los cuatro ambientes en conjunto, con esta cruz se observan cambios importantes en el rendimiento, a través de las dos metodologías en donde las cruzas con la línea AN-12 presentan mejores rendimientos que en su evaluación *per se* y con la cruz CnxCo.

En los ciclos de la SFMH encontramos que la cruz C₃xAN-12 que obtuvo un rendimiento de 10.055 toneladas por hectárea fué la que presentó el mejor rendimiento superando a la cruz CoxAN-12 (9.813 ton/ha) y además superó a los testigos AN-442 y AN-432. Sin embargo aún cuando se presentaron buenos resultados tenemos que la ganancia por ciclo en base a la cruz Cn x AN-12 fue negativa de -0.02 por ciento (de la cruz de la variedad original), como puede ser observada en la Figura 4.3, en donde se ve que la curva de rendimiento es del tipo descendente; es decir que no se encontró ningún incremento positivo (a excepción del C₃) en los ciclos de selección.

Esta ganancia por ciclo negativa viene acompañada con una floración masculina más precoz en un -0.11 por ciento, una reducción en el acame de raíz de -2.41 por ciento por ciclo, acame de tallo -3.06, mazorcas podridas -0.36 por -

Cuadro 4.15. Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos de la SFMH y SFHC en la población LEM con su cruza CnxAN-12, en la densidad baja, considerando los cuatro ambientes en conjunto.

GENEALOGIA	Rto. ton/ha	Días a flor.		Alt. Plta. m	Alt. maz. m	Acame raíz %	Acame tallo %	Maz. Pod. %	Mala cob. %	Mzcas. x 100 pltas.	Fusarium %
		mas.	fem.								
C ₀ x AN-12	9.813	76	79	2.28	1.14	8.82	6.06	13.10	7.14	91	27.19
SFMH C ₁ x AN-12	9.205	77	79	2.25	1.12	7.28	5.37	13.53	8.13	87	24.36
SFMH C ₂ x AN-12	9.458	76	78	2.30	1.15	6.81	6.40	16.07	10.68	91	28.81
SFMH C ₃ x AN-12	10.055	76	79	2.29	1.22	9.27	4.19	11.80	10.33	97	21.41
SFMH C ₄ x AN-12	9.363	76	79	2.37	0.92	8.25	5.46	12.94	8.97	93	27.23
SFMH C ₅ x AN-12	9.586	76	79	2.43	1.25	6.26	5.15	13.95	7.20	89	23.41
\bar{x}	9.580	76	79	2.32	1.13	7.78	5.44	13.57	8.74	91	25.40
C ₀ x AN-12	9.813	76	79	2.28	1.14	8.82	6.06	13.10	7.14	91	27.19
SFHC C ₁ x AN-12	9.793	77	78	2.31	1.14	7.64	6.36	10.80	10.04	91	22.28
SFHC C ₂ x AN-12	10.062	77	79	2.37	1.22	6.43	6.94	15.48	11.08	91	21.88
SFHC C ₃ x AN-12	10.067	76	79	2.33	1.20	7.72	9.67	14.06	7.88	90	28.70
SFHC C ₄ x AN-12	10.448	77	79	2.37	1.16	11.17	5.14	13.08	9.90	91	25.22
\bar{x}	10.037	77	79	2.33	1.17	8.36	6.83	13.30	9.21	91	25.05
AN-446 (T)	10.256	77	80	2.24	1.10	5.11	4.09	14.43	13.95	92	18.57
AN-442 (T)	9.568	77	79	2.34	1.17	9.38	8.11	17.77	8.25	89	21.17
AN-432 (T)	8.807	76	78	2.24	1.09	3.07	8.04	12.59	18.18	86	31.87
\bar{x}	9.544	77	79	2.27	1.12	5.85	6.75	14.93	13.46	89	23.87

T testigo

— Regresión lineal de
 rendimiento
 ---- Rendimiento observado

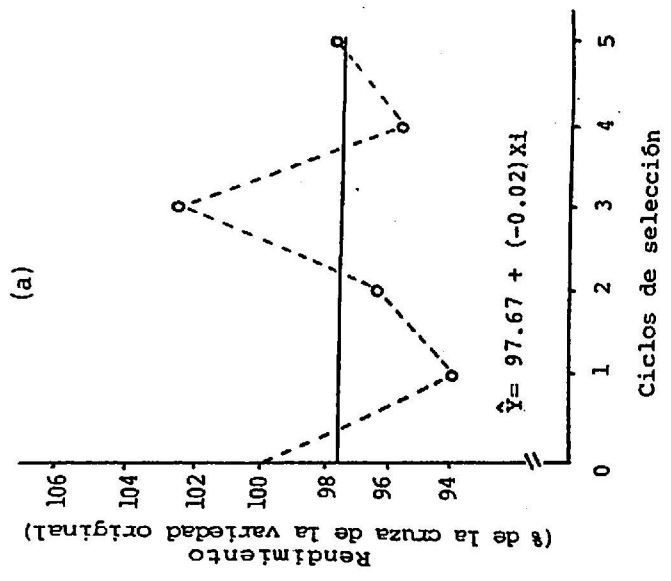
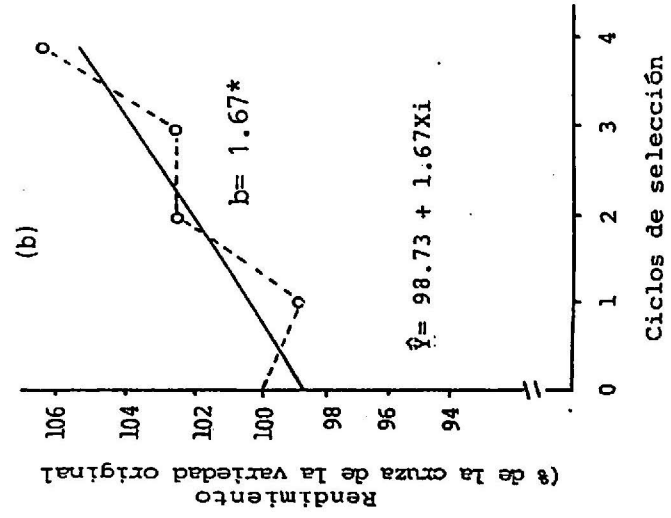


Fig. 4.3. Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento, por SFHC (a) y SFHC (b) en la craza de los ciclos (CnxAN-12), de la población LBM, en la densidad baja.

ciento e incidencia de Fusarium de -1.86 por ciento por ciclo de selección. Para las demás características hubo aumento - como en la floración femenina, mala cobertura, mazorcas por cien plantas, altura de mazorca y planta esta significativa al 0.05 de probabilidad (Cuadro 4.16)

La respuesta genética de los ciclos de la SFHC para rendimiento en la densidad baja en base a la cruce CnxAN-12 fue de 1.67 por ciento, significativo al 0.05 de probabilidad como puede apreciarse en la Figura 4.3, en donde a la vez se observa que la curva de rendimiento es del tipo ascendente, es decir que en el C₁ la respuesta fue negativa pero en los demás ciclos fue positiva. Con esta ganancia por ciclo de rendimiento se encontraron los siguientes cambios en las demás características, como por ejemplo en la floración masculina y femenina se obtuvo un aumento en el número de días - del 0.13 por ciento, para altura de planta y mazorca se registró un aumento en su altura de 0.88 por ciento, en acame de raíz y tallo aumentó en un 5.42 y 2.3 por ciento, respectivamente, por ciclo de selección, para número de mazorcas podridas hubo un aumento del 2.46 por ciento y para incidencia y Fusarium se presentó un aumento del 0.91 por ciento.

Respecto al comportamiento de los ciclos *per se* de la SFMH y SFHC para el rendimiento y otras características en la densidad alta considerando los cuatro ambientes en conjunto, estos se concentran en el Cuadro 4.17 donde se observa que el desarrollo de los ciclos de la SFMH tienen rendimientos superiores a la población original superando en -

Cuadro 4.16. Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC, con sus cruza de prueba para rendimiento y características agronómicas expresadas como coeficientes de regresión lineal en la densidad baja, considerando los cuatro ambientes en conjunto (% de la cruza de la variedad original).

GENEALOGIA	Rend.	Flor. mas.	Flor. fem.	Alt. plta.	Alt. maz.	Acame raíz	Acame tallo	Maz. Pod.	Mala Cob.	Mzcas. x 100 pltas.	Fusa- rium
LEM SFMH X AN-12	-0.02	-0.11	0.04	1.38	0.05	-2.41	-3.06	-0.36	0.99	0.44	-1.86
LEM SFHC X AN-12	1.67*	0.13	0.13	0.88	0.88	5.42	2.43	2.46	4.71	-0.11	0.91

* Significativo al 0.05 de probabilidad.

Cuadro 4.17. Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos *per se* de la SFMH y SFHC, en la población IBM, para la densidad alta considerando los cuatro ambientes en conjunto.

GENEALOGIA	Rto. ton/ha	Días a flor. mes.	Días a flor. fem.	Alt. Plta. m.	Alt. maz. m.	Acame raíz %	Acame tallo %	Maz. Pod. %	Mala cob. %	Mzcas. x 100 pntas. %	Fusarium %
C ₀	13.042	77	78	1.45	0.56	5.75	2.60	11.69	14.62	83	35.41
SFMH C ₁	14.641	77	79	1.55	0.62	3.88	3.73	13.66	12.35	88	19.81
SFMH C ₂	13.184	76	79	1.53	0.63	1.81	1.18	12.51	11.82	76	28.87
SFMH C ₃	14.121	77	80	1.59	0.65	3.68	3.88	10.08	12.79	86	27.62
SFMH C ₄	14.200	78	80	1.61	0.62	2.83	4.55	14.56	12.71	84	30.36
SFMH C ₅	14.260	78	81	1.57	0.64	4.00	3.62	12.05	12.01	82	21.16
\bar{x}	13.908	77	80	1.55	0.62	3.66	3.26	12.43	12.72	83	27.21
C ₀	13.042	77	78	1.45	0.56	5.75	2.60	11.69	14.62	83	35.41
SFHC C ₁	12.784	77	80	1.48	0.58	2.77	6.90	14.07	15.93	81	42.30
SFHC C ₂	13.984	78	81	1.52	0.60	2.93	3.05	12.92	16.82	82	28.66
SFHC C ₃	13.160	78	80	1.55	0.65	3.43	2.45	15.01	14.70	85	32.36
SFHC C ₄	13.417	78	80	1.54	0.62	6.21	2.71	14.50	9.25	92	26.67
\bar{x}	13.277	78	80	1.51	0.60	4.22	3.54	13.64	14.26	85	33.08
AN-363 -R (T)	13.667	80	83	1.49	0.55	3.73	5.29	12.18	19.20	87	44.12
AN-371 (T)	12.821	75	78	1.64	0.65	5.64	2.32	13.89	9.51	90	13.79
AN-374 (T)	13.852	76	78	1.57	0.60	3.34	1.99	13.60	14.59	82	30.97
\bar{x}	13.447	77	80	1.57	0.60	4.24	3.20	13.22	14.43	86	29.63

T testigo

algunos casos a los testigos, por ejemplo el Co superó al - testigo AN-371, mientras que los C₁, C₃, C₄ y C₅ superan a - los tres testigos utilizados que fueron el AN-363R, AN-371 - y AN-374, por lo que también el rendimiento promedio de todos los ciclos está por encima de la media de los testigos.

