

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



RESPUESTA A LA SELECCION MASAL ESTRATIFICADA
BAJO DOS CRITERIOS EN LA POBLACION US/B
DE SORGO (Sorghum bicolor (L.) Moench).
MARIN, N. L. 1986.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

GUSTAVO GARCIA PIÑEYRO

MARIN, N. L.

JUNIO DE 1988.

T

SB235

G37

c.1

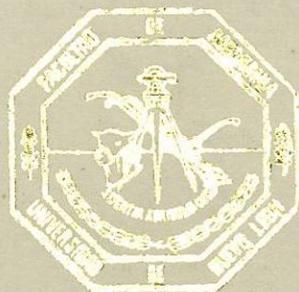
FE DE ERRATAS



1080062382

Pág.	Párrafo	Dice	Debe decir
62	1er.	El criterio de selección visual redujo más intensamente la varian <u>z</u> a fenotípica en los caract <u>er</u> es que incluyó en su selección (altura de planta, rendimiento biológico).	El criterio de selección visual redujo más intensamente la varian <u>z</u> a fenotípica en uno de los caracteres que incluyó en su selección, siendo éste la altura de planta.
62	2do.	El criterio de selección por rendimiento de grano redujo la varian <u>z</u> a fenotípica en los caracteres en los cuales va inmerso el rendimiento de grano y son: rendimiento de grano e índice de cosecha.	El criterio de selección por rendimiento de grano redujo la varian <u>z</u> a fenotípica en el carácter en el cual va inmerso el rendimiento de grano, siendo este el índice de cosecha.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



RESPUESTA A LA SELECCION MASAL ESTRATIFICADA
BAJO DOS CRITERIOS EN LA POBLACION US/B
DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).
MARIN, N. L. 1986.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

GUSTAVO GARCIA PIÑEYRO

MARIN, N. L.

JUNIO DE 1988.

07864

T
SB 235
937



040.673
FA8
198
C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

RESPUESTA A LA SELECCION MASAL ESTRATIFICADA BAJO
DOS CRITERIOS EN LA POBLACION US/B DE SORGO
(Sorghum bicolor (L.) Moench). MARIN, N.L. 1986 .

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

GUSTAVO GARCIA PIÑEYRO

MARIN, N.L.

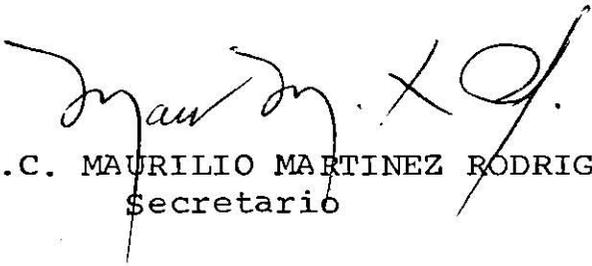
JUNIO DE 1988.

ESTA TESIS FUE REALIZADA EN EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE MAIZ, FRIJOL Y SORGO, CIA-FAUANL (CENTRO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON); HA SIDO APROBADA POR EL COMITE SUPERVISOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR EL GRADO DE:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMITE SUPERVISOR DE TESIS


ING. M.C. LEONEL ROMERO HERRERA
Presidente


ING. M.C. MAURILIO MARTINEZ RODRIGUEZ
Secretario

DR. CIRO G.S. VALDES LOZANO
Vocal

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

SR. MARTIN GARCIA ESQUIVEL

SRA. HIDA A. PIÑEYRO DE GARCIA

Por todo lo mejor de ustedes que me han brindado a través de mi existencia, por el cariño, comprensión y dedicación que me han dado, por el grandísimo esfuerzo realizado por ambos para darme el estudio y así poder llegar a ser lo que soy. Espero que las lágrimas y el sudor derramado, pueda algún día llegar a corresponderles.

MUCHAS GRACIAS.

A MIS HERMANOS:

HILDA

MARTIN

JAVIER

HECTOR

Les agradezco todo lo bueno y malo que hemos vivido juntos, por su grandiosa ayuda brinda da cuando más la necesite.

A TODA MI FAMILIA, ESPECIALMENTE
A MIS TIOS:

SRITA. ALMA ROSA PIÑEYRO P.

SR. VICTOR M. PIÑEYRO P.

Por su desinteresada ayuda, gran apoyo brindado y a los consejos que me han dado.

A MIS PADRINOS:

SRA. LOURDES DE HOYOS DE PIÑEYRO

DR. ERNESTO C. PIÑEYRO P.

Por transmitirme el entusiasmo a concluir mis estudios, a seguir adelante en la preparación profesional y sobre todo por ser mis padrinos y tíos a la vez.

MUCHAS GRACIAS.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:

GERARDO ALVARADO RAMIREZ

J. ALFREDO AYALA AGUIRRE

SUSANA GARCIA DIAZ

FRANCISCO ENRIQUE GONZALEZ CANTU

ALFREDO LEOS MORENO

PRIMITIVO ROBLEDO TORRES

J. ABEL ZAVALA ALVAREZ

Por los momentos de nerviosismo y tensión que hemos vivido todo este tiempo de estudiantes, así como los descontentos y alegrías; muchas gracias, por todo lo que he aprendido de ustedes.

A TI SUSANA:

Por tu inmensa gratitud, paciencia y cariño que me has tenido a lo largo de todo este tiempo que hemos pasado juntos.

MUCHAS GRACIAS.

AGRADECIMIENTOS

AL ING. M.C. LEONEL ROMERO HERRERA:

Mi mas sincero agradecimiento por su ayuda desinteresada, sus consejos y valiosa cooperación en la dirección de este trabajo.

AL ING. M.C. MAURILIO MARTINEZ RODRIGUEZ:

Por la ayuda y la colaboración brindada para la realización en el presente trabajo.

AL DR. CIRO G.S. VALDES LOZANO:

Por su colaboración y asesoramiento otorgados en el presente escrito.

POR SU AYUDA Y AMISTAD

MUCHAS GRACIAS

AL PERSONAL QUE LABORA EN EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE
MAIZ, FRIJOL Y SORGO:

Por su amistad y ayuda brindada en la realización
de esta tesis, como de la misma forma lo han brinda
do hasta ahora: Saúl, Jesús C., Jesús P., Omar,
Marco, José I., a los compañeros de jornada:
J. Molina, Jacinto, José B., Alejo, Rogelio,
Emilio, Isidro, Paz, Servando y Bane.

A TODO EL PERSONAL QUE LABORA EN LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE
LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON.

A LA SRA. MARIA ELENA GARCIA G.

Por su ayuda en la mecanografía del presente trabajo.

I N D I C E

	PAGINA
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
Poblaciones recombinantes de sorgo.....	3
Formación de una población de apareamiento aleatorio.....	4
Respuesta a la selección.....	6
Selección masal.....	9
Selección masal en alógamas.....	11
Selección masal en autógamias.....	13
Selección masal en sorgo.....	16
MATERIALES Y METODOS.....	25
Localidad de prueba.....	25
Materiales.....	26
Material genético.....	26
Métodos.....	27
Procedimiento experimental.....	27
RESULTADOS.....	35
Análisis de varianza y comparación estadística de medias.....	35
Avances por selección.....	40

	PAGINA
Variabilidad fenotípica.....	45
Correlaciones fenotípicas.....	47
DISCUSION.....	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
RESUMEN.....	63
SUMMARY.....	65
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	67
APENDICE.....	76

CUADRO

PAGINA

1	Medias de días a floración, altura de planta y rendimiento de grano de las progenies S ₁ de ciclos diferentes, y avances por ciclo de selección para rendimiento de grano en dos poblaciones de selección recurrente. ICRISAT...	19
2	Ganancias obtenidas para tres caracteres después de 10 ciclos de selección masal.....	20
3	Resumen de los análisis de varianza para siete caracteres. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	36
4	Comparación estadística de promedios del carácter altura de planta. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	37
5	Comparación estadística de promedios del carácter longitud de espiga. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	37
6	Comparación estadística de promedios del carácter longitud de panícula. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	39
7	Comparación estadística de promedios del carácter días a madurez fisiológica. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	39

FIGURA

1

1	Medias de días a floración, altura de planta y rendimiento de grano de las progenies S ₁ de ciclos diferentes, y avances por ciclo de selección para rendimiento de grano en dos poblaciones de selección recurrente. ICRISAT...	19
2	Ganancias obtenidas para tres caracteres después de 10 ciclos de selección masal.....	20
3	Resumen de los análisis de varianza para siete caracteres. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	36
4	Comparación estadística de promedios del carácter altura de planta. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	37
5	Comparación estadística de promedios del carácter longitud de espiga. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	37
6	Comparación estadística de promedios del carácter longitud de panícula. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	39
7	Comparación estadística de promedios del carácter días a madurez fisiológica. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	39

CUADRO

PAGINA

8	Comparación estadística de promedios del carácter rendimiento biológico. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	41
9	Comparación estadística de promedios del carácter rendimiento económico. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	41
10	Comparación estadística de promedios del carácter índice de cosecha. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	42
11	Promedios poblacionales de siete caracteres y avances por selección (%). Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	44
12	Varianza fenotípica para siete caracteres de las poblaciones C ₀ , C ₁₁ y C ₁₂ . Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	46

FIGURA

1	Croquis del experimento. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	32
2	Respuesta gráfica de valores de correlación (r) entre siete caracteres en tres poblaciones de sorgo. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	48

INDICE DE APENDICE

CUADRO		PAGINA
1	Reporte climático mensual de Enero a Diciembre de 1986 en la Estación Meteorológica de la FAUANL. Marín, N.L.....	77
2	Análisis de varianza para el carácter altura de planta. Respuesta a la selección masal es tratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	78
3	Análisis de varianza para el carácter longitud de excersión. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	78
4	Análisis de varianza para el carácter longitud de panícula. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	79
5	Análisis de varianza para el carácter días a madurez fisiológica. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	79
6	Análisis de varianza para el carácter rendimiento biológico. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	80
7	Análisis de varianza para el carácter rendimiento económico. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	80

8	Análisis de varianza para el carácter índice de cosecha. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	81
9	Correlaciones fenotípicas encontradas para los siete caracteres bajo estudio, en la población C ₀ . Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	82
10	Correlaciones fenotípicas encontradas para los siete caracteres bajo estudio, en la población C ₁₁ . Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	83
11	Correlaciones fenotípicas encontradas para los siete caracteres bajo estudio, en la población C ₁₂ . Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	84
12	Estadísticos poblacionales de los caracteres analizados para las poblaciones C ₀ , C ₁₁ y C ₁₂ . Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.....	85

FIGURA

1	Distribución de frecuencias para el carácter altura de planta de la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C ₁₁ y C ₁₂	86
---	---	----

2	Distribución de frecuencias para el carácter longitud de excersión de la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C ₁₁ y C ₁₂	87
3	Distribución de frecuencias para el carácter longitud de panícula de la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C ₁₁ y C ₁₂	88
4	Distribución de frecuencias para el carácter días a madurez fisiológica de la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C ₁₁ y C ₁₂	89
5	Distribución de frecuencias para el carácter rendimiento biológico de la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C ₁₁ y C ₁₂	90
6	Distribución de frecuencias para el carácter rendimiento económico de la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C ₁₁ y C ₁₂	91
7	Distribución de frecuencias para el carácter índice de cosecha de la población US/B de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C ₁₁ y C ₁₂	92

INTRODUCCION

La diversidad amplia de condiciones ambientales predominantes en México trae consigo la necesidad de tener una cantidad grande de genotipos; esto es debido a que es más sencillo adaptar un genotipo a una zona específica, que lograr que este genotipo tenga una adaptabilidad muy extensa. Por esto es necesario el constante mejoramiento del cultivo del sorgo en el país, ya que cada día se requieren de genotipos nuevos.

Uno de los métodos para lograr el mejoramiento genético del sorgo es la selección masal modificada; este método es uno de los más antiguos y sencillos que existen, lográndose avances considerables en cuanto a encontrar genotipos adaptables, genotipos tolerables a plagas y enfermedades, así como la homogenización de caracteres fenotípicos, tales como altura de planta, color de grano, etc.

Molina (1978) menciona que la selección masal modificada resulta muy sencilla en su variante, selección visual, con la cual los agricultores, con el conocimiento mínimo de la técnica, pueden seleccionar plantas en su lote de producción para el carácter que deseen modificar y llegar a obtener a través del tiempo avances genéticos; otra de las razones y primordial es que el productor no tenga la necesidad de invertir ciclo tras

ciclo en el insumo de semilla, que generalmente lo rige la oferta y la demanda del producto.

El uso de poblaciones recombinantes de sorgo es con la finalidad de mantener variabilidad genética o generar la misma para poder llevar a cabo el mejoramiento genético; es por esto que se planteó este trabajo, con los objetivos siguientes:

1. Aplicar dos criterios de selección para evaluar sus ventajas en la selección masal.
2. Detectar si a través de la selección masal estratificada se puede avanzar en la población US/B de sorgo granífero; para el rendimiento económico y otros caracteres agronómicos.
3. Comparar el potencial de las poblaciones mejoradas en relación a las variedades comerciales.

Las hipótesis experimentales planteadas se enuncian enseguida:

1. Existe diferencia entre los criterios de selección.
2. Existe diferencia entre las poblaciones mejoradas y la población original.
3. Las poblaciones mejoradas superarán a los testigos comerciales.

LITERATURA REVISADA

Poblaciones recombinantes de sorgo

Las poblaciones de apareamiento al azar de sorgo son una expectativa útil para el desarrollo de nuevas líneas endogámicas (Eberhart (1972) y Ross (1980) citados por Lothrop, et al., 1985 b). Estas líneas pueden servir como progenitores para la producción de sorgos híbridos y para impulsar el mejoramiento de poblaciones (Lothrop, et al., 1985 b).

Para llegar a constituir una población de apareamiento aleatorio de sorgo se utiliza la esterilidad masculina, ya sea genética o citoplasmática, y con la ayuda de la selección recurrente se logra la incorporación de esta característica. Los genes que más se utilizan en la androesterilidad genética son el ms_3 y ms_7 . El desarrollo de una población implica tres pasos: selección de progenitores, incorporación de la esterilidad genética masculina en los progenitores y apareamiento al azar o entre cruzamiento (Bhola, 1981).

La elección de progenitores depende de los objetivos de mejoramiento, ya sea rendimiento de grano, resistencia a enfermedades y plagas, calidad de grano; además, se deben incluir líneas con estos caracteres pero adaptadas a una región específica. Los parámetros de la población, como la media y la varian-

za, son determinados por el número de progenitores incluidos en su formación, de esta manera se puede tener dos tipos de poblaciones:

- i. La resultante de una cantidad grande de progenitores, originándose una población de base ancha, con varianza genética alta y medias relativamente bajas.
- ii. Las poblaciones de base estrecha, con medias altas y moderada variabilidad genética, originadas de pocos progenitores (Bhola, 1981).

Las poblaciones pueden ser de reacción B o R, en donde se tienen por objetivos:

- i. Retener la diversidad genética disponible en forma de una poza génica.
- ii. Dar origen a combinaciones genéticas nuevas, para después derivar líneas con genes superiores que pueden servir como progenitores de híbridos o formadores de variedades (Doggett (1970), citado por Martínez, et al., 1983).

Formación de una población de apareamiento aleatorio

El proceso de formación de una población de apareamiento aleatorio consiste en:

- i. Tomar de 100 a 200 variedades de adaptación y rendimiento buenas.
- ii. Cada variedad se cruza individualmente con la fuente ms_3 .
- iii. En forma separada se siembra la generación F_1 de cada una.
- iv. Se toma igual cantidad de semilla de la F_1 de cada cruce y se mezcla mecánicamente.
- v. La mezcla se siembra dejándola recombinarse por tres generaciones, tomando de cada una de ellas sólo las panículas androestériles, con un mínimo de selección que reduciría únicamente a los individuos inferiores. Únicamente se cosechan las plantas androestériles (Doggett (1970), citado por Martínez, et al., 1983).

Durante las recombinaciones se espera un cambio en las frecuencias genotípicas que serán:

- Primer ciclo de recombinación. Se mezclan semillas F_2 y la proporción teórica de plantas en este ciclo serán:

$$\begin{array}{ccccc}
 1 & Ms_3 & Ms_3 & : & 2 & Ms_3 & ms_3 & : & 1 & ms_3 & ms_3 \\
 & & & & & & & & & & \\
 & & (25\%) & & & & (50\%) & & & & (25\%)
 \end{array}$$

- Segundo ciclo de recombinación:

$Ms_3 ms_3$

(75%)

$ms_3 ms_3$

(25%)

- Tercer ciclo de recombinación:

$Ms_3 ms_3$

(50%)

$ms_3 ms_3$

(50%)

Respuesta a la selección

Cuando las frecuencias génicas de una población son encauzadas artificialmente hacia un sentido, basta por consiguiente conocer la magnitud de la respuesta a la selección mediante las diferencias de las medias fenotípicas generadas a través de varios ciclos de selección para un carácter determinado. Falconer (1964) denomina a este cambio "avance genético" o "respuesta a la selección".

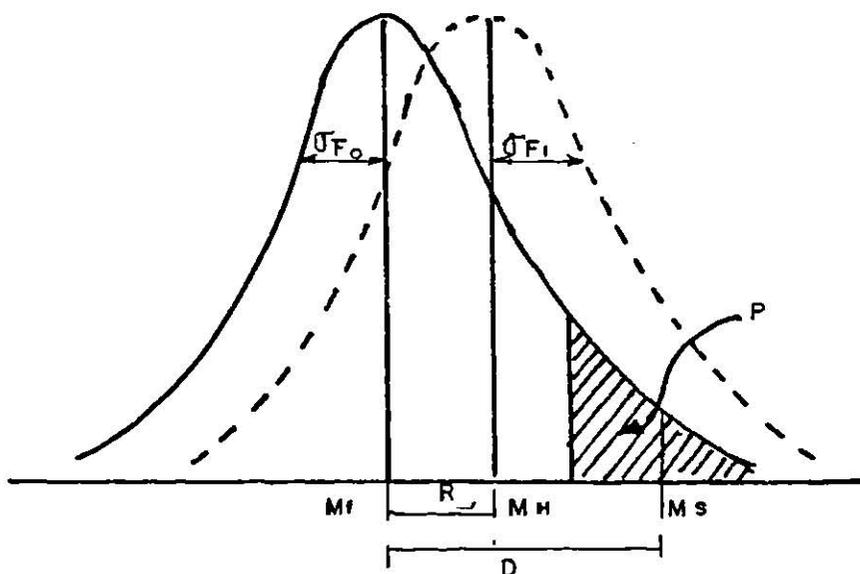
La magnitud del avance genético o respuesta a la selección está determinada por los factores siguientes:

- i. El método de selección empleado y la presión de selección utilizada (Falconer, 1964; Empig, et al., 1972).
- ii. La magnitud de los parámetros genéticos de la población para el carácter por seleccionar, el tipo de acción génica, las frecuencias génicas y la heredabilidad; con-

dicionada esta última por la proporción de varianza aditiva respecto a la varianza fenotípica (Falconer, 1964; Empig, et al., 1972).

El resultado de la selección puede generar tres respuestas perceptibles fenotípicamente: i) cambios en las proporciones de genotipos pre-existentes, acompañados de una desviación de la media poblacional, ii) aparición de genotipos nuevos y iii) por último, cambios en la variabilidad de la población (Vargas, 1979; citados por Benita, 1985).

En la gráfica siguiente se representa la respuesta a la selección, en donde además se observan los componentes de la misma.



donde:

M_f = Media fenotípica de la población original.

M_s = Media de los individuos seleccionados.

P = Presión de selección.

σ_f = Desviaciones estándares.

M_H = Media fenotípica de la población progenie de los individuos seleccionados.

La diferencia entre la media de la población y la media de los individuos seleccionados es llamada Diferencial de selección.

$$M_f - M_s = D$$

La diferencia entre la media fenotípica de la población progenie y la media fenotípica de la población original, representa la respuesta a la selección, es decir:

$$M_H - M_f = R$$

Para Falconer (1964) la respuesta a la selección (R) significa la diferencia del valor fenotípico medio entre la descendencia de progenitores seleccionados y la generación paternal antes de la selección, pudiéndose predecir de la manera siguiente:

$$R = i \sigma_f h^2$$

donde:

R = Respuesta a la selección.

i = Intensidad de selección, se da en función de la presión de selección.

σ_f = Desviación estándar de la población.

h^2 = Heredabilidad del carácter

siendo $h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_F^2}$.

σ_A^2 = Varianza aditiva

σ_F^2 = Varianza fenotípica.

Selección masal

El sistema de selección probablemente más antiguo y simple que se conoce es la selección masal (Poehlman, 1965; Brauer, 1969; Van der Have, 1979; Ross, 1982).

Consiste en tomar la semilla de los individuos seleccionados, mezclarla y sembrarla toda junta para formar con ella una población nueva en la cual se pueda repetir el proceso (De la Loma, 1963; Poehlman, 1965; Brauer, 1969; Allard, 1975).

La selección masal en su forma mas simple es practicada solamente en los cultivos de menor importancia económica o en aquellos que tengan muy poca mejora (Van der Have, 1979).

Es justificable su uso únicamente para caracteres con una heredabilidad alta y aún así no es muy eficiente, especialmente cuando los alelos que se van a eliminar están presentes en frecuencias bajas (Van der Have, 1979).

La selección masal ha sido efectiva para aumentar las frecuencias génicas en caracteres que se puedan ver o medir fácilmente (Allard, 1975). Cuando estos caracteres son poco afectados por el medio ecológico, ésta puede ser sumamente eficaz pero variaría en el tiempo requerido dependiendo de que el carácter esté determinado por varios factores hereditarios o por uno solo, así como por la dominancia o recesividad (Brauer, 1969; Allard, 1975).

Brauer (1969) menciona que el éxito mayor en la selección puede lograrse cuando se trata de factores hereditarios que actúan en forma aditiva, pues tales factores pueden acumularse y no pierden su acción al segregarse.

Cuando se trata de caracteres cuantitativos (tal es el caso del rendimiento) que poseen una heredabilidad baja y además están regidos por un gran número de genes, se tendrá dificultad para avanzar rápidamente en la mejora del carácter.

La ineffectividad de la selección masal para aumentar el rendimiento de variedades adaptadas resulta de tres causas prin

cipales:

- i. Ineptitud para identificar genotipos superiores por el aspecto fenotípico de plantas individuales.
- ii. Polinización no controlada, de tal forma que las plantas seleccionadas pueden ser polinizadas tanto por un polen superior como por un inferior.
- iii. Selección rígida que lleva a la reducción del tamaño de la población, lo que produce a su vez una depresión debida a endogamia (Allard, 1975).

La selección masal después de la floración es aún menos eficiente que si se realiza antes de que ésta ocurra (Van der Have, 1979).

Selección masal en alógamas

En este proceso se seleccionan plantas con características favorables observadas en el fenotipo, mezclando su semilla para formar el ciclo siguiente (De la Loma, 1963; Poehlman, 1965; Brauer, 1969; Jugenheimer, 1976).

Allard (1975) y Claure (1980) mencionan que es un apareamiento al azar con selección ya que se cosechan las plantas seleccionadas sin controlar su polinización.

La selección masal en alógamas ha sido efectiva para aumentar las frecuencias en caracteres reconocibles fácilmente.

Para el carácter de rendimiento no ha sido muy eficaz, ya que fluctúa ampliamente con las condiciones ambientales; y por lo tanto no puede ser identificado en el fenotipo con precisión.

La selección masal ha sido útil para la obtención de variedades para condiciones específicas, y para cambiar la adaptación de variedades en zonas nuevas de producción.

Brauer (1969) cita a Gardner y Lonquist (1967) quienes citan que la selección masal modificada o "estratificada" consiste en dividir el lote original en un número fijo de parcelas que posean una determinada densidad de población; de estas parcelas se selecciona un 10% de las plantas que tengan competencia completa, el criterio de selección es el de una producción mayor de grano comparada con la media de la parcela en particular.

Van der Have (1979) considera dos modificaciones a la selección masal modificada:

- i. El sistema estratificado o emparrillado en donde se retienen las plantas mejores de cada estrato seleccionado en el campo.
- ii. Sistema de panel, en que las plantas son sembradas en hexágonos y las plantas mejores de cada juego son seleccionadas.

La meta de ambos sistemas es la de reducir el efecto del ambiente en la selección y necesariamente para llevarla a cabo deberá existir una competencia completa entre plantas (Van der Have, 1979).

Selección masal en autógamias

Se selecciona el grupo de plantas similares en apariencia y se cosechan mezclando su semilla; la mezcla resultante se de nomina selección masal (Poehlman, 1965).

Doggett (1968), Matzinger y Wernsman (1968), Humphrey, et al., (1969), Brim y Stuber (1973) citados por Benítez (1981) sugieren el procedimiento de selección y recombinación genética entre los individuos seleccionados.

Para realizar la selección se toma como base su fenotipo, es por esto que toda selección masal que proceda de una especie autógama estará compuesta por genotipos mas o menos simila res (Brauer, 1969). Generalmente en estas especies ocurren solo pequeños entrecruzamientos y la selección conduce finalmente a tipos homocigóticos genéticamente diferentes (Matzinger y Wernsman, 1968, citados por Benítez, 1981). Por lo tanto, la recombinación sería mediante cruza al azar entre progenitores seleccionados (Brim, 1966; Compton, 1968; Falconer, 1970) o bien podría dirigirse valiéndose de la androesterilidad génica

(Doggett (1968) y Brim y Stuber (1973), citados por Benítez, 1981).

Matzinger., et al. (1960) sugirieron el uso de la recombinación genética entre segregantes de cruas de tabaco para incrementar el rendimiento. Al seleccionar el 5% de las familias recombinadas para rendimiento obtuvieron una ganancia del 7% por ciclo de selección recurrente (Benítez, 1981).

En estas especies, la selección masal tiene dos funciones importantes en la mejora de las plantas:

- i. Seguridad y rapidez con que se puede realizar la mejora de variedades locales por selección masal; se aconseja trabajar con poblaciones que fluctúen de varios centenares hasta dos o tres millares.
- ii. Purificación de variedades existentes en la producción de semillas puras por las asociaciones de semillas (Allard, 1975).

Así mismo; se observan dos puntos débiles cuando se trata de estas especies:

- i. No es posible saber si las plantas que se están agrupando son homocigotes o heterocigotes.

ii. El medio ecológico en que se cultiva una planta afecta a su desarrollo y pureza (Poehlman, 1965).

Si este proceso se lleva a cabo en plantas autógamas no puede llamarse selección masal, pues entre las progenies seleccionadas ya no vuelve a haber intercambio genético y por lo tanto sólo se habrán seleccionado líneas autofecundadas que podrán perderse o recuperarse en el caso de que, al manejarse en grupo no se vuelvan a seleccionar las mismas (Brauer, 1969).

Este sistema sería aplicable en poblaciones segregantes y después de la primera generación seleccionada se irían separando las líneas mas productivas, entre las cuales ya no habría intercambio genético (Brauer, 1969).

La selección masal bajo la metodología de Gardner (1961) y aplicada en plantas autógamas fue utilizada por primera vez por Matzinger y Wernsman (1968) citados por Benítez (1981).

Ellos aplicaron la técnica en tabaco, utilizando el carácter de peso verde de hojas antes de la floración, encontrando después de cuatro ciclos evaluados un incremento lineal de 44 gramos por planta de hojas verdes por ciclo.

Con la subplotificación es posible reducir considerablemente la variación ambiental y microambiental entre las plantas

comparadas.

Doggett (1968) sugiere la selección masal en hembras androestériles gracias a la utilización del gen ms_3 en las poblaciones de sorgo; propone selección masal alternando generaciones de hembras androestériles y selección masal de plantas normales autofecundadas.

En base a ello, Doggett (1968) calculó la respuesta teórica esperada (G), siendo ésta para plantas normales la siguiente:

$$G = \frac{k\sigma_A^2}{\sigma_F}$$

donde:

k = Diferencial de selección.

σ_A^2 = Varianza genética aditiva

σ_F^2 = Varianza fenotípica.

Selección masal en sorgo

Doggett (1968) propone el uso de dos sistemas de selección masal para sorgos:

1. Selección masal normal.

Este tipo se realiza en poblaciones donde se ha incorporado el gen ms_3 , hasta llegar a tener un 50% de plantas androestériles. La aplicación del método de Gardner (1961) de selección

masal estratificada a los compuestos antes citados es verdaderamente confiable. Las ganancias de una generación de selección de plantas autofecundadas, deberán de ser igual a las de dos generaciones de selección masal de plantas androestériles (con comportamiento alógamo).