La ganancia por ciclo *per se* por esta metodología, se presenta en la Figura 4.4 donde tenemos que la ganancia fue po sitiva de 1.25 por ciento (variedad original) por ciclo de selección. La curva de rendimiento no es muy consistente, - sin embargo el rendimiento de los ciclos se mantiene siempre arriba del Co. Los cambios presentados con esta ganancia por ciclo para rendimiento fue como sigue; se presentó una dismi- nución en acame de raíz, mala cobertura e incidencia de Fusa- rium del -4.98, -2.15 y -3.30 por ciento respectivamente, pa- ra mazorcas por cien plantas se redujo en un -0.24 por ciento por ciclo, para las demás características se registró un au- mento como puede verse en el Cuadro 4.18.

En el comportamiento de los ciclos *per se* de la SFHC para rendimiento en la densidad baja (Cuadro 4.17) observamos que el C₂ fue el que presentó el mejor rendimiento de 13.984 toneladas por hectárea, superando al Co (13.042 ton/ha) y tam- bién a los testigos AN-363R, AN-371 y AN-374, sin embargo el rendimiento promedio de los ciclos no superó al de los testi- gos.

La respuesta genética para los ciclos de SFHC fue po sitiva de 0.86 por ciento (Figura 4.4) donde se ve que la cur va no es tan consistente, ya que en los C₁ y C₃ la respuesta

— Regresión lineal de rendimiento
 - - - Rendimiento observado

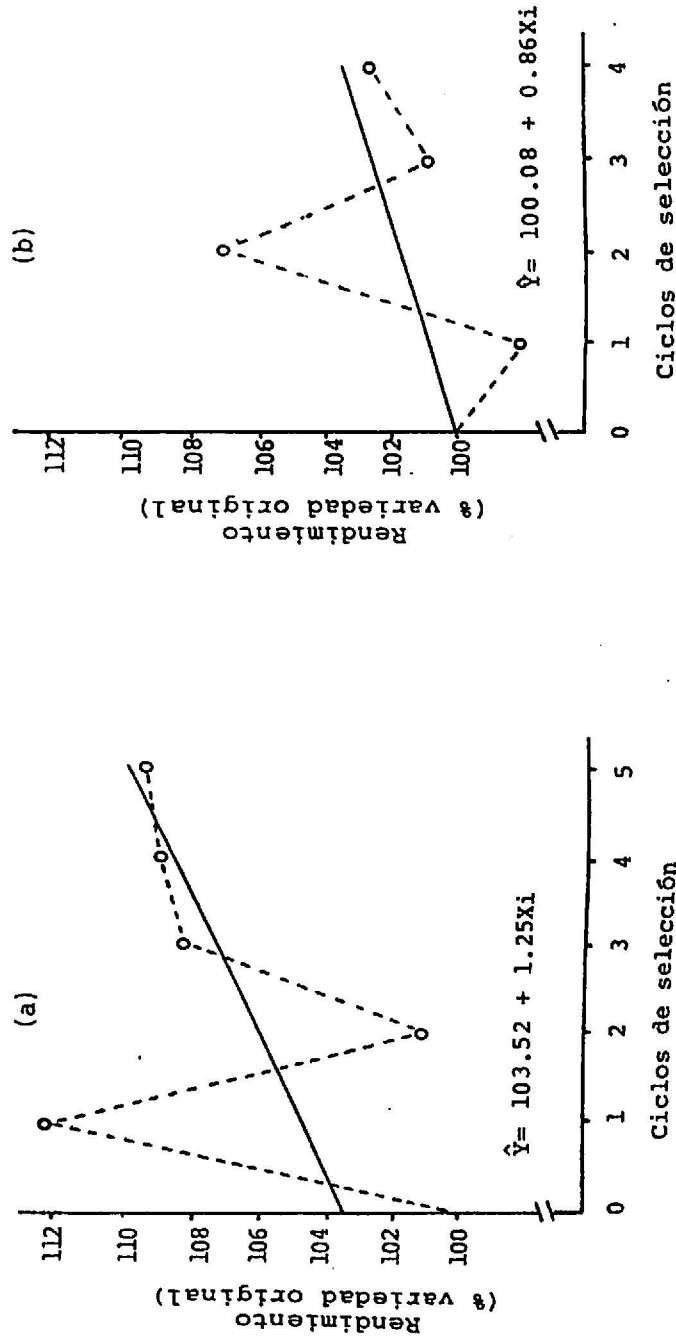


Fig. 4.4. Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento, por SFMH (a) y SFHC (b), de los ciclos pe_1 Δe , de la población LBM, en la densidad alta.

Cuadro 4.18. Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC, por se para rendimiento y características agronómicas expresadas como coeficientes de regresión lineal en la densidad alta, considerando los cuatro ambientes en conjunto. (% de la variedad original).

GENEALOGIA	Rend.	Flor. mas.	Flor. fem.	Alt. plta.	Alt. maz.	Acame raíz	Acame tallo	Maz. Pod.	Mala Cob.	Mzcas. x 100 pltas.	Fusarium
LBM SFMH	1.25	0.40	0.70	1.66	2.14	-4.98	11.27	0.51	-2.15	-0.24	-3.30
LBM SFHC	0.86	0.39	0.51	1.72	3.39	2.75	-16.27	5.61	-8.19	2.65	-7.74

es negativa y en los C_2 y C_4 es positiva siendo ésto suficiente para que la ganancia por ciclo de selección sea positiva. En las demás características se registraron cambios importantes (Cuadro 4.18); por ejemplo en acame de tallo, mala cobertura e incidencia de *Fusarium* la respuesta fue favorable, ya que se presentó un descenso del -16.27, -8.19 y -7.74 por -- ciento respectivamente por ciclo de selección.

En el Cuadro 4.19 se exhibe la concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos de la SFMH y SFHC a través de su cruce CnxCo en la densidad alta, considerando los cuatro ambientes en conjunto, en ésta cruce tanto para los ciclos de la SFMH y SFHC no presentan cambios importantes en cuanto a rendimiento, manteniéndose éstos con la misma tendencia que en la evaluación de los ciclos *per se*.

En los ciclos de la SFMH se tiene que la mejor cruce fue $C_5 \times Co$ con un rendimiento de 14.143 toneladas por hectárea, superando a la población original (Cuadro 4.17) que tiene un rendimiento de 13.042 toneladas por hectárea, al mismo tiempo supera a los testigos AN-363R (13.667 ton/ha), AN-371 (12.821 ton/ha) y AN-374 (13.852 ton/ha). La respuesta genética para rendimiento de estos ciclos en base a la cruce CnxCo se aprecia en la Figura 4.5 que fue positiva de 1.01 por ciento (de la cruce de la variedad original) en la curva de rendimiento se observa que los ciclos avanzados superan al Co.

Cuadro 4.19. Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos de la SFMH y SFHC en la población IBM con su cruz a CnxCo, en la densidad alta considerando los cuatro ambientes en conjunto.

GENEALOGIA	Rto. ton/ha	Días a flor.		Alt. Plta. m	Alt. maz. m	Acame raíz %	Acame tallo %	Maz. Pod. %	Mala Cob. %	Mzcas. x 100 pltas.	Fusa- rium %
		mas.	fem.								
SFMH C ₁ x Co	13.699	78	81	1.53	0.62	2.04	4.30	14.64	17.52	84	32.15
SFMH C ₂ x Co	13.981	78	75	1.45	0.58	2.29	3.30	17.55	17.45	82	33.54
SFMH C ₃ x Co	13.772	77	80	1.50	0.61	2.53	2.36	13.29	15.20	88	35.61
SFMH C ₄ x Co	13.481	78	81	1.48	0.58	2.80	2.75	14.56	17.33	81	20.82
SFMH C ₅ x Co	14.143	78	81	1.56	0.64	4.10	1.52	13.44	12.80	87	29.13
\bar{x}	13.813	78	80	1.50	0.61	2.75	2.85	14.70	16.06	84	30.25
SFHC C ₁ x Co	14.416	77	80	1.52	0.58	3.93	6.52	13.61	15.38	90	35.19
SFHC C ₂ x Co	13.615	78	81	1.55	0.62	5.68	5.25	14.81	13.94	85	30.48
SFHC C ₃ x Co	12.991	78	81	1.50	0.57	2.77	3.76	18.12	23.76	84	38.53
SFHC C ₄ x Co	14.457	77	80	1.49	0.56	3.99	2.61	12.80	11.93	88	34.54
\bar{x}	13.870	78	80	1.52	0.58	4.09	4.54	14.84	16.25	87	34.69
AN-363 -R (T)	13.667	80	83	1.49	0.55	3.73	5.29	12.18	19.20	87	44.12
AN-371 (T)	12.821	75	78	1.64	0.65	5.64	2.32	13.89	9.51	90	13.79
AN-374 (T)	13.852	76	78	1.57	0.60	3.34	1.99	13.60	14.59	82	30.97
\bar{x}	13.447	77	80	1.57	0.60	4.24	3.20	13.22	14.43	86	29.63

— Regresión lineal de rendimiento
 ---- Rendimiento observado

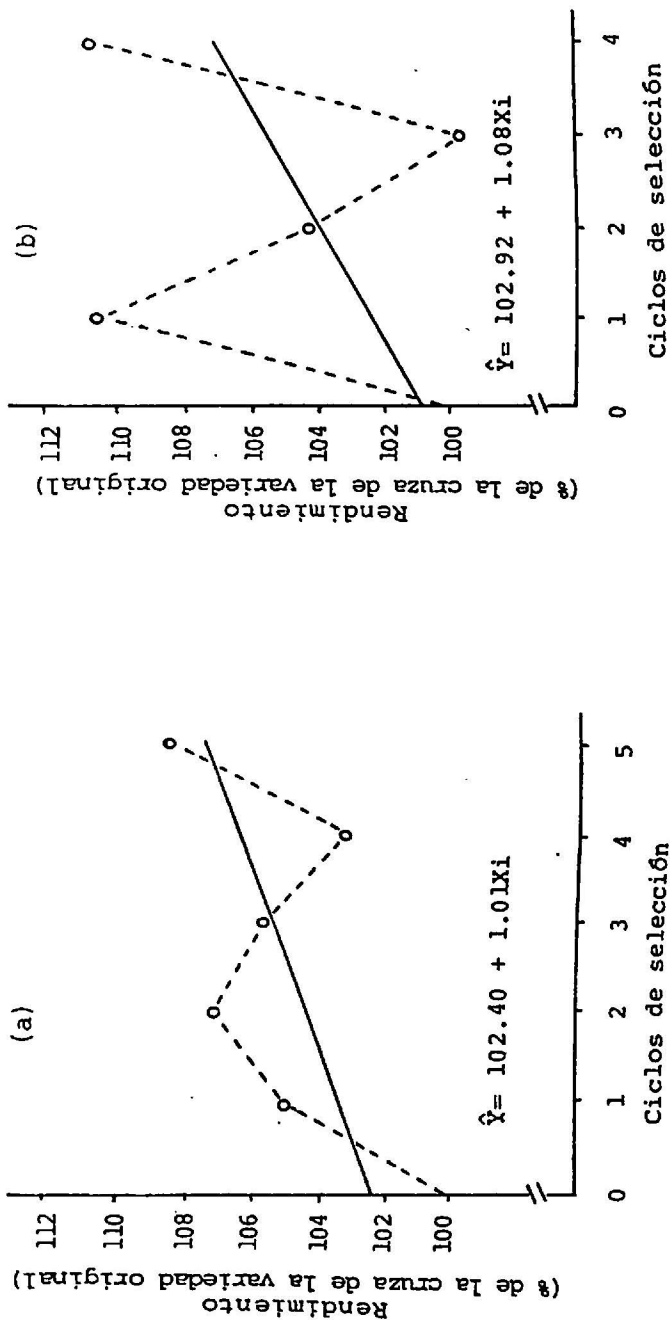


Fig.4.5. Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento, por SFMH (a) y SFHC (b), en la cruce de los ciclos (CnxCo), de la población LBM, en la densidad alta.