2. Alternando selección de plantas androestériles y plantas autofecundables.

Esta se realiza en dos estaciones de crecimiento; en el primer ciclo se realiza la selección masal estratificada con selección de plantas androestériles; esta selección incluye la remoción de plantas fértiles indeseables después de que hayan florecido, ésta es la generación de recombinación con selección. En el segundo ciclo la selección masal estratificada se realiza en plantas autofecundables.

Atkins (1984) trabajando con una población de apareamiento al azar después de tres ciclos de selección masal estratificada y evaluada en siete ambientes, encontró un coeficiente de variación del 17% para rendimiento de grano y 21% para semillas por panícula. Los resultados para rendimiento de grano, componentes del rendimiento, altura de planta y madurez, indicaron que los entrecruzamientos inducidos liberaron la variabilidad latente por medio de la recombinación, sin efectos letales en las medias poblacionales.

Aba (1985), trabajando con la población fotosensitiva de apareamiento al azar YZC durante dos ciclos de selección, obtuvo cambios significativos entre el ciclo original y el ciclo dos; éstos fueron de 10.71% para altura de planta, 6.03% para longitud de panícula y de 54.05% para peso de grano por panícula; en forma conjunta obtuvo un coeficiente de variación de 1% para floración y de 19% para peso de grano por parcela.

Los efectos de la selección recurrente para madurez, altura de planta, rendimiento de grano y otros caracteres, fueron estudiados en las poblaciones US/B y US/R por Prasit (1981), encontrando ganancias que van desde un 33 hasta un 45% en total (Cuadro 1).

Foster (1980) menciona que la selección masal direccional es usada frecuentemente para cambiar las expresiones de los caracteres en especies predominantemente de cruza libre y para caracteres de heredabilidades altas, pero utilizando la técnica de estratificado propuesta por Gardner (1961) se extiende su uso para caracteres de heredabilidad baja. Los resultados de una selección masal bidireccional obtenidos de una población de sorgo para grano fueron los siguientes (Cuadro 2).

Cuadro 1. Medias de días a floración, altura de planta y rendimiento de grano de las poblaciones S₁ de ciclos diferentes, y avances por ciclo de selección para rendimiento de grano en dos poblaciones de selección recurrente. ICRISAT.

Poblaciones	Ciclos de selección	Días a floración	Altura de planta (cm)	Rendimiento de grano kg/ha	% ganancia/ciclo
US/B	C ₀	57	171	3208	-
	C ₁	59	156	3508	9
	C ₂	61	166	4013	14
	C ₃	63	179	4308	7
US/R	C ₀	58	162	2585	-
	C ₁	60	160	2933	13
	C ₂	61	159	3310	13
	C ₃	66	177	3943	19

Cuadro 2. Ganancias obtenidas para tres caracteres después de 10 ciclos de selección masal.

Carácter	Ganancias promedio obtenidas	
	Reducción (%)	Aumento (%)
Peso de grano	1.82	3.40
Altura de planta	2.66	3.16
Días a floración	0.25	1.08

El apareamiento al azar con entrecruzamiento inducido es designado para promover la recombinación y asegurar la formación de una diversidad amplia de genotipos a través del rompimiento del bloque de ligamiento inicial (Hanson, 1959; Eberhart, 1970; Doggett, 1972; Gardner, 1972; Ross, 1973 citados por Lothrop, 1985).

Las poblaciones de apareamiento al azar de sorgo pueden ser mejoradas por el uso severo del método de selección recurrente; esto se ha comprobado con éxito para maíz (Doggett y Eberhart, 1967; Eberhart, et al., 1967; Doggett, 1968; Empig, et al., 1972; Sprague and Eberhart, 1976, citados por Lothrop, 1985).

Aba (1985) establece que la selección masal femenina (selección de androestériles) puede ser un buen método para el mejoramiento del sorgo.

Las estimaciones de las heredabilidades basadas en las poblaciones de apareamiento al azar de sorgo son provechosas en la determinación del mejor método de selección para caracteres específicos en esas poblaciones (Lothrop, 1985).

Las heredabilidades estimadas basadas en datos de plantas individuales, fueron muy bajas para rendimiento de grano en un rango de 0.06 a 0.13, cercanas a las estimadas por Jan-orn, et al., (1976) de 0.09 para NP3R (Lothrop, 1985).

Lothrop, et al., (1985), después de tres generaciones de selección masal estratificada en la población de sorgo IAP1R, basado en datos de plantas individuales para los caracteres altura de planta, madurez y tamaño de semilla; fundamenta que la selección masal estratificada debería ser un proceso efectivo.

El programa de mejoramiento de poblaciones de sorgo en Nigeria utiliza dos métodos de selección recurrente; la prueba de progenie S_1 y la selección masal estratificada; Obilana (1981) propone el uso combinado de las dos: Prueba S_1 + Selección masal estratificada (selección de androestériles) para un ambiente con un solo ciclo de crecimiento e irrigación adicional; esto con el propósito de maximizar la ganancia genética de la selección para rendimiento y resistencia a enfermedades múltiples.

Lothrop, et al., (1985 b) compararon las ganancias de la selección masal y de diferentes métodos de selección familiar, indicando que rendimiento de grano, semillas por panícula y panículas por planta son mejoradas más bien por la selección familiar.

Usualmente semillas por panícula y semillas por planta, son los componentes del rendimiento con correlación más alta con rendimiento de grano (Lothrop, et al., 1985 b). Esto lo comprueba con los datos obtenidos para la correlación fenotípica de semillas por panícula con rendimiento de grano por unidad de área; siendo para M.H. = 0.50** y para S_1 = 0.62**

De manera opuesta altura de planta y días a floración arrojaron correlaciones fenotípicas bajas con rendimiento de grano, de 0.41** para altura y 0.29** para días a floración; estos fueron tomados de familias S_1 ; presentando una consistencia con los reportados de la población NP3R (Jan-orn., et al., 1976; Koraiem., et al., 1979).

El mejoramiento de peso de 100 semillas, debería ser acompañado por un decremento adverso en el número de semillas por panícula, según resultados obtenidos por Lothrop., et al. (1985 b).

Respuestas correlacionadas entre caracteres de plantas son útiles para predecir los efectos de selección directa o indirecta

ta para rendimiento.

La selección indirecta para rendimiento debería ser exitosa si:

- i. Los componentes de rendimiento son de heredabilidad más alta que el rendimiento, y
- ii. Hay una correlación genética positiva substancial entre los dos rasgos (Lothrop, et al., 1985 b).

Lothrop, et al. (1985 b) obtuvieron un 68% de mejoramiento en rendimiento de grano por medio de selección indirecta entre los componentes de rendimiento, esto, comparándolo con el posible mejoramiento para rendimiento con selección directa.

El peso de 100 semillas, es de herencia cuantitativa en sorgo y los efectos génicos son largamente aditivos (Beil y Atkins, 1967; Fanous, et al., 1971; Jan-orn, et al., 1976; Bithinger, et al., 1981); los efectos génicos no aditivos también podrían contribuir a la variación de peso de 100 semillas (Niehaus y Pickett, 1966; Kirby and Atkins, 1968; Liang y walter, 1968) citados por Kwolek., et al. (1986).

Kwolek, et al. (1986) realizaron selección masal estratificada para peso de 100 semillas basados en datos de plantas individuales, encontrando un incremento significativo en la me

dia del carácter después de cuatro ciclos, siendo para el ciclo cero igual a 2.61 g y para el ciclo cuatro de 2.86 g.

Así mismo para días a floración y altura de planta se incrementaron según los valores siguientes: $C_0 = 67.2$ días; $C_4 = 69.2$ días y $C_0 = 154.3$ cm; $C_4 = 160.7$ cm. De una manera contraria sucedió para rendimiento de grano, semillas por panícula y panículas por planta; observándose un decremento significativo.

Los ciclos C_0 y C_4 mostraron una heredabilidad baja para rendimiento de grano en base a plantas individuales, esto indica una supuesta dificultad para mejorar el rendimiento por el uso de rendimiento de plantas individuales (Kwolek, et al., 1986).

MATERIALES Y METODOS

Localidad de prueba

El presente trabajo se realizó durante los meses de Marzo de 1986 a Enero de 1987, período correspondiente a dos ciclos agrícolas; se llevó a cabo en terreno del Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, localizado en el municipio de Marín, N.L., cuyas coordenadas geográficas son 25°23' Latitud Norte y 100°03' Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich; con una altitud sobre el nivel del mar de 367.3 m. (Benita, 1985).

El clima de esta localidad, representado por la estación climatológica de Ciénega de Flores; es considerado, según la clasificación climática de Köppen modificado por García (1973), como $BS_1(h')hx'(e')$; es decir es un clima seco o árido con un cociente P/T (precipitación anual en mm/temperatura media anual en °C) mayor de 22.9, lo cual indica que es de los climas menos secos del grupo BS; presentando una temperatura media anual de 22°C y temperaturas debajo de 18°C para el mes más frío, con una oscilación anual de temperaturas de 18°C, siendo ésta la variación más extremosa, registrando un porcentaje de lluvia invernal mayor del 18% de la anual y una precipitación anual promedio de 450 mm.

El reporte climático para la región de Marín, N.L. durante el desarrollo del trabajo se presenta en el Cuadro 1 del Apéndice.

De acuerdo con CETENAL (1977) los suelos predominantes en la región de Marín, N.L. son del tipo feosem calcárico y regosol calcárico, presentando una fase física gravosa.

Materiales

Material genético

En el período de Marzo-Julio de 1986 se utilizó la población US/B de apareamiento al azar de sorgo granífero (Sorghum bicolor (L.) Moench) formada en los Estados Unidos de Norteamérica. Esta población fue desarrollada considerando el rendimiento de grano, su estabilidad, calidad de grano, caracteres agronómicos deseables, así como resistencia a plagas y enfermedades de importancia económica de los trópicos semiáridos (Bhola, 1981).

En el período de Agosto-Diciembre de 1986 se utilizó la población original US/B, dos compuestos balanceados originados por selección masal estratificada y como testigos la variedad experimental ISIAP dorado y los híbridos comerciales BJ-83 y Asgrow Topaz.

Tratamiento	1.	Población original
"	2.	ISIAP dorado
"	3.	Ciclo 11
"	4.	BJ-83
"	5.	Ciclo 12
"	6.	Asgrow Topaz

Métodos

Procedimiento experimental

Los procedimientos de campo realizados se pueden ubicar en dos fases con las características siguientes:

1. Fase de selección. Consistió en la siembra del ciclo original de la población US/B en un lote aislado, con una área aproximada de 423 m^2 , en la cual la distancia entre surcos fue de 0.8 m, con una distancia entre plantas de 0.08 a 0.10 m, asegurándose de esta manera una población de aproximadamente 5,000 plantas.

Se establecieron dos fechas de siembra con el propósito de obtener una recombinación mejor de las plantas precoces y tardías; las fechas de siembra fueron el 4 y 11 de Marzo.

En esta fase, el lote se estratificó en 19 sublotos con la finalidad de reducir el efecto ambiental sobre la expresión

fenotípica de las plantas; los sublotes tuvieron una dimensión de cinco o seis surcos de una longitud de 5 m.

En la estratificación realizada se aplicó selección en base a los dos criterios siguientes:

a) Criterio de selección uno.

Se efectuó una selección visual cualitativa de los caracteres fenotípicos mas trascendentes agronómicamente, los cuales fueron: altura de planta (de 1.6 a 1.75 m), longitud y tipo de panícula (de 0.2 m o más y del tipo semicompacta), longitud de excursión (valor mínimo de 0.05 m), precocidad (las más precoces), sanidad aceptable y apreciación visual de rendimiento mejor. Estos caracteres fueron observados en cada individuo con competencia completa de cada sublote, de tal forma que se seleccionaron únicamente los individuos correspondientes al mejor 3%.

b) Criterio de selección dos.

Este criterio se basó en el rendimiento de grano (g) obtenido para cada individuo de cada sublote. El rendimiento de grano no se tomó directamente, sino que se estimó a través de un coeficiente de ajuste por regresión lineal simple de una muestra de 196 panículas, donde se consideró como variable X: el peso en gramos de las panículas (la panícula entera más 0.1 m del raquis) e Y: el peso en gramos del grano; el modelo

de regresión es el siguiente:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \xi_i$$

donde:

Y_i = Es la variable respuesta $Y_i \sim N(\beta_0 + \beta_1 X_i, \sigma^2)$

β_0 = Es la intersección entre la recta y el eje de las y.

β_1 = Es la pendiente de la recta.

X_i = Son los valores particulares de X

ξ_i = Son variables aleatorias $\xi_i \sim N(0, \sigma^2)$

El modelo ajustado se presenta enseguida.

$$Y_i = -1.450616 + 0.7628195 X_i$$

En el lote de selección, la población fluctuó entre 80 y 185 plantas con competencia completa, por lo cual existió una variación en el número de plantas seleccionadas por sublote, siendo el rango desde tres hasta seis plantas, obteniéndose un total de 82 plantas seleccionadas para ambos criterios.

La selección por el criterio uno se llevó a cabo en el período de floración, posterior a ésta se procedió a etiquetar todas las demás plantas con competencia completa.

En el momento de la cosecha se recolectaron primeramente las panículas seleccionadas para el criterio uno, etiquetándo-

se con su identificación establecida previamente; finalizada esta cosecha se procedió a cosechar en forma individual y para cada sublote el resto de las plantas con competencia completa, para posteriormente aplicarseles el criterio de selección dos.

Concluido el desgrane de las plantas seleccionadas, se realizaron las mezclas manuales de las semillas de las plantas seleccionadas para cada uno de los criterios y de esta manera se formaron los compuestos balanceados del ciclo uno, denominándolos como C_{11} y C_{12} para los criterios empleados respectivamente.

2. Fase de evaluación. Esta fase se llevó a cabo de Agosto a Diciembre de 1986 al comparar los compuestos generados, la población original y los testigos.

La siembra se basó en un diseño de bloques completamente al azar, el cual estuvo compuesto por cuatro bloques cada uno con seis parcelas. Existieron dos tipos de parcelas: para los testigos (no variables) se emplearon parcelas de cuatro surcos de 5 m de largo y para las poblaciones variables se establecieron parcelas de 15 surcos de 5 m de largo; esto último con la finalidad de asegurar un número considerable de observaciones individuales que representaran a su correspondiente población.

Se tuvo una distribución espacial de 0.8 m entre surcos y

de 0.1 m entre plantas. Croquis del experimento (Figura 1).

El modelo utilizado en el experimento de evaluación fue:

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

donde:

Y_{ij} = Es el valor de la variable estudiada que se observó en la unidad experimental que recibió el i -ésimo tratamiento en el j -ésimo bloque.

μ = Es la media verdadera general.

τ_i = Es el efecto verdadero del i -ésimo tratamiento.

β_j = Es el efecto verdadero del j -ésimo bloque.

ξ_{ij} = Es el error aleatorio asociado a la ij -ésima unidad experimental, surge por el efecto conjunto de todos los factores no controlados por el diseño que causan heterogeneidad en las observaciones (Reyes, 1980).

para llevar a cabo la evaluación se consideraron datos individuales en los caracteres siguientes:

- a) Altura de planta (AP). Distancia desde la base de la planta al ápice de la panícula principal (cm).
- b) Longitud de panícula (LP). Distancia comprendida desde base de las florecillas en la panícula, hasta el ápice

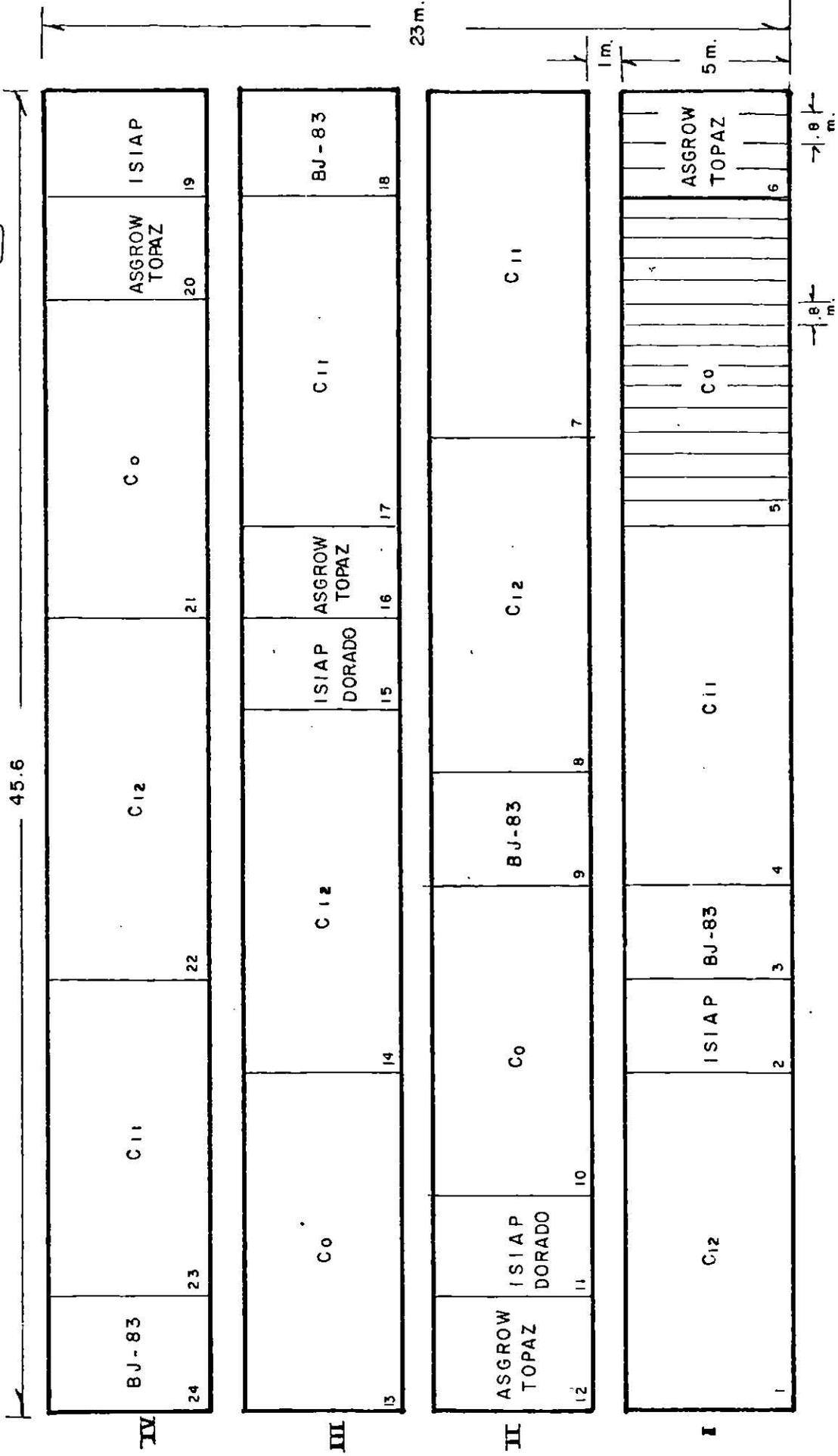
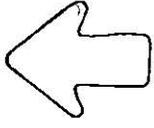


Figura 1. Croquis del experimento. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

- de la misma (cm).
- c) Longitud de excursión (LE). Es la longitud que existe desde la lígula de la hoja bandera hasta la base de las florecillas (cm).
 - d) Días a madurez fisiológica (DMF). La duración en días desde la siembra hasta que la panícula tuviera el 50% de sus granos a madurez fisiológica (punto negro en la base del grano).
 - e) Rendimiento biológico (RB). Peso seco total de la planta completa (g/pl).
 - f) Rendimiento económico (RE). Peso del grano, a una humedad constante de alrededor del 10 a 12% (g/pl).
 - g) Índice de cosecha (IC). Es el cociente del rendimiento económico; sobre el rendimiento biológico.

Se utilizó el método DMS (Diferencia mínima significativa) de comparación de medias de los tratamientos para observar si existió una diferencia significativa verdadera entre los tratamientos.

Los análisis estadísticos comprendidos fueron el de análisis de varianza para el diseño de bloques completamente al azar, como además el análisis de correlaciones y la obtención de la variabilidad de las características para cada una de las poblaciones evaluadas.

Con la ayuda de los datos individuales de las poblaciones se formaron distribuciones de frecuencias para cada carácter (Figuras 1 A - 7 A).

La varianza se obtuvo con la fórmula siguiente

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

donde:

s^2 = Varianza

X_i = Es el dato individual

\bar{X} = Es la media general de los datos

n = Número de individuos muestreados

La correlación entre los caracteres se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\sum X_i^2 - n\bar{x}^2} \sqrt{\sum Y_i^2 - n\bar{y}^2}}$$

RESULTADOS

Para alcanzar los objetivos inicialmente establecidos se realizó para los siete caracteres estudiados, el análisis de varianza, la medición de los avances genéticos, la medición de la variabilidad fenotípica y la determinación de las 21 correlaciones fenotípicas correspondientes. A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada caso.

Análisis de varianza y comparación estadística de medias

En el Cuadro 3 se da el resumen del análisis de varianza realizado para los siete caracteres estudiados y en los Cuadros del 4 al 10 su correspondiente comparación estadística de medias. Los resultados fueron los siguientes.

Para el carácter altura de planta (AP), se obtuvo una diferencia estadística altamente significativa en el análisis de varianza. En la comparación estadística de medias se observa que la población C_{12} es la que presenta el valor superior y diferente estadísticamente al resto de los tratamientos (Cuadro 4).

Para el carácter longitud de excursión (LE), se tuvo una diferencia estadística significativa en el análisis de varianza, para el mismo carácter pero en la comparación de medias, no fueron diferentes los valores entre si de las poblaciones

Cuadro 3. Resumen de los análisis de varianza para siete caracteres. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C U A D R A D O S M E D I O S						
		AP	LE	LP	DMF	RB	RE	IC
Repeticiones	3	215.939	6.985	6.689	7.759	1173.616	160.735	0.002
Tratamientos	5	2046.648**	30.749*	9.944**	625.525**	2110.109**	247.044*	0.005**
Error	15	39.128	10.105	1.530	3.533	244.814	70.616	0.001
Total	23	498.608	14.186	4.032	139.300	771.461	120.724	0.002
\bar{X}	8	129.28	6.92	23.22	112.60	108.64	38.05	0.35
C.V.		4.838	45.93	5.32	1.669	14.40	22.08	9.03

* = Significativo

** = Altamente significativo

Cuadro 4. Comparación estadística de promedios del carácter altura de planta. Respuesta a la selección masal es tratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

No. Trat.	Descripción	Medias (X) (cm)	$\alpha = 0.05$
5	C ₁₂	157.55	a
3	C ₁₁	145.00	b
1	C ₀	142.67	bc
2	ISIAP dorado	117.78	d
4	BJ-83	114.93	de
6	Asgrow Topaz	97.75	f

Valor DMS = 9.4212477

Cuadro 5. Comparación estadística de promedios del carácter longitud de excursión. Respuesta a la selección masal es tratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

No. Trat.	Descripción	Medias (X) (cm)	$\alpha = 0.05$
6	Asgrow Topaz	10.28	a
1	C ₀	9.45	ab
4	BJ-83	7.15	abc
3	C ₁₁	6.58	abc
5	C ₁₂	5.45	bc
2	ISIAP dorado	2.63	c

Valor DMS = 4.7877641

C_{11} y C_{12} con respecto a la población original, siendo únicamente inferior la población C_{12} al híbrido testigo Asgrow Topaz que fue el que presentó el valor superior (Cuadro 5).

En el carácter longitud de panícula (LP), se obtuvo una diferencia estadística altamente significativa en el análisis de varianza; la comparación de medias realizadas para este carácter muestra que el híbrido testigo BJ-83 presenta el valor mayor y la población original presentó el valor inferior el cual fue diferente estadísticamente al primero; las poblaciones C_{11} y C_{12} son estadísticamente diferentes a la población C_0 , pero no presentan diferencia estadística entre si mismas (Cuadro 6).

El análisis de varianza realizado para el carácter días a madurez fisiológica (DMF), muestra que existe una diferencia estadística altamente significativa y en la comparación de medias se observó que no existe diferencia estadística entre las poblaciones C_0 , C_{11} y C_{12} ; pero si se encontró que estas fueron estadísticamente diferentes respecto a los testigos (Cuadro 7).

En el carácter rendimiento biológico (RB), el análisis de varianza detectó diferencia estadística altamente significativa. En la comparación de medias se observa que las poblaciones

Cuadro 6. Comparación estadística de promedios del carácter longitud de panícula. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

No. Trat.	Descripción	Medias (X) (cm)	$\alpha = 0.05$
4	BJ-83	25.43	a
5	C ₁₂	23.93	ab
3	C ₁₁	23.70	abc
6	Asgrow Topaz	23.38	bcd
2	ISIAP dorado	21.98	cde
1	C ₀	20.92	e

Valor DMS = 1.8629889

Cuadro 7. Comparación estadística de promedios del carácter días a madurez fisiológica. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

No. Trat.	Descripción	Medias (X)	$\alpha = 0.05$
3	C ₁₁	124.65	a
5	C ₁₂	124.03	ab
1	C ₀	123.18	abc
2	ISIAP dorado	103.50	d
6	Asgrow Topaz	100.50	e
4	BJ-83	99.75	e

Valor DMS = 2.830977

C_{11} y C_{12} son superiores a la población original; siendo la población C_{12} la que presenta el valor superior e igual estadísticamente a la población C_{11} , esta a su vez es únicamente igual a la variedad experimental ISIAP dorado (Cuadro 8).

En el análisis de varianza realizado para el carácter rendimiento económico (RE), arroja una diferencia estadística significativa, mientras que en la comparación de medias indica que la población C_{12} presentó el valor superior, siendo únicamente igual a la población C_{11} y a la variedad experimental ISIAP dorado, la población original es inferior estadísticamente a la población C_{12} (Cuadro 9).

Para el carácter índice de cosecha (IC), el análisis de varianza muestra que existe una diferencia estadística altamente significativa y en la comparación de medias se encontró que las poblaciones C_0 , C_{11} y C_{12} no fueron estadísticamente diferentes entre si y además presentan una igualdad estadística con respecto al valor superior que presentó el híbrido comercial Asgrow Topaz (Cuadro 10).

Avances por selección

El avance por selección direccional positiva fue obtenido al comparar los promedios de los siete caracteres de las poblaciones C_{11} y C_{12} versus la población original (C_0).

Cuadro 8. Comparación estadística de promedios del carácter rendimiento biológico. Respuesta a la selección masal es tratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

No. Trat.	Descripción	Medias (X) (g/pl)	$\alpha = 0.05$
5	C ₁₂	140.71	a
3	C ₁₁	127.01	ab
2	ISIAP dorado	115.00	bc
1	C ₀	97.21	cd
4	BJ-83	91.88	cd
6	Asgrow Topaz	80.01	d

Valor DMS = 23.565827

Cuadro 9. Comparación estadística de promedios del carácter rendimiento económico. Respuesta a la selección masal es tratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

No. Trat.	Descripción	Medias (X) (g/pl)	$\alpha = 0.05$
5	C ₁₂	48.30	a
3	C ₁₁	45.78	ab
2	ISIAP dorado	37.48	abc
1	C ₀	34.95	bc
6	Asgrow Topaz	34.87	bc
4	BJ-83	26.92	c

Valor DMS = 12.656573

Cuadro 10. Comparación estadística de promedios del carácter índice de cosecha. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

No. Trat.	Descripción	Medias (X)	$\alpha=0.05$
6	Asgrow Topaz	0.38	a
1	C ₀	0.38	ab
3	C ₁₁	0.37	abc
5	C ₁₂	0.34	abcd
2	ISIAP dorado	0.32	de
4	BJ-83	0.29	e

Valor DMS = 0.047628

Los resultados obtenidos en relación al avance por selección expresados en porcentaje se observa en el Cuadro 11, en el cual se observa que se generaron avances genéticos en cinco de las variables estudiadas, siendo la longitud de excursión (LE) y el índice de cosecha (IC) los únicos caracteres que presentaron una reducción respecto a su valor original.

En el carácter altura de planta (AP), se obtuvieron avances de 0.95% para la población C_{11} y de 11.14% para la población C_{12} ; dando como consecuencia un aumento en el porte de la planta.

Para el carácter longitud de excursión (LE), se obtuvo una reducción de la misma siendo del -29.42% para la población C_{11} y del -42.66% para la población C_{12} .