Con esta ganancia de los ciclos de la SFMH en base a la cruza CnxCo se presentaron cambios importantes en las demás características como puede verse en el Cuadro 4.20 donde tenemos que el acame de raíz y tallo disminuyó en -2.85 y -12.08 por ciento respectivamente, mientras que la reducción de la mala cobertura fue de -2.33 por ciento y para la incidencia de Fusarium fue del -5.11 por ciento por ciclo de selección.

En cuanto al comportamiento de los ciclos de la SFHC a través de la cruza CnxCo (Cuadro 4.19) observamos que la mejor cruza fue registrada con el C₄ con un rendimiento de 14.457 toneladas por hectárea, siendo superior al Co (Cuadro 4.17) y a los testigos AN-363R, AN-371 y AN-374. La ganancia por ciclo de selección en base a la cruza CnxCo como se observa en la Figura 4.5, fue positiva de 1.08 por ciento (de la cruza de la variedad original), en la curva observamos que solo el C₃ fue el que presentó un rendimiento abajo de la población original Co y para los demás ciclos la respuesta fue positiva.

Los cambios que se observaron en las demás características agronómicas fueron los siguientes, una reducción en la altura de mazorca, acame de raíz y acame de tallo de -0.18, -8.14 y -10.5 respectivamente por ciclo de selección, y un aumento en la floración masculina 0.13, floración femenina 0.64, altura de planta 0.41, mazorcas podridas 5.76, mala cobertura 2.05, mazorcas por cien plantas 0.48 e incidencia de Fusarium 0.45 por ciclo de selección, todo expresado en por

Cuadro 4.20. Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC con sus cruza de prueba para rendimiento y características agronómicas expresadas como coeficientes de regresión lineal en la densidad alta, considerando los cuatro ambientes en conjunto (% de la cruza de la variedad original).*

GENEALOGIA	Rend.	Flor. mas.	Flor. fem.	Alt. plta.	Alt. maz.	Acame raíz	Acame tallo	Maz. Pod.	Mala Cob.	Mzcas. x 100 pltas.	Fusarium
LBM SFMH x Co	1.01	0.15	0.73	0.89	1.58	-2.85	-12.08	1.04	-2.33	0.59	-5.11
LBM SFHC x Co	1.08	0.13	0.64	0.41	-0.18	-8.14	-10.54	5.76	2.05	0.48	0.45

* La población original Co, se considera como la cruza (CoxCo)

ciento (Cuadro 4.20).

En el Cuadro 4.21, se presenta la información del rendimiento y características agronómicas en donde se observa el comportamiento de los ciclos *per se* de la SFMH y SFHC, a través de densidades y ambientes de evaluación. En general el rendimiento de los ciclos por las dos metodologías son buenos superando en algunos casos a la población original Co, y a algunos de los testigos utilizados para ésta evaluación.

La ganancia genética por regresión lineal para rendimiento en los ciclos de la SFMH se aprecia en la Figura 4.6, donde tenemos que el valor de beta que nos representa la ganancia por ciclo es negativo de -1.47 por ciento (de la variedad original), la curva de rendimiento no muestra una consistencia definida, ya que los C₂ y C₄ tienen una respuesta negativa, mientras que para los demás es positiva no siendo esto suficiente para registrar una ganancia por ciclo positiva. Aunada a esta ganancia se registran los siguientes cambios en las demás características (Cuadro 4.22), una reducción en altura de planta de -6.18 por ciento, en acame de raíz de -3.45 por ciento, en mala cobertura de -1.57 por ciento, en mazorcas por cien plantas de -0.64 por ciento y en la incidencia de Fusarium de -5.06 por ciento, y un aumento en por ciento de las características como floración masculina 0.33, floración femenina 0.54, altura de mazorca 1.69, acame de tallo 19.88 y mazorcas podridas de 0.78, todo expresado en por ciento.

Cuadro 4.21. Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observadas en los ciclos per se de la SFMH y SFHC, en la población IBM, a través de densidades y ambientes de evaluación.

GENEALOGIA	Rto. ton/ha	Días a flor.		Alt. Plta. m	Alt. maz. m	Acame raíz %	Acame tallo %	Maz. Pod. %	Mala cob. %	Mzcas. x 100 pltas.	Fusa- rium %
		mas.	fem.								
C ₀	10.729	77	79	2.78	0.59	4.82	1.47	12.90	13.50	85	36.31
SFMH C ₁	11.475	77	79	1.55	0.62	3.10	3.11	12.78	14.11	85	27.70
SFMH C ₂	10.746	77	79	1.53	0.63	2.46	2.15	13.00	11.44	82	30.13
SFMH C ₃	11.309	78	81	1.56	0.65	3.35	2.43	12.27	11.78	88	30.28
SFMH C ₄	9.110	78	80	1.57	0.63	3.18	3.16	12.81	12.75	85	27.63
SFMH C ₅	10.932	78	81	1.56	0.65	3.43	3.43	13.73	12.76	80	23.45
\bar{x}	10.717	78	80	1.76	0.63	3.39	2.63	12.92	12.72	84	29.25
C ₀	10.729	77	79	2.78	0.59	4.82	1.47	12.90	13.50	85	36.31
SFHC C ₁	10.547	77	80	1.47	0.60	2.96	4.58	13.69	14.13	86	37.80
SFHC C ₂	11.201	69	81	1.51	0.62	2.93	2.89	15.51	14.53	85	29.64
SFHC C ₃	10.959	78	81	1.53	0.70	2.95	2.72	13.83	13.89	90	32.29
SFHC C ₄	11.959	78	71	1.50	0.62	5.73	1.86	12.59	10.78	95	28.14
\bar{x}	11.079	76	78	1.76	0.63	3.88	2.70	13.70	13.37	88	32.84
AN-363 -R (T)	11.198	78	81	1.46	0.55	2.49	4.75	13.81	16.43	86	41.79
AN-371 (T)	11.407	75	79	1.61	0.65	4.32	3.03	11.89	9.69	90	14.43
AN-374 (T)	11.412	76	79	1.55	0.61	5.76	6.49	13.64	11.04	87	15.81
\bar{x}	11.339	76	80	1.54	0.60	4.19	4.76	13.11	12.39	88	24.01

T testigo.

— Regresión lineal
de rendimiento
- - - Rendimiento obser-
vado

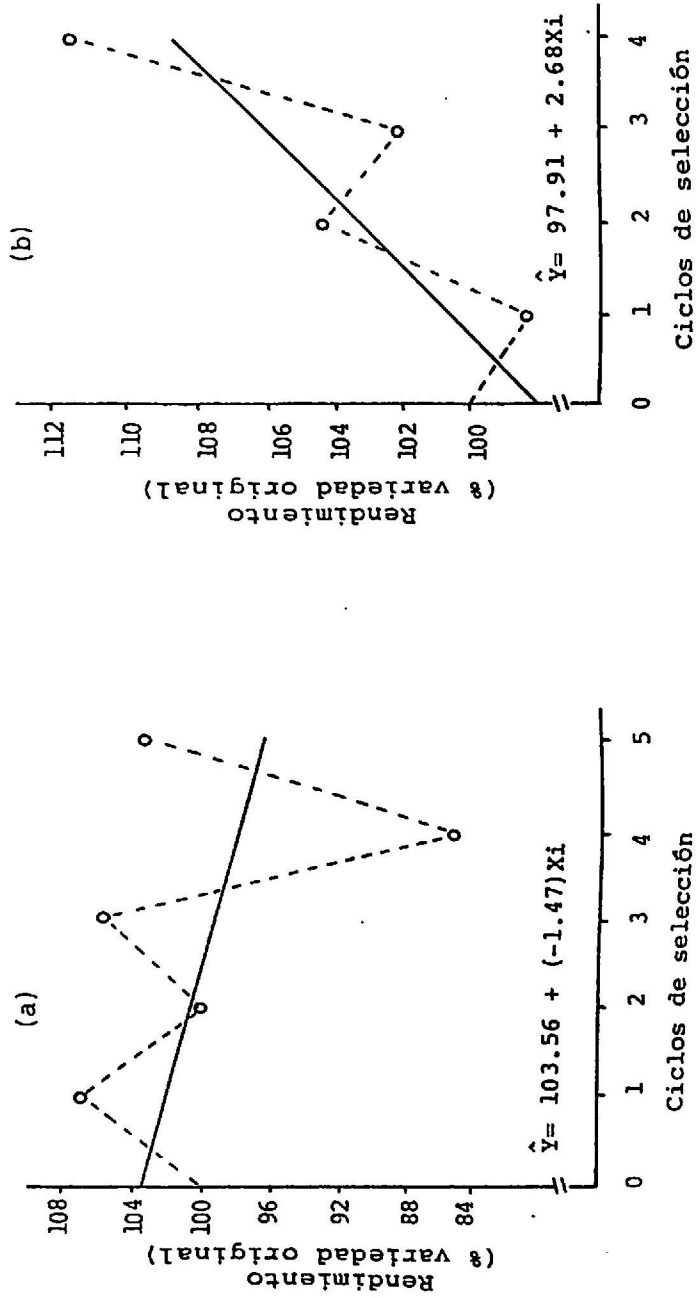


Fig.4.6. Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento, por SFMH (a) y SFHC (b), de los ciclos per se de la población LBM, a través de densidades.

Cuadro 4.22. Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC, por se para rendimiento y características agronómicas expresadas como coeficientes de regresión lineal, a través de densidades y ambientes de evaluación. (% de la variedad original).