Los avances para el carácter longitud de panícula (LP) fueron de un 11.78% para la población C_{11} y para la población C_{12} del 14.39%; favoreciendo un aumento potencial de la producción.

Para el carácter días a madurez fisiológica (DMF) se encontraron avances muy pequeños de 0.405% para la población C_{11} y de 0.543% en la población C_{12} , esto trae consigo un aumento imperceptible en la duración del ciclo de las poblaciones.

Cuadro 11. Promedios poblacionales de siete caracteres y avances por selección (%). Res-
 puesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población
 US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

	C ₀	C ₁₁	C ₁₂	Ganancias % Vs. C ₀	
				C ₁₁	C ₁₂
AP	143.202	144.571	159.167	0.956	11.148
LE	9.527	6.724	5.462	-29.421	-42.668
LP	21.040	23.519	24.069	11.782	14.396
DMF	123.473	123.974	124.144	0.405	0.543
RB	96.733	125.224	144.265	29.453	49.137
RE	34.761	45.804	48.883	31.768	40.625
IC	0.368	0.372	0.343	1.086	-6.793

En el carácter rendimiento biológico (RB) se obtuvieron avances del 29.45% para la población C_{11} y en la población C_{12} de 49.13%; de la misma manera sucede que en el carácter rendimiento económico la población C_{11} presenta un 31.76% de avance y la población C_{12} un 40.62%.

Se observa en el carácter índice de cosecha (IC) que para la población C_{11} se tuvo un avance de 1.08%; mientras que en la población C_{12} se obtuvo una reducción de -6.79% del mismo.

Variabilidad fenotípica

Se llevó a cabo un análisis estadístico para las poblaciones C_0 , C_{11} y C_{12} en el cual se trabajó con datos individuales de plantas para obtener la media, mediana, rango, mínimo, máximo, error estándar y la varianza fenotípica para cada uno de los caracteres evaluados (Cuadro 12 A).

En el Cuadro 12 se observa en donde la variabilidad fenotípica (σ_f^2) descendió en las poblaciones avanzadas C_{11} y C_{12} con respecto a la población C_0 para el carácter altura de planta (AP), longitud de excursión (LE), días a madurez fisiológica (DMF) e índice de cosecha (IC); mientras que para el carácter longitud de panícula (LP), rendimiento biológico (RB) y rendimiento económico (RE) la varianza fenotípica aumentó en forma considerable en las poblaciones C_{11} y C_{12} .

Cuadro 12. Varianza fenotípica para siete caracteres de las poblaciones C₀, C₁₁ y C₁₂. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

Caracteres	Varianzas fenotípicas		
	C ₀	C ₁₁	C ₁₂
AP	491.039	353.834	368.415
LE	42.779	36.494	26.850
LP	11.893	16.754	14.756
DMF	32.243	31.264	30.536
RB	2150.733	2945.131	3374.014
RE	320.187	439.660	402.061
IC	0.014	0.010	0.007

Correlaciones fenotípicas

En el análisis de correlación realizado para cada una de las poblaciones antes mencionadas se obtuvieron los coeficientes de correlación (r) correspondientes (Cuadro 9 A, 10 A, 11 A). En la Figura 2 se puede apreciar de una manera mas directa como se comportan estos valores para cada una de las combinaciones posibles de los siete caracteres evaluados.

Las combinaciones Longitud de excursión (LE) - Índice de cosecha (IC) y Longitud de panícula (LP) - Días a madurez fisiológica (DMF), tuvieron un comportamiento muy similar donde se observa que los criterios de selección modificaron a los valores de r , cambiando su sentido negativo a positivo; sin embargo los valores registrados no son significativos.

En las combinaciones Longitud de excursión (LE) - Longitud de panícula (LP) y Longitud de panícula (LP) - Índice de cosecha (IC), se obtuvo un efecto muy similar en cuanto a las modificaciones de r ya que el criterio de selección uno reduce el valor con respecto al valor de r de la población original; mientras que el criterio de selección dos aumenta el valor de r , con respecto al valor de r de la población original, sin embargo no son significativos estos valores.

Tomando en cuenta las combinaciones Altura de planta (AP)-

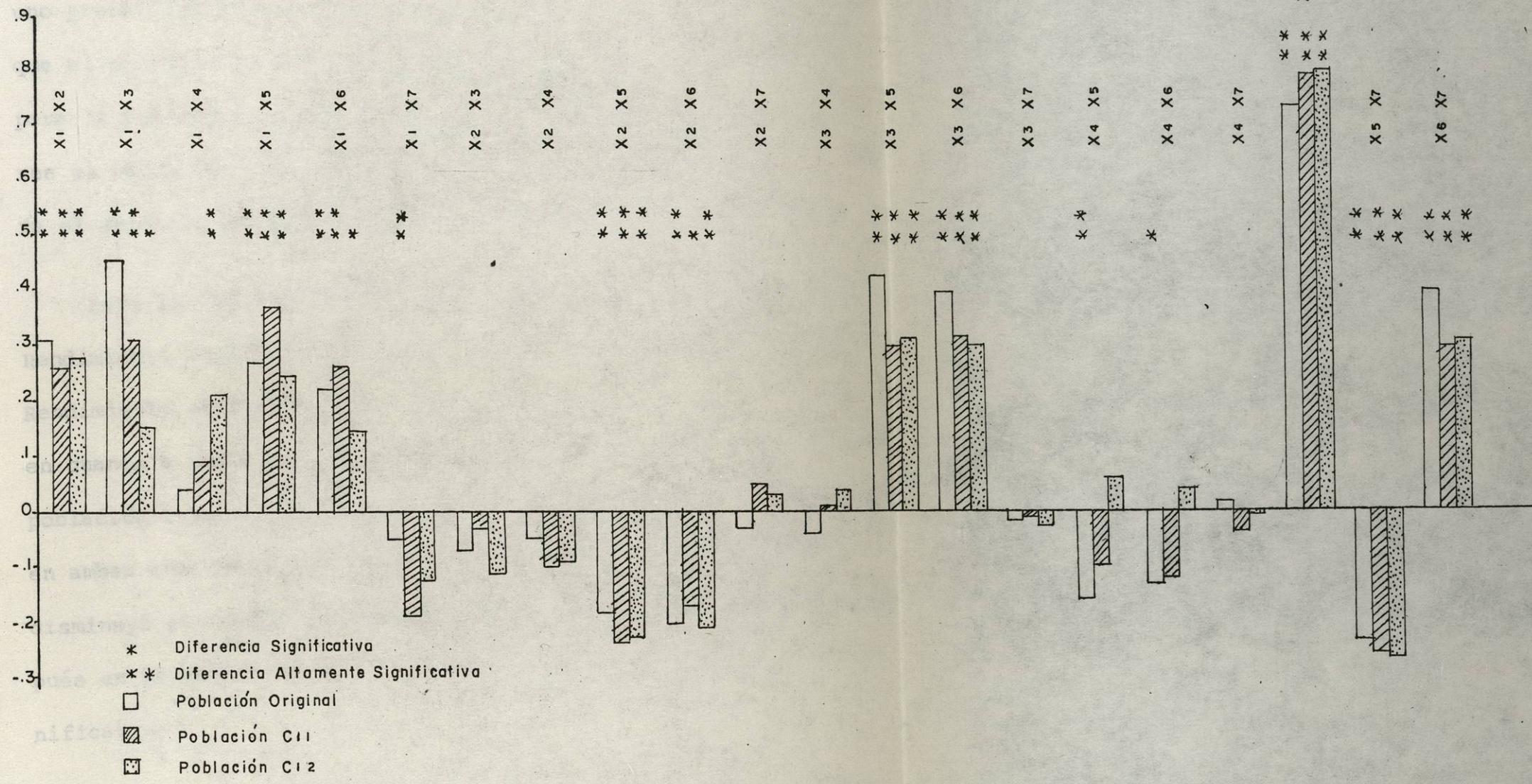


Figura 2. Representación gráfica de valores de correlación (r) entre siete caracteres en tres poblaciones de sorgo. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

Índice de cosecha (IC) y Longitud de excursión (LE) - Días a ma durez fisiológica (DMF) se observa que el criterio de selección uno presentó una tendencia a hacer más negativa la correlación que el criterio de selección dos; no obstante el valor de r para la población C_0 fue el mas inferior; además de estos valores el único que presentó significancia fue el valor de r pa ra el criterio de selección uno en la combinación (AP - IC).

Para las combinaciones Días a madurez fisiológica (DMF) - Rendimiento biológico (RB) y Días a madurez fisiológica (DMF) - Rendimiento económico (RE); se tuvo resultados muy semejantes en cuanto a valores y comportamientos de r ; siendo que para la población original el valor de r fue negativo y significativo en ambas combinaciones; para la población C_{11} el valor de r disminuyó sin dejar de ser negativo y no significativo para des pués en la población C_{12} el valor de r es positivo y no significativo.

La combinación Días a madurez fisiológica (DMF) - Índice de cosecha (IC) presentó valores muy cercanos a cero y no signi ficativos.

Se obtuvo valores de correlación muy similares en las combinaciones Longitud de panícula (LP) - Rendimiento biológico (RB) y Longitud de panícula (LP) - Rendimiento económico (RE);

siendo a la vez altamente significativo estos valores. En estas combinaciones los criterios de selección redujeron el valor de r con respecto al valor de r de la población original.

Se observa en las combinaciones Altura de planta (AP) - Días a madurez fisiológica (DMF) y Rendimiento biológico (RB) - Rendimiento económico (RE), un comportamiento muy similar ascendente de los valores de r para las poblaciones avanzadas, con respecto a la población original, finalizando en la población C_{12} ; los valores no son muy semejantes, así como la significancia de los valores, ya que para la combinación Altura de planta (AP) - Días a madurez fisiológica (DMF) el único valor significativo de r fue para el de la población C_{12} , mientras que para la otra combinación todos sus valores fueron altamente significativos.

Para las combinaciones Altura de planta (AP) - Longitud de excursión (LE) y Rendimiento económico (RE) - Índice de cosecha (IC), se tuvo un comportamiento muy similar entre estas; ya que el criterio de selección uno redujo el valor de r con respecto al valor de r de la población original; para que después el criterio de selección dos aumentara de nuevo el valor de r , pero sin alcanzar a superar al valor de r de la población original; los valores de ambas combinaciones fueron altamente sig-

nificativos.

En las combinaciones Altura de planta (AP) - Rendimiento biológico (RB) y Altura de Planta (AP) - Rendimiento económico (RE), se presentó un contraste alto a las combinaciones anteriores; ya que el criterio de selección uno aumentó el valor de r con respecto al de la población original y disminuyendo el valor de r el criterio de selección dos por debajo del valor de la población original; los valores de r en ambas combinaciones fueron significativos.

En la combinación Altura de planta (AP) - Longitud de panícula (LP), se observó que el valor de r disminuye a partir del valor de r para la población original; siendo el criterio de selección dos el que disminuye este valor mas pronunciadamente; los valores de r en esta combinación son significativos.

En la combinación Longitud de panícula (LP) - Rendimiento biológico (RB), se registraron valores negativos de r , observandose que son mayores los valores de r para las poblaciones C_{11} y C_{12} con respecto al valor de r de la población original. El valor de r para la población C_{11} es superior al valor de r de la población C_{12} . Siendo estos valores altamente significativos.

Para la combinación Longitud de panícula (LP) - Rendimiento económico (RE) se observa que la población C_{11} , presenta valores de r inferiores a los valores de r para las poblaciones C_0 y C_{12} , estos últimos valores son muy similares entre si y además fueron altamente significativos para las tres poblaciones.

Por último la combinación Rendimiento biológico (RB) - Índice de cosecha (IC), en la cual los criterios de selección modificaron los valores de r con respecto al valor de r de la población original; siendo el criterio de selección dos el que modificó en forma mas creciente el valor de r original pero a la vez continuo siendo negativo dicho valor, estos valores de r son altamente significativos.

DISCUSION

El análisis de varianza arroja diferencias estadísticas entre los tratamientos para los caracteres evaluados; se puede observar que la selección masal estratificada en poblaciones recombinantes de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) resulta satisfactoria en el mejoramiento genético del mismo, ya que mo dificó los valores poblacionales, los coeficientes de correlación y los de la varianza fenotípica con respecto a los valores de la población original.

La varianza fenotípica de los caracteres rendimiento económico y rendimiento biológico aumentó en las poblaciones C_{11} y C_{12} con respecto a los valores de la población original; sucediendo de la misma manera para los valores promedios en ambos caracteres, la única excepción es que para el carácter ren dimiento económico no existe diferencia estadística entre la población original y la población C_{11} , mientras que la población C_{12} si es diferente a la población C_0 ; en el caso de rendimiento biológico las poblaciones C_{11} y C_{12} son estadísticamente iguales pero no lo son respecto a la población original.

Esto es debido a que las poblaciones mejoradas tienen una interacción mayor con el ambiente y/o que la varianza genética puede aumentar con la selección, si las frecuencias de los ge-

nes favorables son menores de 0.5; de esta manera sucede con los valores medios que son modificados por la selección.

Atkins (1984), después de tres ciclos de selección encontró un C.V. = 17% para el carácter rendimiento económico, muy similar al que se tiene de 22% en este estudio. Por lo que mencionamos que los entrecruzamientos inducidos liberaron la variabilidad latente por medio de la recombinación, sin efectos letales.

Prasit (1981) trabajando con la misma población US/B; obtuvo avances del 9% en el primer ciclo de selección para el carácter rendimiento económico y alargó su ciclo dos días, como a la vez elevó el porte de la planta 0.15 m.

Se encontró que en los caracteres altura de planta y días a madurez fisiológica, los promedios poblacionales aumentaron con la selección; el criterio de selección no tomó en cuenta la altura de planta para llevar a cabo la selección, este no elevó la altura a tal grado que existiera una diferencia estadística con la población original, debido a que el rango de altura considerado en la selección fue muy estricto y cercano al valor promedio de la población original, caso contrario sucede con el criterio de selección por rendimiento de grano, el cual no tomó en cuenta la altura de planta, sino que únicamente con

sideró los individuos de más alto rendimiento de grano y como este carácter posee una correlación positiva con el carácter altura de planta, se pudiera considerar bajo ciertos límites, que al tener mayor rendimiento se incrementa la altura de la planta, llegando a ser estadísticamente diferente a la población C_0 y C_{11} . Kwolek (1986) registró una correlación positiva de 0.46 para la relación altura de planta - rendimiento económico. En el caso del carácter días a madurez fisiológica se generó un aumento mínimo imperceptible en el ciclo, mas sin embargo no son estadísticamente diferentes las poblaciones.

Aba (1985) después de dos ciclos de selección generó un aumento en la altura de planta en un 10.71%; Kwolek (1986) después de cuatro ciclos, alargó dos días la madurez fisiológica e incrementó la altura 0.06 m.

En una forma inversa sucedió con la varianza fenotípica en los caracteres altura de planta y días a madurez fisiológica, ya que ésta se redujo; esto era de esperarse ya que al aplicársele una presión de selección alta, la varianza se reduce, caso contrario se presentó en longitud de panícula, ya que en este carácter la selección aumentó la varianza fenotípica y puede ser explicable por las mismas razones que para rendimiento económico, ya que este carácter es un factor del rendimiento.

El carácter longitud de panícula se incrementó en las poblaciones C_{11} y C_{12} , llegando a presentar valores diferentes estadísticamente al de la población original. Aba (1985) reporta un avance de 6.03% para el carácter longitud de panícula después de dos ciclos de selección.

Como era de esperarse, en dos caracteres se redujo la varianza fenotípica con la selección, pero lo diferente de estos es que sus valores promedios de longitud de excursión se redujeron en la población C_{11} y C_{12} , esta disminución del valor de longitud de excursión no fue inferior al valor mínimo de longitud de excursión recomendada (Guiragossian, 1984) y para el índice de cosecha se redujo su valor en la población C_{12} , y esto puede ser debido a que el valor del rendimiento biológico aumentó en una forma superior que el rendimiento económico, causando la disminución del índice de cosecha.

Realizando una comparación entre las poblaciones mejoradas se observa en que sentido y magnitud modificaron los criterios de selección a los valores medios y la variabilidad fenotípica. Por lo que tenemos que el criterio de selección por rendimiento de grano modificó los valores promedios de los caracteres en forma superior a los valores promedios generados por el criterio de selección visual, en ciertos caracteres no es muy grande la diferencia entre estos dos valores.

Para el carácter longitud de excursión el criterio de selección dos, disminuyó el valor promedio por debajo al valor promedio generado por el criterio de selección uno; y para el carácter índice de cosecha se observa que el criterio de selección dos redujo el valor promedio por debajo al de la población original.

Hablando del efecto de los criterios de selección sobre la varianza fenotípica, estos influyeron de maneras diferentes; siendo que para cuatro de los caracteres estudiados disminuyó la varianza fenotípica y en tres de ellos se aumentó en forma muy general.

De los caracteres en que se disminuyó la varianza fenotípica, en tres de ellos el criterio de selección dos reduce en forma mínima comparándolo con el criterio de selección uno, que únicamente reduce la varianza fenotípica del carácter altura de planta en forma más notable ya que es inferior a la generada por la población C_{12} ; esto se debe a que la selección visual fue algo estricta en cuanto a este carácter y debido a su alta heredabilidad se logró la reducción de esta en una forma más notoria.

Los caracteres en los cuales se aumentó la varianza fenotípica fueron la longitud de panícula, rendimiento biológico y

rendimiento económico. De estos caracteres la longitud de panícula y el rendimiento económico fueron en los cuales el criterio de selección uno el que aumentó mayormente la varianza fenotípica, sobre la varianza fenotípica que causó el criterio de selección dos.

Caso contrario sucede en el carácter rendimiento biológico en el cual el criterio de selección dos aumentó la varianza fenotípica más ampliamente que el criterio de selección uno. Esto es debido a que en el criterio de selección dos no se toma en cuenta la apariencia fenotípica de las plantas.

La población mejorada C_{12} sobresale respecto a los testigos en tres caracteres: en altura de planta, es la que presenta el mayor porte, en días a madurez fisiológica la diferencia de 21 días y presentar el valor mayor de rendimiento biológico; asociándose esto con el notable aumento de rendimiento económico, siendo estadísticamente diferente a la población original, al híbrido BJ-83 y al híbrido Asgrow Topaz.

Puede ser considerado, que las asociaciones entre algunas variables fue modificada por la selección aplicada bajo ambos criterios. El caso del cambio observado en la relación entre altura de planta-longitud de panícula, es uno de los más claros, donde la selección por rendimiento de grano tuvo un efec-

to de rompimiento de esta relación; pudiéndose interpretar que la selección visual mantuvo la relación entre las variables, mientras que la selección por rendimiento de grano no mantuvo la asociación, ya que no correspondió al aumento de longitud de panícula con el aumento observado de altura de planta.

para el caso de la relación altura de planta-rendimiento biológico, ocurre que la selección visual aumentó el coeficiente de correlación, mientras que la selección por rendimiento de grano mantuvo la relación muy semejante al observado en la población original. Lo anterior se podría considerar como una no asociación entre la altura de planta y el rendimiento biológico, o bien que la selección visual fue dirigida o consideró la estructura de la planta balanceando la proporción estructura-porte.

Observando la relación existente de rendimiento biológico-rendimiento económico, se deduce que la selección incrementó esta relación, en la cual resulta que la selección por rendimiento de grano posee el valor superior, no existiendo una diferencia muy notable en el valor generado por la selección visual, probablemente debido a que el incremento obtenido para rendimiento biológico, no fue igualmente proporcional al incremento del rendimiento económico, por lo que se puede considerar que no haya existido un aumento superior en el valor del

coeficiente de correlación en la población C_{12} .

En la relación rendimiento biológico-índice de cosecha se tienen valores negativos que indican que existe una relación inversa, que al tener un aumento en el rendimiento biológico genera una reducción en el índice de cosecha. Esto se respalda con los resultados obtenidos en este estudio.

Por último se tiene que el valor del coeficiente de correlación para la relación rendimiento económico-índice de cosecha, se redujo, por lo cual se cree que la selección modificó la asociación entre dichos caracteres, probablemente a consecuencia de que la selección liberó la variabilidad fenotípica del carácter rendimiento económico.

Prasit (1981) observó que los valores de correlación para altura de planta y rendimiento, a través de la selección continuaron siendo positivos y significativos; caso similar se observa en el presente estudio el cual presenta correlaciones positivas y significativas en la misma asociación.

Finalmente hay que mencionar que existe el limitante de que las correlaciones son fenotípicas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones en base a los resultados obtenidos, son los siguientes:

1. El avance que manifestaron las poblaciones mejoradas respecto a la población original no fue estadísticamente significativo en los caracteres longitud de excursión, días a madurez fisiológica e índice de cosecha.

2. La selección por rendimiento de grano produjo cambios estadísticamente significativos en los caracteres: altura de planta, longitud de panícula, rendimiento biológico y rendimiento económico; no modificando a los caracteres: longitud de excursión, días a madurez fisiológica e índice de cosecha.

3. Las poblaciones mejoradas superaron al testigo de zona templada BJ-83, e igualan al testigo de adaptación tropical ISIAP dorado.

4. La selección redujo la varianza fenotípica en los caracteres: altura de planta, longitud de excursión, días a madurez fisiológica e índice de cosecha; no obstante aumentó la varianza fenotípica en los caracteres mayormente correlacionados con el rendimiento de grano, siendo la longitud de panícula, rendimiento biológico y el mismo rendimiento económico.

5. El criterio de selección visual redujo más intensamente la varianza fenotípica en los caracteres que incluyó en su selección (altura de planta, rendimiento biológico).

6. El criterio de selección por rendimiento de grano redujo la varianza fenotípica en los caracteres en los cuales va inmerso el rendimiento de grano y son: rendimiento de grano e índice de cosecha.

Recomendaciones:

1. Proseguir con la metodología de selección masal estratificada, además de incluir la fórmula de ajuste para rendimiento de grano de Angeles (1961), con la finalidad de aumentar más la eficiencia de la metodología.

2. La población US/B presentó respuesta a la selección para el carácter rendimiento económico, bajo el criterio de selección rendimiento de grano por lo que se recomienda llevar a cabo selección masal estratificada únicamente para el carácter altura de planta, con la finalidad de obtener una variedad con un porte estable y poder llegar a realizar su liberación como variedad comercial.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, localizado en el municipio de Marín, N.L., durante los ciclos agrícolas de 1986.

En el primer ciclo agrícola (Mar-Jul) se llevó a cabo selección masal estratificada en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench), bajo los criterios visual y de rendimiento de grano.

Para el criterio visual se consideraron los siguientes caracteres agronómicos: altura de planta, longitud de excursión, longitud y tipo de panícula, precocidad, sanidad aceptable y apreciación del rendimiento.

El criterio de rendimiento de grano se estimó con la ayuda de una regresión lineal simple en la cual con los valores de peso de panícula (la panícula entera más 0.1 m de raquis), se obtuvo el peso de grano estimado.

Formadas las poblaciones nuevas, en el siguiente ciclo agrícola (Ago-Dic) se evaluaron el material original, las poblaciones C₁₁, C₁₂ y como testigos, la variedad experimental ISIAP dorado y los híbridos comerciales BJ-83 y Asgrow Topaz.

Se realizó el análisis correspondiente para el diseño experimental de bloques completamente al azar, en el cual, para todos los caracteres evaluados, se obtuvo al menos una diferencia significativa entre los tratamientos; pero al realizar un análisis estadístico de la comparación de sus medias, se encontró que no existió tal diferencia en longitud de excursión, días a madurez fisiológica e índice de cosecha entre las poblaciones mejoradas y la original; mientras que en los caracteres de longitud de panícula y rendimiento biológico, las poblaciones C_{11} y C_{12} si son diferentes estadísticamente de la población original. En forma exclusiva, la población C_{12} superó a la población original estadísticamente en altura de la planta y rendimiento económico.

Las poblaciones C_{11} y C_{12} fueron estadísticamente superiores al híbrido de zona templada BJ-83 para los caracteres altura de planta, rendimiento biológico y económico e índice de cosecha y se obtuvo que la variedad de adaptación tropical ISIAP dorado es igual estadísticamente a la población C_{11} en cuanto a rendimiento biológico y económico; mientras que en los caracteres de rendimiento económico e índice de cosecha, es igual a la población C_{12} .

SUMMARY

The present work was carried out at the Experimental Station of the Agronomy School of the UANL, located at Marín, N.L. during the 1986 agricultural seasons.

In the first season (Mar.-Jul.) gridded mass selection was done on a US/B sorghum population (Sorghum bicolor (L.) Moench), under visual and grain yield criteria.

For the visual criteria the following agricultural characteristics were taken into consideration: plant height, exertion length, length and type of panicle, earliness, acceptable health and yield appreciation.

The grain yield criteria was estimated through a parent off spring simple regression, that is with the panicle weight (whole panicle plus 0.1 m of stem) the grain yield weight was obtained.

Once the new populations were formed, during the next season (Aug.-Dec.) the original material was evaluated with populations C_{11} and C_{12} , and as control the experimental variety ISIAP dorado, and the commercial hybrids BJ-83 and Topaz Asgrow.

Analysis of variance was made for the experimental

complete of random blocks design in which, for all evaluated traits, at least one significant difference was obtained between the procedures, but when the statistical of mean comparison was made, it was found that there wasn't such difference in the exertion length, days to bloom, and harvest index characters between the improved populations and the original ones while in the length of panicle and biological yield traits, populations C_{11} and C_{12} were statistically different from the original population in plant height and economic yield.

Populations C_{11} and C_{12} were statistically better than the temperate hybrid BJ-83 on plant height, biological and economical yield and harvest index, and it was learned that the tropical adapted variety ISIAP dorado is statistically equal to population C_{11} on economical and biological yield, while it is equal to population C_{12} on economic yield and harvest index traits.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Aba, D.A., and A.T. Obilana. 1985. Sorghum breeding activities in Nigeria. *Sorghum Newsletter* 28:15-17.
- Allard, R.W. 1975. Principios de la mejora genética de las plantas. Edit. Omega. España. p. 479.
- Angeles A., H.H. 1961. Comentarios sobre la selección masal en el pasado y sus posibilidades en los programas actuales de mejoramiento de maíz. PCCMMA. Tegucigalpa, Honduras. p. 18-25.
- Atkins, R.E. 1984. Sorghum line and population development in Iowa. *Sorghum Newsletter*. pp. 42-43.
- Beil, G.M., and R.E. Atkins. 1967. Estimates of general and specific combining ability in F_1 hybrids for grain yield and its components in grain sorghum, *Sorghum vulgare* Pers. *Crop Sci.* 7:225-228.
- Benita de L., L.R. 1985. Estimación de la heredabilidad y predicción de la respuesta a la selección para cuatro caracteres agronómicos en sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Marín, N.L. Primavera 1981. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, UANL.

Benítez R., I. 1981. Alternativas de selección masal estratificada en el mejoramiento genético del trigo (Triticum aestivum L.) Tesis de MC. C.P. Chapingo, México.

Betancourt V., A. 1970. Selección masal moderna e hibridación en una variedad de maíz de riego en la región de pabellón, Ags. Tesis Profesional. ENA. Chapingo, México.

Bhola, N. 1981. Population breeding techniques in sorghum. Sorghum in the Eighties. International Symposium on Sorghum. Patancheru, A.P., India. pp. 421-433.

Bittinger, T.S., R.R. Cantrell, J.D. Axtell, and W.E. Nyquist. 1981. Analysis of quantitative traits in PP9 random-mating sorghum population. Crop Sci. 21:664-669.

Brauer H., O. 1969. Fitogenética aplicada. Edit. Limusa. México. p. 518.

Brim, C.A. 1966. A modified pedigree method of selection in soybeans. Crop Sci. 6:220.

Brim, C.A., and C.W. Stuber. 1973. Application of genetic male sterility to recurrent selection schemes in soybeans. Crop Sci. 13:528-530.

CETENAL. 1977. Carta edafológica. G14C16. SPP. México.