GENEALOGIA	Rend.	Flor. mas.	Flor. fem.	Alt. plta.	Alt. maz.	Acame raíz	Acame tallo	Maz. Pod.	MaLa Cob.	Mzcas. x 100 pltas.	Fusarium
IBM SFMH	-1.47	0.33	0.54	-6.18	1.69	-3.45	19.88	0.78	-1.57	-0.64	-5.06
IBM SFHC	2.68	0.39	-1.90	-8.99	2.71	3.76	-7.35	-0.37	-0.04	2.82	-6.02

La ganancia por ciclo de la SFHC para rendimiento a través de densidades fue de 2.68 por ciento (Figura 4.7) por ciclo de selección, observándose en la curva que sólo el C₁ presentó una consistencia para mejorar el rendimiento en relación a la población original Co. Los cambios que se observaron expresados en por ciento en las demás características (Cuadro 4.22) fueron una reducción en la floración femenina (-1.90), altura de planta (-8.99), acame de tallo (-7.35), -mazorcas podridas (-0.37), mala cobertura (-0.04), e incidencia de Fusarium en -6.02 por ciento y un aumento en las demás características.

En el Cuadro 4.23 se concentra la información del rendimiento y características agronómicas, de los ciclos de la SFMH y SFHC en su cruce CnxCo a través de densidades, y en la Figura 4.7 se reporta la ganancia genética de los ciclos de la SFMH en base a la cruce CnxCo, en donde se observa que fue de 1.34 por ciento (de la cruce de la población original) y la curva que representa el rendimiento es del tipo ascendente; es decir la respuesta al C₄ de selección es negativa y -positiva en los demás ciclos. En el Cuadro 4.24, se observan cambios en la altura de planta, acame de raíz, mazorcas podridas, mala cobertura, mazorcas por cien plantas y de Fusarium (significativa al 0.05 de probabilidad).

El comportamiento de los ciclos de la SFHC para rendimiento en base a la cruce CnxCo obtuvo un comportamiento favorable al exhibir una ganancia por ciclo de selección del 0.75 por ciento (Figura 4.7), habiendo cambios favorables en

Cuadro 4.23. Concentración de datos para rendimiento y características agronómicas observados en los ciclos de la SFMH y SFHC en la población LBM con su cruz a CnxCo., a través de densidades y ambientes de evaluación.

GENEALOGIA	Rto. ton/ha	Días a flor.		Alt. Plta. m	Alt. maz. m	Acame raíz %	Acame tallo %	Maz. Pod. %	Mala Cob. %	Mzcas. x 100 pltas.	Fusa- rium %
		mas.	fem.								
SFMH C ₁ x Co	10.966	78	81	1.54	0.63	2.25	2.43	13.72	16.19	85	32.77
SFMH C ₂ x Co	11.048	78	78	1.44	0.59	4.64	2.54	16.53	15.03	85	32.44
SFMH C ₃ x Co	11.314	78	81	1.46	0.60	3.67	2.25	13.67	13.84	89	34.03
SFMH C ₄ x Co	11.117	78	81	1.51	0.59	2.14	2.74	13.65	14.40	85	28.28
SFMH C ₅ x Co	11.590	78	81	1.54	0.63	4.61	2.04	12.82	12.07	90	26.98
\bar{x}	11.207	78	80	1.50	0.61	3.46	2.40	14.08	14.31	87	30.90
SFHC C ₁ x Co	11.721	77	80	1.49	0.59	3.55	3.90	13.27	14.26	88	33.90
SFHC C ₂ x Co	10.813	78	80	1.50	0.62	6.18	4.19	14.90	12.81	86	34.42
SFHC C ₃ x Co	10.836	78	81	1.46	0.58	3.03	2.89	17.12	19.85	87	32.67
SFHC C ₄ x Co	11.576	77	81	1.47	0.58	3.70	2.30	14.10	12.21	88	32.23
\bar{x}	11.237	78	81	1.48	0.59	4.12	3.32	14.85	14.78	87	33.33
AN-363 -R (T)	11.198	78	81	1.46	0.55	2.49	4.75	13.81	16.43	86	41.79
AN-371 (T)	11.407	75	79	1.61	0.65	4.32	3.03	11.89	9.69	90	14.43
AN-374 (T)	11.412	76	79	1.55	0.61	5.76	6.49	13.64	11.04	87	15.81
\bar{x}	11.339	76	80	1.54	0.60	4.19	4.76	13.11	12.39	88	24.01

T testigo.

14200

U.A.A.A.N.

— Regresión lineal de rendimiento
 ---- Rendimiento observado

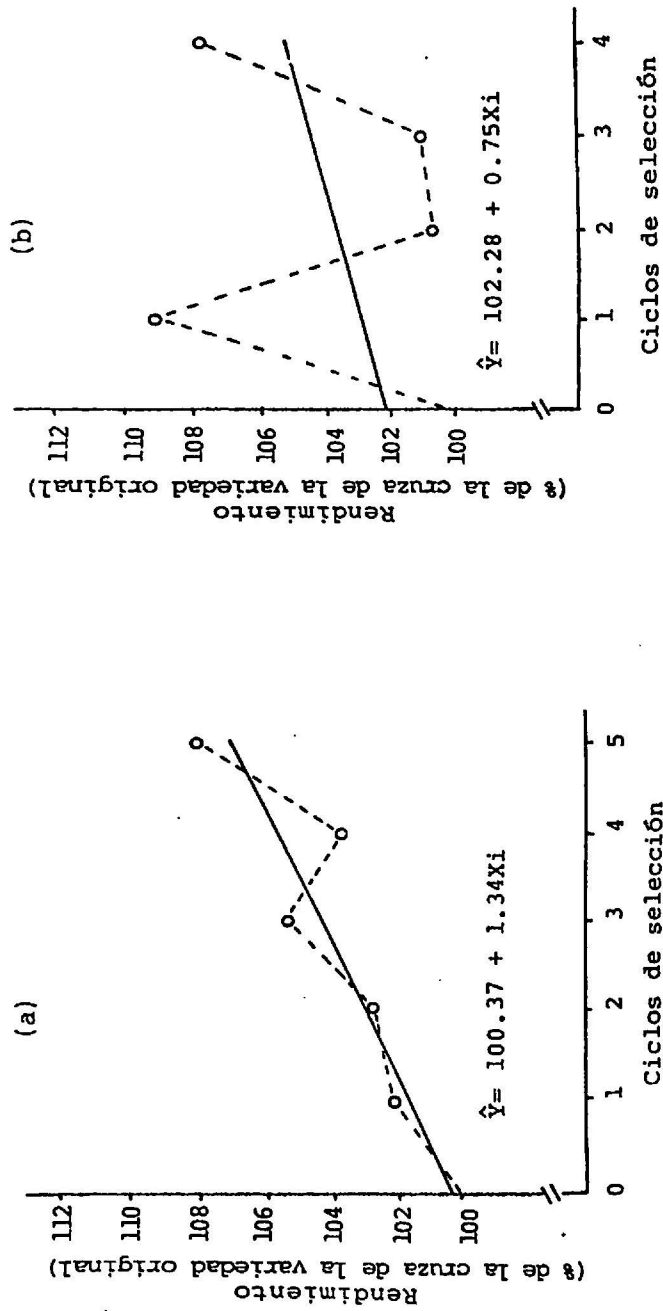


Fig. 4.7. Respuesta genética por regresión lineal para rendimiento, por SFMH (a) y SFHC (b), en la cruce de los ciclos (CnxCo), de la población LBM, a través de densidades.

Cuadro 4.24. Respuestas porcentuales de los ciclos de la SFMH y SFHC, con su cruza de prueba, para rendimiento y características agronómicas expresadas como coeficientes de regresión lineal, a través de densidades y ambientes de evaluación. (% de la cruza de la variedad original)¹.

GENEALOGIA	Rend.	Flor. mas.	Flor. fem.	Alt. pita.	Alt. maz.	Acame raíz tallo	Maz. Pod.	Mala Cob.	Mzcas. x 100 pltas.	Fusarium
IBM SFMH x Co	1.34	0.18	0.47	-6.44	0.44	-1.39	6.78	-0.77	0.97	-4.61*
IBM SFHC x Co	0.75	0.13	0.38	-9.53	-0.51	-5.73	4.42	4.84	0.59	-2.61

¹ La población original Co, se considera como la cruza (CoxCo)

* Significativo al 0.05 de probabilidad.

las características (Cuadro 4.24), acame de raíz, mazorcas - por cien plantas, incidencia de Fusarium y otras.

Correlaciones

De acuerdo a los análisis de correlación realizadas con el rendimiento de grano con las otras características agronómicas para determinar el grado de asociación que tiene el rendimiento con cada caracter agronómico, se arrojaron los siguientes resultados.

En los Cuadros 4.25 y 4.26 se consignan los coeficientes de correlación encontrados en las diferentes densidades de siembra para la selección de familias de medios hermanos (SFMH) y selección de familias de hermanos completos (SFHC) y sus respectivas cruzas de prueba. Pueden observarse que se presentaron correlaciones positivas que fueron significativas al nivel del 0.05, como lo indican los resultados obtenidos del rendimiento con las características días a floración masculina que obtuvo un valor de 0.850 y número de mazorcas por cien plantas con un valor de r de 0.812; lo anterior para los ciclos de la SFMH en la densidad baja. Para la crusa de la SFMH (CnxCo), en la densidad baja se encontró un valor de r de 0.754 del rendimiento con la floración masculina.

En la crusa de prueba de la SFMH (CnxAN-12) se obtuvo una correlación positiva y significativa al nivel del 0.05 del 0.774 entre el rendimiento y el número de mazorcas por cien plantas en la densidad baja. Para los ciclos de la SFHC en la crusa (CnxAN-12) el valor del coeficiente de

Cuadro 4.26. Coeficientes de correlación de rendimiento con algunas características agronómicas para la densidad alta, considerando los cuatro ambientes en conjunto.

Y	Material	Flor. mas.	Flor. fem.	Alt. plta.	Alt. maz.	Acame raíz	Acame tallo	Maz. Pod.	Mala Cob.	Mzcas. x 100 pltas.	Fusarium
R	SFMH	0.165	0.337	0.349	0.528	-0.239	0.512	0.558	-0.225	0.659	-0.521
E											
N											
D	SFMH	0.378	0.167	-0.836 *	0.532	-0.171	-0.132	0.524	-0.592	0.824 *	-0.450
I	* Co										
M											
I											
E	SFHC	0.750	-0.367	0.387	0.414	-0.223	0.109	-0.034	0.516	0.271	0.296
N											
T											
O	SFHC	-0.200	-0.200	0.703	0.714	-0.032	0.470	-0.620	-0.796	0.931 **	-0.713
	* Co										

*, ** Significativo al .05 y .01 de probabilidad respectivamente.

correlación del rendimiento con la altura de planta fue de 0.891, en la densidad baja, y para la SFMH con la cruza (Cnx Co), el valor de r entre el rendimiento y el número de mazorcas por cien plantas fue de 0.824, en la densidad alta.

También se encontraron coeficientes de correlación que fueron negativos y significativos al nivel de cinco por ciento en los diferentes pares de caracteres del rendimiento con otras características como son; los días a floración femenina con un valor de -0.824 y acame de tallo con el valor de r de -0.893 en la densidad baja, en la cruza de prueba de la SFHC (CnxCo), y para la densidad alta en la cruza de la SFMH (CnxCo) el valor del coeficiente para altura de planta fue de -0.836 .

Los coeficientes de correlación que resultaron ser positivos y significativos al nivel del uno por ciento, fueron las características; número de mazorcas por cien plantas en la densidad baja de la cruza CnxCo de la SFMH el valor de correlación fue de 0.877 y para la densidad alta en la cruza CnxCo de la SFHC el valor de correlación fue de 0.931.

La correlación en la cual se obtuvo un valor de correlación negativo y significativo al nivel del uno por ciento fue para la característica altura de mazorca con un valor de -0.941 , en la densidad baja de los ciclos de la SFHC.

Cuadro 4.27. Rendimiento promedio en ton/ha, de la cruz de prueba con el Co., y efectos de ACG, considerando los cuatro ambientes en conjunto.

DENSIDAD	MATERIAL	CICLOS	RTO.	EFEECTO DE ACG
B		C ₁	8.232	- 0.369
	S	C ₂	8.114	- 0.487
	F	C ₃	8.856	0.255
	M	C ₄	8.762	0.161
	H	C ₅	9.036	0.435
A				
J		C ₁	9.026	0.425
	S	C ₂	8.010	- 0.591
	F	C ₃	8.680	0.079
	H	C ₄	8.694	0.093
	C	\bar{x}	8.601	
A				

Cuadro 4.28. Rendimiento promedio en ton/ha, de la cruz de prueba con el Co., y efectos de ACG, considerando los cuatro ambientes en conjunto.

DENSIDAD	MATERIAL	CICLOS	RTO.	EFECTOS DE ACG
A	S	C1	13.699	- 0.139
		C2	13.981	0.143
		C3	13.772	- 0.066
		C4	13.471	- 0.367
		C5	14.143	0.305
L	H	C1	14.416	0.578
		C2	13.615	- 0.223
		C3	12.991	- 0.847
		C4	14.457	0.619
		\bar{x}	13.838	
T	S	C1	14.416	0.578
		C2	13.615	- 0.223
		C3	12.991	- 0.847
		C4	14.457	0.619
		\bar{x}	13.838	
A	C	C1	14.416	0.578
		C2	13.615	- 0.223
		C3	12.991	- 0.847
		C4	14.457	0.619
		\bar{x}	13.838	

y el más bajo el C₄.

Para los ciclos de SFHC los valores de los efectos de ACG varían entre -0.847 y 0.619, con un rendimiento de 12.991 y 14.457 toneladas por hectárea, resultando el C₄ con la mejor ACG y el C₃ con la más baja. A través de las metodologías el ciclo con la mejor ACG es el C₄ de la SFHC y el C₃ de la misma metodología con la más baja ACG.

En el Cuadro 4.29, se presentan los valores de ACG de los ciclos de SFMH y SFHC a través de densidades y ambientes donde se observa que los valores de ACG para la SFMH varían entre -0.254 y 0.370, con rendimientos de 10.966 y 11.590 toneladas por hectárea, indicando que el que tuvo mejor ACG fue el C₅ y el más bajo el C₁.

Los valores de ACG para la SFHC oscilaron entre -0.407 y 0.501 con rendimientos de 10.813 y 11.721 toneladas por hectárea, respectivamente, observándose que el ciclo uno fue el que obtuvo el valor mayor y el ciclo dos el valor menor de ACG. La mejor ACG a través de las metodologías la obtuvo el C₁ de la SFHC y la peor la presentó el C₂ de la misma metodología.

Efectos de Aptitud Combinatoria Específica

Con respecto a las cruzas de prueba de las subpoblaciones de SFMH y SFHC con la línea AN-12, con la finalidad de estimar la aptitud combinatoria específica (ACE), de cada ciclo de selección, se obtuvieron los siguientes resultados.

Cuadro 4.29. Rendimiento promedio en ton/ha, de la cruz de prueba con el Co., y efectos de ACG, a través de densidades y ambientes.

MATERIAL	CICLOS	RTO.	EFECTOS DE ACG
S	C ₁	10.966	- 0.254
	C ₂	11.048	- 0.172
	C ₃	11.314	0.094
	C ₄	11.117	- 0.103
	C ₅	11.590	0.370
F	C ₁	11.721	0.501
	C ₂	10.813	- 0.407
	C ₃	10.836	- 0.384
	C ₄	11.576	0.356
	\bar{x}	11.220	

En el Cuadro 4.30, se presentan los resultados de la ACE en la densidad baja en los ciclos de la SFMH y SFHC, donde se observa que en la SFMH los valores de ACE se encuentran entre -1.265 y 0.337, con rendimientos de 8.455 y 10.057 toneladas por hectárea, obteniéndose así que el C₃ obtuvo la mejor ACE y el C₁ con la más baja.

Para el caso de la SFHC los valores de ACE fueron entre 0.073 y 0.728, con rendimientos de 9.793 y 10.448 toneladas por hectárea, siendo el C₄ el que presentó la mejor ACE y el C₁ con la más baja. En general en éste Cuadro se observa que en la SFHC los ciclos presentan una mejor tendencia de ir mejorando la ACE en cada uno de los ciclos de selección, lo que no sucede con la SFMH, el ciclo con la mejor ACE es el C₄ de la SFHC y el peor es el C₁ de la SFMH.

Cuadro 4.30. Rendimiento promedio en ton/ha, de la cruz de prueba CnxAN-12., y efectos de ACE, considerando los cuatro ambientes en conjunto.

DENSIDAD	MATERIAL	CICLOS	RTO.	EFECTOS DE ACE
B	S	C0	9.813	0.093
	F	C1	8.455	- 1.265
		C2	9.458	- 0.262
		C3	10.057	0.337
		C4	9.363	- 0.357
A	H	C5	9.586	- 0.134
	S	C0	9.813	0.093
		C1	9.793	0.073
		C2	10.062	0.342
		C3	10.067	0.347
A	C	C4	10.448	0.728
			\bar{x}	9.720

5. DISCUSION

Análisis Combinado

Como se observó en los Cuadros 4.1 y 4.2 que para ambas densidades se registró diferencia significativa para la fuente localidades, ésto nos indica en forma general, que los ciclos *per se* y sus cruzas de prueba respectivas reaccionaron en forma diferencial en los ambientes de evaluación, lo anterior nos facilitaría si fuese necesario realizar selección de las mismas en base a sus respuestas por localidad.

De la misma manera tenemos que para las dos densidades en la fuente tratamientos se exhibió diferencia significativa (1%), en la densidad baja la diferencia fue debida a los grupos de tratamientos, mientras que en la densidad alta fue debida a los ciclos *per se* (Cn), ésto nos indica que hay variación en el comportamiento de los ciclos, tanto en forma *per se* como en comparación con sus cruzas de prueba, esto para las dos metodologías de mejoramiento empleadas, la variación encontrada es debida posiblemente al potencial genético como consecuencia de la diferente estructura genética obtenida en cada uno de los métodos.

Con las diferencias encontradas en la interacción tratamientos x localidades en las dos densidades se reafirma el comportamiento diferencial de los tratamientos en las localidades, a través de sus cruzas de prueba como *per se*, manifestando

así el efecto de la selección en los ambientes de evaluación utilizados.

En cuanto a la media de rendimiento los ciclos *per se* y sus cruzas de prueba para las dos metodologías tuvieron un mejor comportamiento en la densidad alta (13.751 ton/ha). Los coeficientes de variación obtenidos para las dos densidades son considerados bajos y por lo tanto las estimaciones realizadas pueden tomarse como confiables.

En el Cuadro 4.3, observamos que la fuente localidades es significativa, lo cual nos indica que al ser evaluados los ciclos *per se* y sus cruzas de prueba de la SFMH y SFHC a través de densidades, tuvieron un comportamiento diferencial en las localidades de evaluación.

De igual manera observamos que el comportamiento de las densidades fue significativo, mostrando ello que los ciclos a través de las densidades tienen un comportamiento diferente. La significancia de la interacción localidades por densidades viene a constatar el comportamiento diferencial de los ciclos *per se* y las cruzas de prueba a través de las localidades y las densidades.

La diferencia significativa encontrada en la fuente tratamientos fue debida a los ciclos *per se*, esto nos indica que hay variación en el comportamiento de los ciclos de selección de las dos metodologías de mejoramiento utilizadas, sin precisar con que método, mientras que con su cruce de prueba (CnxCo) fue significativo, obteniendo con esto que los ciclos a través de su cruce tuvieron un comportamiento -

diferencial.

La interacción tratamientos por localidades, no mostraron diferencias significativas tanto para los ciclos *per se* como en la cruz de prueba, por lo que nos manifiesta que los tratamientos no reaccionaron en forma diferencial con respecto a los ambientes. Los tratamientos por densidades presentaron significancia solamente en los ciclos *per se*, indicando que hay variación en el comportamiento de los ciclos a través de densidades.

En la interacción TxDxL se encontró diferencia significativa la cual fue debida a los ciclos *per se* (Cn), pero esta diferencia encontrada de los ciclos es más que nada debida al comportamiento diferencial en las densidades, ya que a través de localidades su comportamiento fue estable.

Respuesta a la Selección

Con respecto a los dos primeros objetivos planteados que fueron los de estimar la ganancia genética en rendimiento en la maíz Lucio Blanco Mejorado (LBM), después de cinco y cuatro ciclos de selección recurrente entre familias de medios hermanos y hermanos completos respectivamente, y al mismo tiempo estimar en las poblaciones las ganancias y cambios ocurridos en el resto de las características agronómicas por la selección, se discute lo siguiente.

Como se observó en los resultados que la ganancia por ciclo de selección para la metodología SFMH *per se*, en la característica rendimiento, las ganancias que se estimaron pueden ser consideradas como bajas (Cuadro 4.18), llegando

a tener respuestas negativas (Cuadro 4.12), lo anterior es basado en las referencias de otros investigadores que han trabajado con esta metodología y que han reportado ganancias superiores a las estimadas en este trabajo, como es el caso de Claire y Márquez (1984) que obtuvieron una ganancia de 6.88 por ciento por ciclo de selección como promedio del resultado presentado en cinco variedades de maíz, Webel y Lonquist (1967) trabajando con la variedad de maíz "Hays Golden", obtuvo una ganancia por ciclo de 9.44 por ciento, Burton et al. (1971) reportan una ganancia por ciclo de 16.3 por ciento en la variedad de maíz BSK, después de cuatro ciclos de selección.

Los cambios ocurridos en las demás características agrónomas, de acuerdo con los criterios de selección visual practicados en ésta metodología que fueron además de rendimiento, precocidad, altura de mazorca, sanidad de mazorca (mazorcas podridas) y sanidad de planta (incidencia de *Fusarium*), mencionados por Gómez (1983). Podemos observar en forma general (Cuadro 4.22) que para precocidad las floraciones masculinas y femeninas se están haciendo más tardías, además de que la altura de mazorca se está incrementando, para mazorcas podridas también hay un aumento, solo para la incidencia de *Fusarium* si se ha tenido una reducción favorable. Además de lo anterior tenemos que el acame de tallo aumentó considerablemente, y la altura de planta se redujo, y también hubo una disminución en el número de mazorcas por cien plantas.