- Claure, V.T. 1980. Mejoramiento de maíz en el centro fitotécnico de Pairumani, Bolivia, por selección masal y selección masal combinada de medios hermanos. Tesis de MC., C.P. Chapingo, México. pp 20-32.
- Compton, W.A. 1968. Recurrent selection in self-pollinated crops without extensive crossing. *Crop Sci.* 8:773.
- Covarrubias P., J. 1979. Comparación de los métodos de selección masal y familiar para adaptabilidad en una variedad criolla de maíz. Tesis de MC., C.P. Chapingo, México.
- De la Loma, J.L. 1963. Genética general y aplicada. Edit. UTEHA. México. pp. 425-427.
- Delgado, H. 1979. Posibilidades de obtención de variedades por selección masal en generaciones avanzadas de híbridos comerciales de maíz. Tesis de MC., C.P. Chapingo, México. pp. 4-17.
- Doggett, H. 1968. Mass selection systems for sorghum. *Crop Sci.* 8:391-392.
- Doggett, H., and S.A. Eberhart. 1967. Recurrent selection in sorghum. *Sols Afr.* 12:119-122.

- Eberhart, S.A., M.N. Harrison, and F.Ogada. 1967. A comprehensive breeding systems. *Zuchter*. 37:169-174.
- Empig, L.T., C.O. Gardner, and W.A. Compton. 1972. Theoretical gains for different population improvement procedures. *Nebr. Agric. Exp. Stn. Misc. Publ.* 26 (Revised), Lincoln, Neb.
- Falconer, D. 1964. *Introducción a la genética cuantitativa*. Trad. por F. Márquez. Edit. C.E.C.S.A. México. p. 430.
- Fanous, M.A., D.E. Weibel, and R.D. Morrison. 1971. Quantitative inheritance of some head seed characteristics in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Crop Sci.* 11:787-789.
- Foster, K.W., S.K. Jain, and D.G. Smeltzer. 1980. Responses to 10 cycles of mass selection in an inbred population of grain sorghum. *Crop Sci.* 20:1-4.
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen*. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- García C., J. 1973. *Primeros dos ciclos de selección masal modificada para la formación de sintéticos en una variedad criolla de maíz (*Zea mays* L.)*. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, UANL. Monterrey, N.L. México.

- García C., J. 1976. Comparación de dos criterios de selección aplicados por selección masal a dos poblaciones de maíz (Zea mays L.). Tesis de MC. C.P., ENA. Chapingo, México.
- Gardner, C.O. 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. *Crop Sci.* 1:241-245.
- Guiragossian, V. y L. Romero H. 1984. Mejoramiento genético del sorgo. ICRISAT - FAUANL. p. 9.
- Humphrey, A.B., D.F. Matzinger, and C.C. Cockerham. 1969. Effects of random intercrossing in a naturally self-fertilizing species, Nicotiana tabacum L. *Crop Sci.* 9:495-497.
- Jan-orn, J., C.O. Gardner, and W.M. Ross. 1976. Quantitative genetics studies of the NP3R random-mating grain sorghum population. *Crop Sci.* 16:489-496.
- Jugenheimer, R.W. 1976. Corn improvement, seed production, and uses. John Wiley and Sons. New York. pp. 73-86.
- Kirby, J.S. and R.E. Atkins. 1968. Heterotic responses for vegetative and mature plant characters in grain sorghum, Sorghum bicolor (L.) Moench. *Crop Sci.* 8:335-339.

- Koraiem, Y.S., C.O. Gardner, W.M. Ross, and J. Jan-orn. 1979. Correlated responses to selection for different selection indices in the NP3R random-mating sorghum population. *Egyptian J. Genet. Cytol.* 8:17-45.
- Kwolek, T.F., R.E. Atkins, and O.S. Smith. 1986. Comparisons of agronomic characteristics in C_0 and C_4 of IAP3BR (M) random-mating grain sorghum population. *Crop Sci.* 26:1127-1131.
- Liang, G.H., and T.L. Walter. 1968. Heritability estimates and gene effects for agronomic traits in grain sorghum, Sorghum vulgare Pers. *Crop Sci.* 8:77-81.
- Lonnquist, J.H. 1961. Progress from recurrent selection procedures for the improvement of corn populations. *Nebr. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 197. p. 33.
- Lothrop, J.E., R.E. Atkins, and O.S. Smith. 1985. Variability for yield and yield components in IAP1R grain sorghum random-mating populations. I. Means, variance, components, and heritabilities. *Crop Sci.* 25:235-239.
- Lothrop, J.E., R.E. Atkins, and O.S. Smith. 1985 b. Variability for yield and yield components in IAP1R grain sorghum random-mating populations. II. Correlations, estimated grain

from selection, and correlated responses to selection.
Crop Sci. 25:240-244.

Martínez M., J., M. Martínez R. y L. Romero H. 1983. Notas sobre poblaciones recombinantes de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L. pp. 11-15.

Matzinger, D.F., T.J. Mann, and H.F. Robinson. 1960. Genetic variability in flue-cured varieties of Nicotiana tabacum L. I. Hicks broadleaf x Coker 139. Agron. J. 52:8-11.

Matzinger, D.F., and E.A. Wernsman. 1968. Four cycles of mass selection in a synthetic variety of an autogamous species Nicotiana tabacum L. Crop Sci. 8:239-243.

Molina G., J.D. 1978. Selección masal visual estratificada "in situ" en variedades de maíz. Avances en la enseñanza y la investigación. C.P. Chapingo, México.

Niehaus, M.N., and R.C. Pickett. 1966. Heterosis and combining ability in a diallel cross in Sorghum vulgare Pers. Crop Sci. 6:33-36.

Obilana, A.T. 1981. Population improvement in sorghum in Nigeria. Sorghum in the Eighties. International Symposium on Sorghum. Patancheru, A.P. India. p. 745.

- Poehlman, J.M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Edit. Limusa. México. pp 76-77, 86-87.
- Prasit, J. 1981. Effect of recurrent selection in two sorghum populations. M. Sc. Thesis, APAU, Rajendranagar, Hyderabad, A.P. India.
- Ramírez V., S. 1977. Selección masal moderna en variedades de maíz Perla Amarillo y Perla Blanco en cuatro localidades de la sierra de Chihuahua. Tesis de MC. C.P. ENA. Chapingo, México. p. 7-21.
- Reyes C., P. 1965. Efectividad de la selección masal en el maíz. In Memoria del Primer Congreso. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 77-88.
- Reyes C., P. 1980. Diseños de experimentos aplicados. Edit. Trillas. México. pp. 265-267.
- Ross, W.M., C.O. Gardner, and P.T. Nordquist. 1971. Population breeding in sorghum. In: Proc. 7th Biennial Grain Sorghum Res. and Utilization Conf. 24 Mar. Lubbock, Tx. Grain Sorghum Producer Association. Lubbock Tx. pp. 93-98.
- Ross, W.M., and C.O. Gardner. 1983. The mechanics of population improvement in sorghum. Proceedings of the plant breeding methods and approaches in sorghum work shop for

Latin America. INISORMIL - INIA - ICRISAT. México.

pp. 10-19.

Sepúlveda P., J.M. 1975. Evaluación de dos métodos de selección masal modificada en la variedad de maíz (Zea mays L.) Pedro García en el Municipio de Gral. Escobedo, N.L. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, UANL. Monterrey, N.L. pp. 3-4.

Sprague, G.F., and S.A. Eberhart. 1977. Corn breeding. In: G.F. Sprague (Ed.). Corn and corn improvement. Agronomy 18:305-362.

Vallejo H., L. 1981. Comparación de métodos de mejoramiento para adaptabilidad bajo dos sistemas de selección en la variedad de maíz Zac. 58. Tesis de MC. C.P. Chapingo, México. pp. 3-9.

Van der Have, D.J. 1979. Plant breeding perspectives. Pudoc, Wageningen. p. 108.

APENDICE

Cuadro 1 A. Reporte climático mensual de Enero a Diciembre de 1986 en la Estación Meteorológica de la FAUANL. Marín, N.L.

M e s	Precipitacion total mensual (mm)	Temperatura pro medio mensual (° C)	Humedad relativa promedio mensual (%)
Enero	-	14.4	66.3
Febrero	2.5	18.0	65.0
Marzo	9.8	21.4	61.0
Abril	23.9	25.5	69.0
Mayo	106.5	26.1	72.0
Junio	151.7	27.1	79.5
Julio	35.7	29.0	67.0
Agosto	12.1	31.3	65.0
Septiembre	189.7	27.5	71.0
Octubre	89.0	22.0	77.0
Noviembre	24.6	15.4	78.0
Diciembre	77.0	12.5	85.6

Cuadro 2 A. Análisis de varianza para el carácter altura de planta. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. Cal.	Significancia
Bloques	3	215.939	5.519	**
Tratamiento	5	2046.648	52.306	**
Error	15	39.128		

CV = 4.8385%
 \bar{X} = 129.28

Cuadro 3 A. Análisis de varianza para el carácter longitud de excursión. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. Cal.	Significancia
Bloques	3	6.985	0.691	NS
Tratamiento	5	30.749	3.043	*
Error	15	10.105		

CV = 45.93%
 \bar{X} = 6.92

Cuadro 4 A. Análisis de varianza para el carácter longitud de panícula. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. Cal.	Significancia
Bloques	3	6.689	4.372	*
Tratamiento	5	9.944	6.500	**
Error	15	1.530		

CV = 5.32%
 \bar{X} = 23.22

Cuadro 5 A. Análisis de varianza para el carácter días a madurez fisiológica. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. Cal.	Significancia
Bloques	3	7.759	2.196	NS
Tratamiento	5	625.525	177.043	**
Error	15	3.533		

CV = 1.669%
 \bar{X} = 112.60

Cuadro 6 A. Análisis de varianza para el carácter rendimiento biológico. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. Cal.	Significancia
Bloques	3	1173.616	4.794	*
Tratamiento	5	2110.109	8.619	**
Error	15	244.814		

CV = 14.40%
 \bar{X} = 108.64

Cuadro 7 A. Análisis de varianza para el carácter rendimiento económico. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. Cal.	Significancia
Bloques	3	160.735	2.276	NS
Tratamiento	5	247.044	3.498	*
Error	15	70.616		

CV = 22.08%
 \bar{X} = 38.05

Cuadro 8 A. Análisis de varianza para el carácter índice de cosecha. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

F.V.	G.L.	C.M.	F. Cal.	Significancia
Bloques	3	0.002	2.031	NS
Tratamiento	5	0.005	4.676	**
Error	15	0.001		

CV = 9.03%

\bar{X} = 0.35

NS = No significativo

* = Significativo

** = Altamente significativo

Cuadro 9 A. Correlaciones fenotípicas encontradas para los site caracteres bajo estudio, en la población C₀. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

	AP.	LE.	LP.	DMF.	RB.	RE.	IC.
AP.	0.3197**	0.4554**	0.0417 NS	0.2710**	0.2219**	-0.0487 NS	
LE.		-0.0797 NS	-0.0486 NS	-0.1897**	-0.2094**	-0.0355 NS	
LP.			-0.0417 NS	0.4340**	0.4030**	-0.0179 NS	
DMF.				-0.1616**	-0.1325*	0.0274 NS	
RB					0.7457**	-0.2450**	
RE.						0.4005**	
IC.							

NS = No significativo
 * = Significativo
 ** = Altamente significativo

Cuadro 10 A. Correlaciones fenotípicas encontradas para los siete caracteres bajo estudio, en la población C₁₁. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

	AP.	LE.	LP.	DMF.	RB.	RE.	IC.
AP.	0.2641**	0.3115**	0.0923 NS	0.3710**	0.2666**	-0.1910**	
LE.		-0.0338 NS	-0.1008 NS	-0.2387**	-0.1773*	0.0567 NS	
LP.			0.0048 NS	0.3006**	0.3172**	-0.0102 NS	
DMF.				-0.0982 NS	-0.1291 NS	-0.0415 NS	
RB.					0.8045**	-0.2612**	
RE.						0.3022**	
IC.							

NS = No significativo
 * = Significativo
 ** = Altamente significativo

Cuadro 11 A. Correlaciones fenotípicas encontradas para los siete caracteres bajo estudio, en la población C₁₂. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench. Marín, N.L. 1986.

	AP.	LF.	LP.	DMF.	RB.	RE.	IC.
AL.	0.2882**	0.1519*	0.2156**	0.2492**	0.1480*	-0.1284 NS	
LE.		-0.1122 NS	-0.0960 NS	-0.2291**	-0.2141**	0.0322 NS	
LP.			0.0446 NS	0.3172**	0.3041**	-0.0281 NS	
DMF.				0.0645 NS	0.0474 NS	-0.0143 NS	
RB.					0.80665**	-0.2728**	
RE.						0.3111**	
IC.							

NS = No significativo

* = Significativo

** = Altamente significativo

Cuadro 12 A. Estadísticos poblacionales de los caracteres analizados para las poblaciones C₀, C₁₁ y C₁₂. Respuesta a la selección masal estratificada bajo dos criterios en la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench). Marín, N.L. 1986.