Las ganancias por ciclo obtenidas por esta metodología entre otras causas pueden ser debidas a la presión de selección baja que se practicó, con la finalidad de mantener a la población más o menos estable y no tener una pérdida considerable de variabilidad genética, y de esta manera tener una respuesta favorable a largo plazo.

Como lo señala Mulamba (1983), que uno de los factores importantes que limita tener una respuesta favorable en la selección es la interacción genotipo-medio ambiente, ya que las condiciones ambientales como las edáficas, aéreas, prácticas culturales, etc., no son las mismas en los lotes en que se practican los sucesivos ciclos de selección. De esta manera podemos analizar en forma resumida el comportamiento de los ciclos de selección de la metodología de SPMH *per se* en la Figura 4.6, a través de las estaciones experimentales donde se formaron los ciclos, podemos observar que los C₁, C₃ y C₅ fueron los que presentaron una respuesta positiva pero donde se notó mayor incremento fue el C₁, haciendo notar que las familias seleccionadas para su formación se realizaron en Torreón, siendo esta localidad un ambiente favorable para que las familias tengan un buen comportamiento al ser evaluadas en Guanajuato, y no así las familias seleccionadas en esta localidad para Tepalcingo (C₂), es importante considerar que las familias seleccionadas en ambientes con altura sobre el nivel del mar mas bajos en este caso Torreón que tiene una altura de 1137 msnm, tienen un mejor comportamiento al ser evaluados en localidades con altura superior que en donde se seleccionaron como lo es en Guanajuato

que tiene una altura de 1754 msnm, donde se evaluó el C₁, pero no así en el caso contrario como lo es el C₂. Lo anterior expuesto puede haber sido la causa de haber tenido estas respuestas en la SFMH.

Otras de las causas pueden ser que en el momento de realizar la selección de los mejores materiales para rendimiento se enfocó más la atención hacia las demás características agronómicas, sobre todo a sanidad de planta (incidencia de fusarium), considerando que estas eran las que nos iban a proporcionar un mejor rendimiento de grano y más sin embargo no fue así, y es por esto también que la incidencia de Fusarium se redujo notablemente en las diferentes densidades y fue la única característica de todas en la que se practicó selección la que tuvo respuesta. Además de otras causas que pueden ser el factor humano es decir el criterio del que realiza la selección y los errores que no pueden ser controlados, como lo marca Claure y Márquez (1984).

Con respecto a los resultados obtenidos para la respuesta a la selección para rendimiento de los ciclos *per se* por la metodología SFHC, en ambas densidades (Cuadro 4.12 y 4.18) la respuesta fue positiva, pero las ganancias genéticas estimadas pueden considerarse como bajas, dado que otros autores bajo esta metodología han obtenido resultados superiores a los presentados en este trabajo, tal es el caso de Moll y Manson (1984) que reportaron una ganancia de 3.5 por ciento por ciclo de selección en la población de maíz Jarvis, también estos autores a su vez reportaron ganancias por ciclo de

selección del 1.4 por ciento, en la población Indian Chief, esta ganancia coincide con la obtenida en la densidad baja (Cuadro 4.12). Singh *et al.* (1985) obtuvieron una ganancia de 4.5 por ciento por ciclo de selección en una población - de maíz de polinización abierta.

Los cambios ocurridos en las demás características agronómicas como puede verse en el Cuadro 4.22, en forma general para las dos densidades donde observamos que se presenta una reducción en los días de floración femenina, altura de planta, acame de tallo, mazorcas podridas; mala cobertura e incidencia de *Fusarium* y un aumento en la floración masculina, altura de mazorca, acame de raíz y mazorcas por cien - plantas.

Como se observó en esta metodología se obtuvieron mejores resultados que la SFMH esto pudo ser debido a que en esta metodología se aplicó una presión de selección más fuerte, por lo que era de esperarse que se obtuviera una mejor - respuesta a la selección.

Como podemos observar en la Figura 4.6 que representa en forma general la respuesta de los ciclos de selección de la metodología SFHC donde apreciamos que la respuesta a - la selección es un tanto constante, por lo tanto tenemos que la respuesta negativa del C₁ fue debida a que en la selección de las familias, a pesar de que la característica principal bajo selección fue rendimiento, se seleccionaron familias - con rendimientos abajo del testigo usado, con la intención - de sacrificar en algo el rendimiento, pero obtener buenas -

características agronómicas favorables, lo anterior es en base al trabajo de Betancourt (1984). En la selección de las familias de hermanos completos para la formación del C₂ se prestó una mayor atención en seleccionar las familias que tuvieran un rendimiento superior al testigo usado, sin descuidar las demás características, es por esto que se obtuvo una respuesta positiva en el ciclo dos, además de seleccionarse en Cd. Guzmán, lo que reporta Cervantes (1985).

Menciona Romero (1987) que las selecciones de familias para formar el C₃ fue en base a rendimiento con el fin de incrementar la frecuencia de genes favorables para este carácter, además que se seleccionaron para bajo frecuencia de mazorcas podridas, pero esta selección no presentó los resultados esperados, ya que la respuesta del C₃ fue negativa pero arriba del C₀, lo que pudo haber sucedido aquí es que el lugar de la selección (Tepalcingo) no fue un lugar propicio para que los resultados se reflejaran en el lugar de evaluación (Guanajuato Torreón), es decir que hubo interacción genotipo-medio ambiente. Para la formación del ciclo cuatro señala Barrios (1986) que se seleccionaron familias, las cuales mostraron un comportamiento agronómico mayor que la media de los grupos usados para su evaluación, destacando en sanidad de mazorca, menor jorrismo y alto rendimiento, en esta selección si se observaron los resultados esperados, ya que la ganancia de este ciclo fue positiva, además de que fue la más alta de los cuatro ciclos de selección.

En forma resumida podemos decir que para la densidad baja la metodología SFHC fue más efectiva que la SFMH para rendimiento (Cuadro 4.12) además también para las características como floración femenina y número de mazorcas podridas. Para la densidad alta tenemos que para rendimiento la SFMH fue mas efectiva que la SFHC, sin embargo la SFHC fue mas eficiente para reducir el acame de tallo, mala cobertura de mazorca e incidencia de Fusarium. En forma general podemos decir que al analizar la respuesta a la selección a través de densidades (Cuadro 4.22) podemos considerar que para mejorar el rendimiento es mas efectiva la SFHC que la SFMH, además también para reducir la floración femenina, altura de planta, acame de tallo, número de mazorcas podridas e incidencia de Fusarium, y aumentar el número de mazorcas por cien plantas, en tanto que la SFMH solo es superior a la SFHC en la respuesta a reducir el acame de raíz y la mala cobertura de mazorca.

Las ganancias por ciclo de selección obtenidas en base a las cruzas de prueba con la población original (LBM), en las dos metodologías las podemos considerar como buenas, ya que por ejemplo Mulamba *et al.* (1983) realizaron cruzas de prueba similares a las muestras, utilizando a la población original BSKCo y reporta ganancias de 0.55 por ciento por ciclo de selección. En forma general podemos referirnos (Cuadro 4.24) al comportamiento de las dos metodologías a través de las densidades, que la SFMH fue mas efectiva para mejorar la cruza varietal que la SFHC, sin embargo la SFHC es mas efectiva

para reducir la altura de planta, altura de mazorca y acame de raíz, que la SFMH, mientras que la SFMH es más efectiva para reducir la mala cobertura y el número de mazorcas podridas y es más eficiente para aumentar el número de mazorcas por cien plantas. Por densidad la SFMH para rendimiento en la densidad baja es mas efectiva que la SFHC y en la densidad alta es mas efectiva la SFHC.

Con respecto a la ganancia por ciclo en base a la línea AN-12 que solo fue evaluada en la densidad baja (Cuadro 4.16) encontramos que se tuvo una ganancia negativa para la SFMH y una ganancia positiva en la SFHC, se pueden considerar como buenas, ya que Mulamba *et al.* (1983) reportan que al realizar cruza de prueba de los ciclos de la población BSK con la línea B73, obtuvo una ganancia de 0.39 por ciento por ciclo de selección. Como observamos (Cuadro 4.16) que la metodología SFHC es más efectiva para mejorar la crusa varietal que la metodología SFMH, sin embargo la SFMH es más efectiva para reducir la floración masculina, acame de raíz, acame de tallo, mazorcas podridas e incidencia de Fusarium.

Correlaciones

De los análisis de correlación realizados con el rendimiento de grano con otras características agronómicas para determinar el grado de asociación que tiene el rendimiento con cada caracter agronómico, los resultados se discuten a continuación, cumpliendo con el tercer objetivo.

Para la *densidad baja* (Cuadro 4.25) en la SFMH *per se* observamos que dos de las características fueron significativas y positivas, como lo son la floración femenina, indicándonos esto que a medida que la floración sea más tardía el rendimiento se incrementará, así como el número de mazorcas por cien plantas, lo que demuestra que es una correlación - deseable para seleccionar plantas que presenten mayor proli-ficidad.

En la cruce de prueba de la SFMH, con la población original (LBM Co), las características floración masculina y número de mazorcas por cien plantas fueron positivas y significativas, siendo ésto de gran interés, ya que si se seleccionan para estos caracteres se tendrá en ciclos posteriores un aumento de mazorcas por planta, y consécuentemente un mayor rendimiento además de presentar una floración más precoz. En esta metodología pero con la cruce de prueba con la línea AN-12 se obtuvo una correlación positiva y significativa en mazorcas por cien plantas, lo cual indica que al seleccionar plantas prolíficas el rendimiento también se incrementará.

Continuando con la densidad baja pero ahora con la SFHC, encontramos que solo se obtuvo un coeficiente negativo y significativo en la SFHC *per se* en la característica altura de mazorca ésta correlación es de gran importancia para el mejoramiento de la población Lucio Blanco a través de la SFHC *per se*, ya que éste es un material de porte enano y al tener una correlación de este tipo permite seleccionar plantas de porte mas bajo, sin tener el temor de ir disminuyendo

el rendimiento y además se conservaría sin ningún problema esta característica del material que se esta mejorando.

En la cruce de prueba de la SFHC con la población original se encontraron correlaciones negativas y significativas en la floración femenina y acame de tallo; en la primera características es deseable ya que permite seleccionar plantas precoces e incrementar al mismo tiempo el rendimiento, para el acame de tallo es importante, ya que se mejoraría el rendimiento sin tener tanta frecuencia de acame de tallo. En la cruce de prueba con la línea AN-12 la SFHC se encontró una correlación postiva y significativa en altura de planta, lo que indica que al tomar esta característica como índice de selección para rendimiento las plantas tenderán a ser mas altas.

En lo que respecta a la densidad alta (Cuadro 4.26), encontramos que en la cruce de prueba con la población original de la SFMH y SFHC se observó una correlación positiva y significativa, para la característica número de mazorcas por cien plantas, lo que nos demuestra que es una correlación deseable para seleccionar plantas que presenten más prolificidad y de esta manera se incrementará el rendimiento, además con ésto se evitará la presencia de plantas jorras, sobre todo al sembrar en densidades altas. Por último en esta misma cruce pero en la SFMH, se obtuvo un coeficiente de correlación negativo y significativo para altura de planta, indicando que al seleccionar para este caracter se reduciría la altura y se ganaría en rendimiento.

Aptitud Combinatoria General y Específica

En lo que se refiere al cuarto objetivo que es la estimación de la ACG y ACE de los ciclos de la SFMH y SFHC, utilizando como probador de amplia base genética a la población original (LBM), que nos determina la ACG y la línea AN-12 - como probador de reducida base genética que nos determina la ACE se presenta lo siguiente.

El comportamiento de las cruzas de prueba para determinar la ACG como se observó en los resultados que en la - SFMH, el ciclo cinco fue el que presentó la mejor ACG en las diferentes densidades, y en la SFHC el ciclo uno obtuvo mejor ACG en la densidad baja y combinado, en la densidad alta fue el ciclo cuatro, demostrando así que estos ciclos tienen mayor capacidad para capitalizar los efectos aditivos (Sprague y Tatum 1942), por lo tanto estos ciclos se pueden utilizar como fuentes de líneas en programas de hibridación.

En la cruza de prueba con la línea AN-12 para estimar la ACE, en la densidad baja, en la SFMH, el ciclo que mostró mejor ACE fue el C₅ y en la SFHC fue el C₁, presentándose - aquí en esta metodología una tendencia más definida de ir mejorando la ACE conforme se avanzan los ciclos de selección, siendo esto debido a la metodología de hermanos completos con pedigree que permite determinar la aptitud combinatoria. Además que estos ciclos de las dos metodologías que tuvieron una mayor capacidad para capitalizar los efectos de dominancia, epístasis e interacciones (Sprague y Tatum 1942).

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos señalados y los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

En los dos métodos de mejoramiento de SFMH y SFHC se presentaron diferencias en las ganancias genéticas, esto se debe al diferente grado de eficiencia de los métodos de selección.

El método más efectivo para el carácter rendimiento evaluado en forma *per se*, en la densidad baja fue la SFHC, - obteniendo un incremento de 1,34 por ciento por ciclo de selección, en la densidad alta fue la SFMH obteniendo un incremento de 1.25 por ciento por ciclo, y al conjuntar las dos densidades la SFHC fue lo más eficiente con una ganancia por ciclo de 2.68 por ciento.

El método más efectivo para mejorar la cruce varietal con la población original (LBM) en la densidad baja la SFMH fue la más efectiva con una ganancia de 1.84 por ciento por ciclo (significativo al 0,05 de probabilidad), para la densidad alta fue la SFHC con un incremento de 1.08 por ciento por ciclo, y al conjuntar las dos densidades fue la SFMH con una ganancia por ciclo de 1.34 por ciento.

Para mejorar la cruce con la línea AN-12 el método más eficiente fue la SFHC con un incremento de 1.67 por ciento (significativo al 0.05 de probabilidad).

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos señalados y los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

En los dos métodos de mejoramiento de SFMH y SFHC se presentaron diferencias en las ganancias genéticas, esto se debe al diferente grado de eficiencia de los métodos de selección.

El método más efectivo para el carácter rendimiento evaluado en forma *per se*, en la densidad baja fue la SFHC, - obteniendo un incremento de 1,34 por ciento por ciclo de selección, en la densidad alta fue la SFMH obteniendo un incremento de 1,25 por ciento por ciclo, y al conjuntar las dos densidades la SFHC fue lo más eficiente con una ganancia por ciclo de 2.68 por ciento.

El método más efectivo para mejorar la crusa varietal con la población original (LBM) en la densidad baja la SFMH fue la mas efectiva con una ganancia de 1.84 por ciento por ciclo (significativo al 0.05 de probabilidad), para la densidad alta fue la SFHC con un incremento de 1.08 por ciento por ciclo, y al conjuntar las dos densidades fue la SFMH con una ganancia por ciclo de 1.34 por ciento.

Para mejorar la crusa con la línea AN-12 el método más eficiente fue la SFHC con un incremento de 1.67 por ciento (significativo al 0.05 de probabilidad).

En las dos metodologías se mostraron cambios importantes en las demás características agronómicas, debido esto a los efectos de la selección practicada, el cambio más marcado y constante a través de los dos métodos evaluados en forma *per se* y con sus cruzas de prueba, fue la reducción de la incidencia de *Fusarium spp.*

Las correlaciones significativas más importantes registradas en la densidad baja fueron las siguientes; en la SFMH *per se* y en las cruzas CnxCo y CnxAN-12 se obtuvieron correlaciones de $r = 0.812^*$, $r = 0.877^{**}$ y $r = 0.774$ respectivamente en la característica mazorcas por cien plantas. En la SFHC *per se* se presentó una correlación de $r = 0.941^{**}$ en altura de mazorca, en la cruce CnxCo se encontraron correlaciones con valores de $r = 0.824^*$ y $r = -0.893^*$ en floración femenina y acame de tallo respectivamente, y en la cruce CnxAN-12 fue en la altura de planta con un valor de $r = 0.891^*$.

Las correlaciones registradas en la densidad alta fueron; para la SFMH en la cruce CnxCo se registraron valores de $r = -0.836^*$ y $r = 0.824^*$ en altura de planta y mazorcas por cien plantas respectivamente. En la SFHC en la cruce CnxCo fue en la característica mazorcas por cien plantas con un valor de $r = 0.931^{**}$.

Los ciclos de selección que presentaron los efectos de ACG más altos fueron para las dos densidades y a través de ellas en la SFMH el ciclo cinco con valores de 0.435, 0.305 y 0.370 respectivamente. Para la SFHC en la densidad baja y a través de densidades fue el ciclo uno con valores de ACG de -

0.425 y 0.501 respectivamente, y en la densidad alta fue el ciclo cuatro con un valor de 0.619.

Los ciclos de selección que mostraron los efectos de ACE mas altos en la densidad baja, para la SFMH fue el ciclo tres con un valor de 0.337 y en la SFHC el ciclo cuatro fue el mejor con un valor de 0.728.

7. RESUMEN

De la población de maíz Lucio Blanco Mejorado (LBM) se derivaron cinco y cuatro ciclos de selección por las metodologías de selección de familias de medios hermanos (SFMH) y selección de familias de hermanos completos (SFHC) respectivamente. Con estos ciclos se realizaron cruzas de prueba con la población original LBM Co y con la línea AN-12.

El propósito del presente trabajo de investigación fue la de estimar en las poblaciones las ganancias y cambios ocurridos en el resto de las características agronómicas por la selección, realizar análisis de correlación del rendimiento con las demás características agronómicas para determinar el grado de asociación que tiene el rendimiento con cada carácter agronómico y estimar la aptitud combinatoria general y específica de las diferentes subpoblaciones a través de las cruzas de prueba.

La evaluación se realizó durante el ciclo Primavera-Verano de 1987 en Celaya, Gto., Durango, Dgo., Derramadero y Torreón, Coah., utilizando dos densidades de siembra baja - 60,000 y alta 120,000 plantas por hectárea, analizándolos en un diseño de bloques al azar.

Los resultados obtenidos indican en forma general que el método más efectivo para el carácter rendimiento evaluado en forma *per se*, en la densidad baja fue la SFHC, obteniendo un incremento de 1.34 por ciento por ciclo de selección

en la densidad alta fue la SFMH obteniendo una ganancia de - 1.25 por ciento, al conjuntar las dos densidades la SFHC fue la mas eficiente con 2.68 por ciento. El método mas efectivo para mejorar la crusa con la población original en la densidad baja fue la SFMH con 1.84 por ciento, siendo este significativo al 0.05 de probabilidad, en la densidad alta la SFHC es la mas efectiva, con una ganancia por ciclo de 1.08 por ciento y a través de densidades fue la SFMH con una ganancia de 1.34 - por ciento. En la crusa con la línea AN-12 el método mas eficiente fue la SFHC con un incremento de 1.67 por ciento (significativo al 0.05 de probabilidad).

En las dos metodologías se presentaron cambios importantes en las demás características agronómicas, el cambio - más marcado y constante a través de los dos métodos fue la - reducción de la incidencia de *Fusarium spp.*

La correlación más importante se registró en la SFMH que fue la de rendimiento con mazorcas por cien plantas, - siendo ésta de gran interés, ya que es una correlación deseable para seleccionar plantas prolíficas y de esta manera incrementar el rendimiento.

Los ciclos de selección que presentaron los efectos de ACG más altos fueron para las dos densidades y a través de ellas en la SFMH el ciclo cinco con valores de 0.435, - 0.305 y 0.370 respectivamente. Para la SFHC en la densidad baja y a través de densidades fue el ciclo uno con valores de ACG de 0.425 y 0.501 respectivamente, y en la densidad - alta fue el ciclo cuatro con un valor de 0.619.

Los ciclos de selección que mostraron los efectos de ACE mas altos en la densidad baja, para la SFMH fue el ciclo tres con un valor de 0.337 y en la SFHC el ciclo cuatro fue el mejor con un valor de 0.728, observándose aquí en esta metodología una tendencia más definida al ir mejorando la ACE conforme se avanza en los ciclos de selección.

8. LITERATURA CITADA

- Barrios U., L.A. 1986. Selección recurrente por hermanos completos en una población superenana de maíz (*Zea mays* L.) evaluación del C₄ y formación del C₅. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 66 p.
- Betancourt C., R. 1984. Selección recurrente de familias de hermanos completos de una población superenana de maíz [*Zea mays* L.]. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo Coahuila, México. 39 p.
- Burton, J.W.; L.H. Penny.; A.R. Hallauer and S.A. Eberhart. 1971. Evaluation of synthetic populations developed from a maize variety (BSK) by two methods of recurrent selection. *Crop Sci.* 11 (3) 361-365. United States of America.
- Carangal, V.R. 1971. Maize production in the Philippines. *Proclst. Maize Workshop.* p. 9-11. El Batán, México.
- Carangal, V.R.; S.M. Ali.; A.F. Koble; E.H. Rinke and J.C.. Sentz. 1971. Comparison of S₁ with testcross evaluation for recurrent selection in maize. *Crop Sci.* 11 (5): 658-661. United States of America.
- Caviedes C., M.A.; Carballo Q.; T.A. Kato Y. y E. Villegas M. 1983. Correlaciones fenotípicas entre rendimiento y contenidos de proteínas, triptófano y zeína, en familias de medios hermanos de maíz (*Zea mays* L.) Opaco-2 modificado. *Agrociencia.* 54: 101-110. México.
- Cervantes L., J. 1985. Selección recurrente por hermanos completos en una población superenana de maíz (*Zea mays* L.) II evaluación del ciclo uno. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Chávez, A., J.L. y E. López P. 1987. Apuntes de mejoramiento de plantas II. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 158 p.
- Claure I., T. y F. Márquez S. 1984. Mejoramiento del maíz en Bolivia por selección masal y selección combinada de medios hermanos. *Agrociencia.* 58: 191-203. México.

- Compton, S.A., and R.E. Comstock, 1976. More on modified - ear-to-row selection in corn. Crop Sci. 16: 122. United States of America.
- Compton, W.A. and J.H. Lonquist. 1982. A multiplicative selection index applied to four cycles of full-sib recurrent selection in maize. Crop Sci. 22 (5): 981-983. United States of America.
- De la Loma, J.L. 1980. Experimentación Agrícola. 2a. Ed. - UTEHA, México. p. 147-150.
- Eberhart, S.A. 1964. Least squares method for comparing - progress among recurrent selection methods. Crop Sci. 4: 230-231. United States of America.
- Fischer K., S.; E. Johnson C. y G Edmeades G. 1984. Mejora miento y selección de maíz tropical para incrementar la resistencia a la sequía. CIMMYT. El Batán, Méxi co. 78 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. 2a. Edición UNAM. México.
- García G., J.C. y F. Márquez S. 1984. Comparación de tres - técnicas de selección masal en un compuesto precoz de maíz. Agrociencia. 58: 45-58. México.
- Gómez G., J.R. 1983. Formación de estudiantes a nivel maes- tría y licenciatura para selección recurrente en una variedad de maíz superenano para la obtención de va- riedades e híbridos a corto, mediano y largo plazo. Instituto Mexicano del Maíz (publicación interna). Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". 38 p.
- Goulas, C.K., and J.H. Lonquist. 1976. Combined half-sib and S₁ family selection in a maize composite popula- tion. Crop. Sci. 16: 461-464. United States of Ame- rica.
- Hallauer, A.R. and J.B. Miranda, FO. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press Ames. United States of America. 468 p.
- Hernández M., L. 1986. Selección recurrente de hermanos com- pletos en la población de maíz tropical (*Zea mays* L.) complejo 24.I. Estimación de parámetros genéticos. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria - "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 88 p.
- Hopkins, C.G. 1898. The chemistry of the corn kernel. 111 - Agr. Exp. Sta. Bul. 53.

- 1899a. Improvement in the chemical composition of the corn kernel. 111. Agr. Exp. Sta. Bul. 55 p.
- 1899b. Improvement in the chemical composition of the corn kernel. Amer. Chem. Soc. 21: 1039-1057.
1902. Methods of corn breeding. 111. Agr. - Exp. Sta. Bul. 82.
- Hopkins, C.G.; Smith, L.H., and E.M. East. 1903. The structure of the corn kernel and the composition of its different parts. 111. Agr. Exp. Sta. Bul. 87.
1907. Directions for the breeding of corn, including methods for the prevention of inbreeding. 111. Agr. Exp. Sta. Bul. 100.
- Horner, E.S.; H.W. Lundy.; M.C. Lutrick and W.H. Chapman. 1973. Comparison of three methods of recurrent selection in maize. Crop Sci. 13 (4): 485-489. United States of America.
- Ibarra J., L. 1983. Selección familiar de hermanos completos en el compuesto interracial precoz de altura de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 96 p.
- Johnson, E.C. 1977. Sistemas rápidos de fitomejoramiento - para crear variedades con alta calidad proteínica. Maíz de alta calidad proteínica. CIMMYT-Purdue. Ed. Limusa, México. p. 80.
- Johnson, E.C., K.S. Fischer., G.O. Edmeades and A.F. Palmer. 1986. Recurrent selection for reduced plant height in lowland tropical maize. Crop Sci. 26 (2): 253-260. United States of America.
- Jugenheimer, R.W. 1976. Maíz variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Traducción al español por Rodolfo Piña García. 1a. Ed. Limusa, México, p. 122-128.
- Lonnquist, J.H. 1964. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. Crop Sci. 4 (2): 277-228. United States of America.
- Lonnquist, J.H. and N.E. Williams. 1967. Development of - maize hybrids through selection among full-sib families. Crop Sci. 7 (4): 369-370. United States of - America.

- Luna F., M.; E. Zerpa F.; R. Ortega P. y H.H. Angeles A. 1985. Mejoramiento Genético del Maíz Lagunero de tres meses. *Fitotecnia*. 7: 30-32. México.
- Martín, M.J., and W.A. Russell. 1984. Correlated responses of yield and other agronomic traits to recurrent selection for stalk quality in a maize synthetic. *Crop Sci.* 24 (4): 746-750. United States of America.
- Mather, K. 1949. *Biometrical Genetics*. Methuen. London.
- Mock, J.J. and A.A. Bakri. 1976. Recurrent selection for cold tolerance in maize. *Crop Sci.* 16: 230-233. United States of America.
- Molina G., J.D. 1979. Selection familiar de progenies auto fecundadas. *Agrociencia*. 37: 131-138. México.
- Moll, R.H. and C.W. Stuber. 1971. Comparisons of response to alternative selection procedures initiated with two populations of maize (*Zea mays* L). *Crop. Sci.* 11 (5): 706-711. United States of America.
- Moll, R.H. and W.D. Hanson. 1984. Comparisons of effects of intrapopulation vs. interpopulation selection in maize. *Crop Sci.* 24 (6): 1047-1052. United States of America.
- Muchena, S.C.; C.O. Grogan and A.D. Violic 1974. The effect of recurrent selection for reduction of plant and ear height internode pattern in two tropical maize. (*Zea mays* L.) populations. *C.J. Plant Sci.* 59 (1): 143-146. United States of America.
- Mulamba, N.N.; A.R. Hallauer and O.S. Smith. 1983. Recurrent selection for grain yield in a maize population. *Crop. Sci.* 23 (3): 536-540. United States of America.
- Ortíz C., J.; L.E. Mendoza O. y V.A. González H. 1984. Cambios en las características morfológicas y fisiológicas de maíz por efecto de la selección *in situ* y rotativa basada en el rendimiento de grano. *Agrociencia*. 58: 153-163. México.
- Paterniani, E. 1967. Selection among and within half sib families in a Brazilian population of maize (*Zea mays* L.) *Crop. Sci.* 7 (3) 212-215. United States of America.
- Rendón P., E. y J. Molina G. 1974. Efecto de la selección masal para peso de mazorca sobre caracteres determinantes del rendimiento de grano en maíz (*Zea mays* L.) *Agrociencia* 6: 59-74. México.

- Reyes C., P. 1981. Diseño de experimentos aplicados. 2a. Ed. Trillas, México. p. 109-112.
- Rivera G., J.A.; J. Molina G. y L. Bucio A. 1972. Efecto de la selección masal para altura de mazorca sobre otros caracteres en dos variedades de maíz. Análisis fenotípico Agrociencia. 8: 29-40. México.
- Romero D., J.N. 1987. Selección recurrente por hermanos completos con pedigree en una población superenana de maíz (*Zea mays* L.) evaluación del C₃ y formación del C₄. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 53 p.
- Russell, W.A. and V.A. Vega. 1972. An evaluation of five - cycles of recurrent selection for specific combining ability in two maize populations. Ames. Soc. Agron. Abs. 18. United States of America.
- Sahagun C., J. 1983. Comparación teórica de las eficiencias de dos técnicas de selección masal. Fitotecnia. 5: 43-57. México.
- Singh, M.; A.S. Khehra and B.S. Dhillon. 1986. Direct and correlated response to recurrent full-sib selection for prolificacy in maize. Crop Sci. 26 (2): 275-278. United States of America.
- Smith, L.H. 1908. Ten generations of corn breeding. 111. Agr. Exp. Sta. Bul. 128.
- Smith, O.S. 1979a. A model for evaluating progress from recurrent selection. Crop Sci. 19 (2): 223-226. - United States of America.
- _____ 1979b. Application of a modified diallel analysis to evaluate recurrent selection for grain yield in maize. Crop Sci. 19 (6): 819-822. United States of America.
- _____ 1983. Evaluation of recurrent selection in BSSS BSCB1, and BS13 maize populations. Crop Sci 23 (1): 35-40. United States of America.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1985. Bioestadística. Principios y procedimientos. Traducción al español por Ricardo Martínez C., 2a. Ed. Mc Graw-Hill. Latinoamericana, S.A. Bogotá, Colombia. 621 p.
- Sprague, G.F. and L.A. Tatum. 1942. General vs specific - combining ability in single crosses of corn. Agron. J. 34: 923-932. United States of America.

- Vallejo D., H.L. y F. Márquez S. 1984. Comparación de dos esquemas de mejoramiento para adaptabilidad bajo selección masal en la variedad de maíz (*Zea mays* L.) Agrociencia. 58: 29-43. México.
- Velásquez M., R.R.; A. Muñoz O.; H.S. Córdova y A. Martínez G. 1983. Híbridos simples entre familias de hermanos completos de diferentes poblaciones de maíz - (*Zea mays* L.) Agrociencia. 53: 109-119. México.
- Velásquez R., R., H. Córdova S. y F. Poey D. 1977. Formación de híbridos a partir de familias de hermanos completos provenientes de diferentes poblaciones de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Maestría. U.A.Ch. Chapingo, - México. 98 p.
- Venegas S., H. 1985. Selección de hermanos completos derivados de las mejores familias de la población de amplia base genética precoz (PABGP). CAEJAL-CIAB-INIFAP. SARH. Congreso de SOMEFI. México.
- Webel, O.D. and J.H. Lonquist 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn - (*Zea mays* L.). Crop Sci. 7 (6): 651-655. United States of America.
- Widstrom, N.W.; W.J. Wiser and L.F. Bauman. 1970. Recurrent selection in maize for earworm resistance. Crop Sci. 10 (6): 674-676. United States of America.

- Vallejo D., H.L. y F. Márquez S. 1984. Comparación de dos esquemas de mejoramiento para adaptabilidad bajo selección masal en la variedad de maíz (*Zea mays* L.) Agrociencia. 58: 29-43. México.
- Velásquez M., R.R.; A. Muñoz O.; H.S. Córdova y A. Martínez G. 1983. Híbridos simples entre familias de hermanos completos de diferentes poblaciones de maíz - (*Zea mays* L.) Agrociencia. 53: 109-119. México.
- Velásquez R., R., H. Córdova S. y F. Poey D. 1977. Formación de híbridos a partir de familias de hermanos completos provenientes de diferentes poblaciones de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Maestría. U.A.Ch. Chapingo, - México. 98 p.
- Venegas S., H. 1985. Selección de hermanos completos derivados de las mejores familias de la población de amplia base genética precoz (PABGP). CAEJAL-CIAB-INIFAP. SARH. Congreso de SOMEFI. México.
- Webel, O.D. and J.H. Lonquist 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn - (*Zea mays* L.). Crop Sci. 7 (6): 651-655. United States of America.
- Widstrom, N.W.; W.J. Wiser and L.F. Bauman. 1970. Recurrent selection in maize for earworm resistance. Crop Sci. 10 (6): 674-676. United States of America.