	ALTURA DE PLANTA			LONGITUD DE EXCERCIÓN			LONGITUD DE PANÍCULA			DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA			RENDIMIENTO BIOLÓGICO			RENDIMIENTO ECONÓMICO			ÍNDICE DE COSECHA		
	C ₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₀	C ₁₁	C ₁₂
MEDIA	143.2	144.5	159.1	9.527	6.724	5.46	21.04	23.51	24.06	123.4	123.9	124.1	96.73	125.2	144.2	34.76	45.80	48.83	0.368	0.372	0.343
MEDIANA	144.4	145.5	157.5	9.069	5.917	5.03	21.17	23.31	23.96	121.5	122.1	122.4	84.28	114.0	134.5	30.00	43.00	46.2	0.371	0.370	0.345
MODA	152.0	165.0	155.0	0.00	0.00	0.00	20.00	22.00	22.00	120.0	120.0	120.0	94.0	114.0	79.0	26.25	39.00	36.3	0.350	0.360	0.380
MÍNIMO	78.0	97.0	112.0	0.00	0.00	0.00	12.0	13.00	15.00	117.0	117.0	113.0	23.0	28.0	56.0	6.30	11.00	12.36	0.050	0.080	0.120
MÁXIMO	210.0	195.0	207.0	26.00	23.00	21.00	32.0	37.00	36.00	144.0	148.0	144.00	292.0	296.0	346.0	92.30	125.00	128.1	0.780	0.830	0.520
RANGO	132.0	98.0	95.0	26.00	23.00	21.00	20.00	24.00	21.00	27.00	31.0	31.00	269.0	268.0	290.0	86.0	114.00	115.7	0.730	0.750	0.400
ERROR STD.	1.331	1.506	1.671	0.393	0.484	0.451	0.207	0.328	0.334	0.341	0.448	0.481	2.786	4.345	5.056	1.075	1.679	1.745	0.007	0.008	0.007
σ STD.	22.15	18.810	19.194	6.541	6.041	5.182	3.449	4.093	3.841	5.678	5.591	5.526	46.37	54.26	58.08	17.89	20.96	20.05	0.119	0.101	0.085
VARIANZA	491.03	353.83	368.4	42.77	36.49	26.85	11.89	16.754	14.75	32.24	31.26	30.53	2150.7	2945.1	3374.0	320.1	439.6	402.0	0.014	0.010	0.007

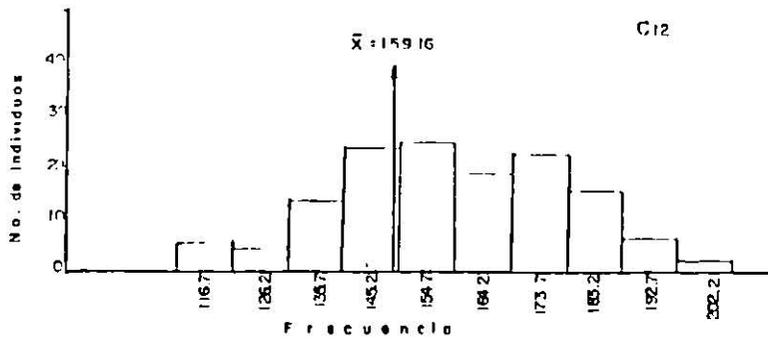
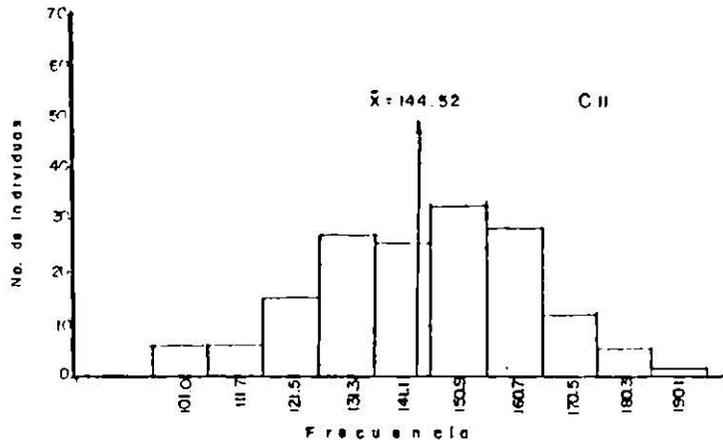
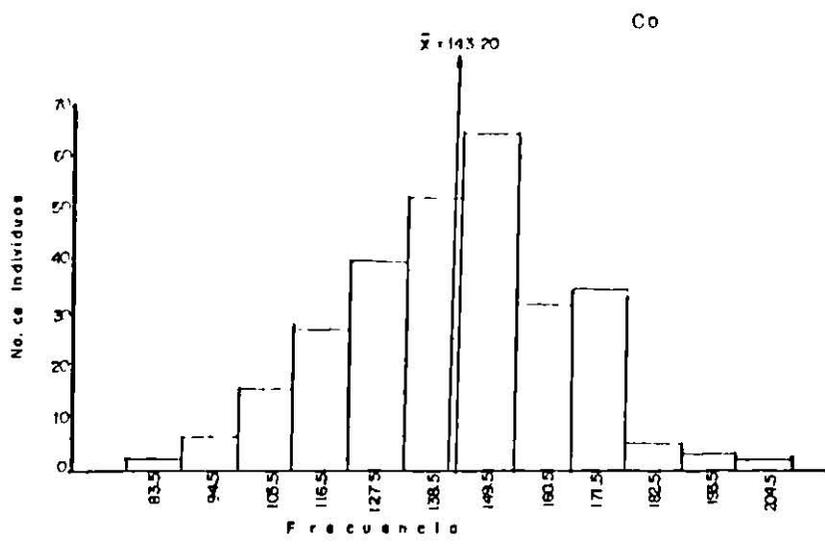


Figura 1 A. Distribución de frecuencias para el carácter altura de planta de la población US/B de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C₁₁ y C₁₂.

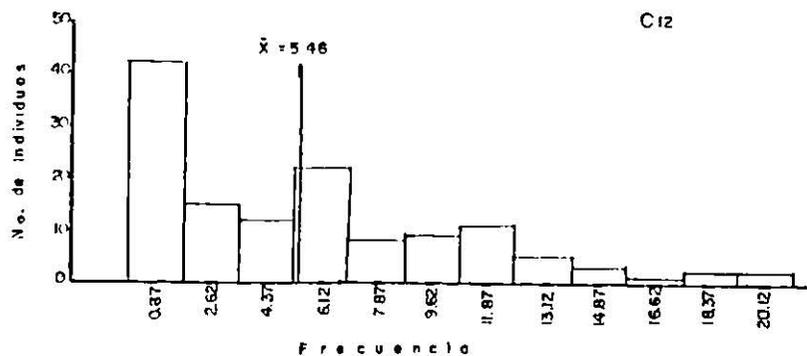
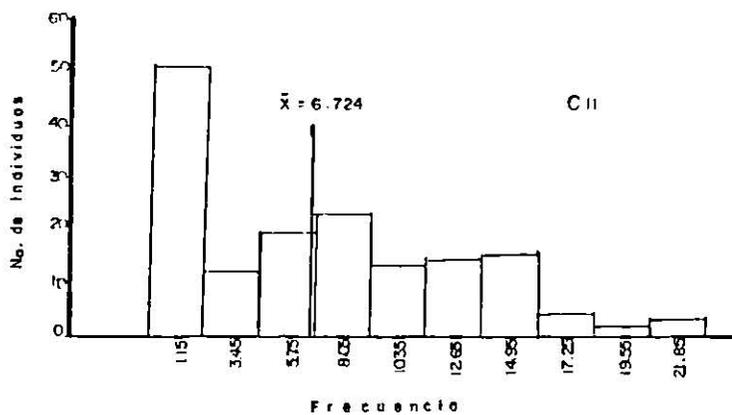
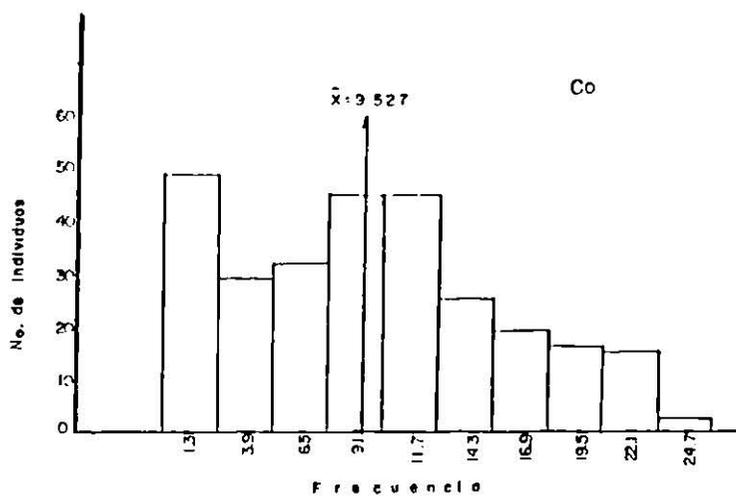


Figura 2 A. Distribución de frecuencias para el carácter longitud de excursión de la población US/B de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C₁₁ y C₁₂.

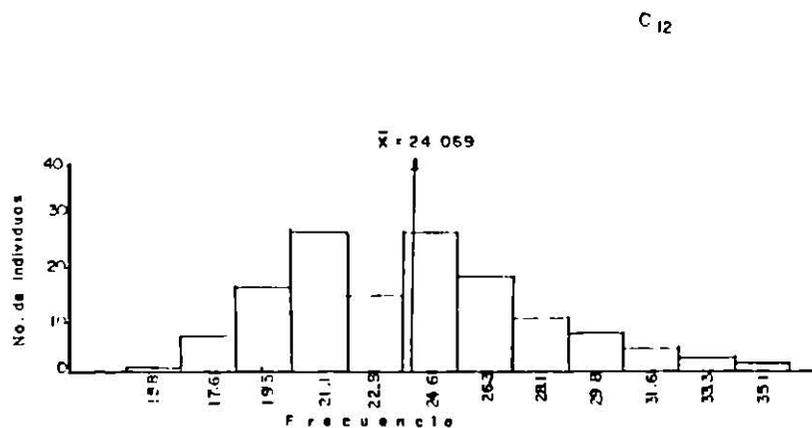
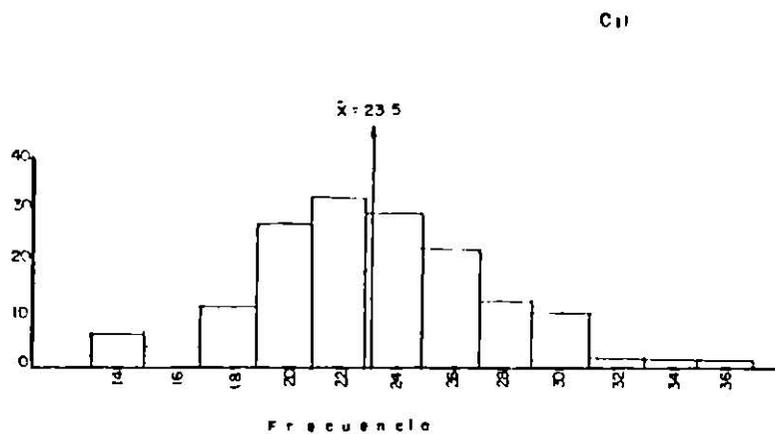
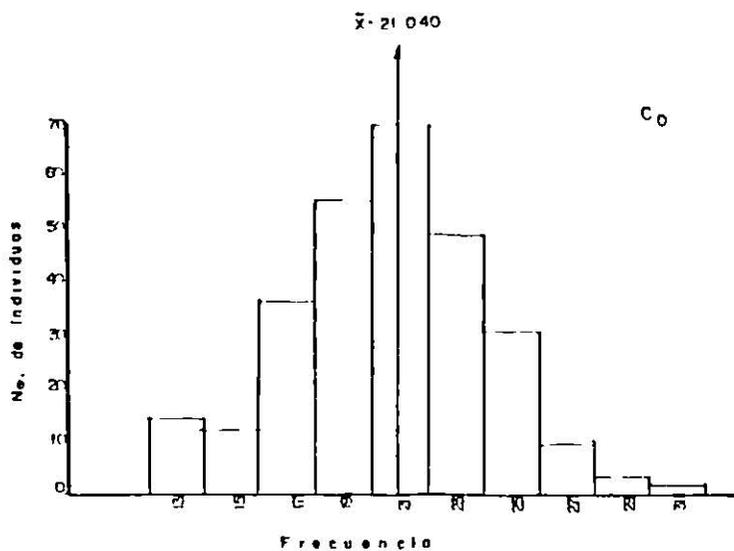


Figura 3 A. Distribución de frecuencias para el carácter longitud de panícula de la población US/B de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C_{11} y C_{12} .

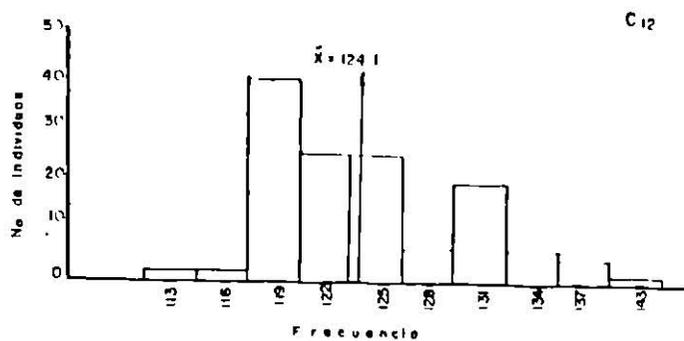
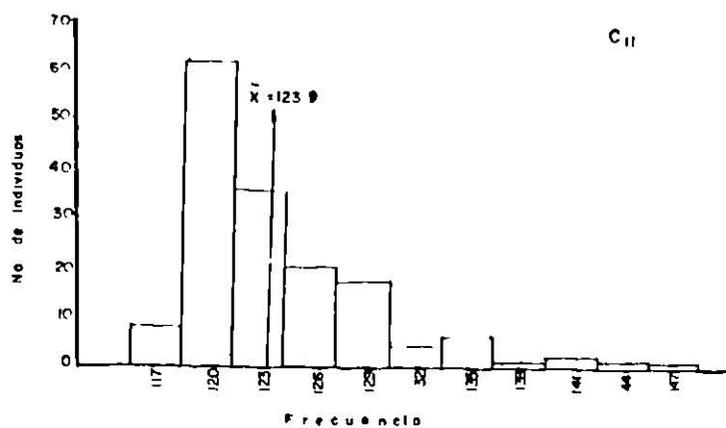
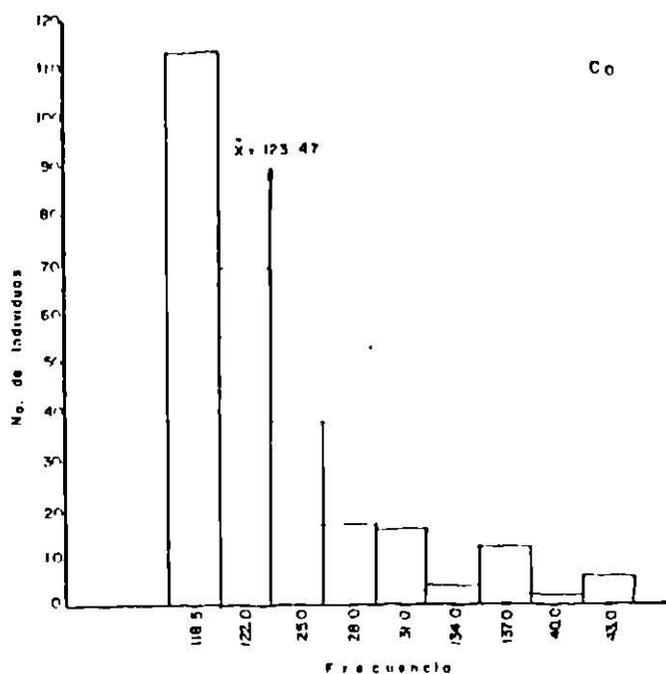


Figura 4 A. Distribución de frecuencias para el carácter días a madurez fisiológica de la población US/B de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C₁₁ v C₁₂.

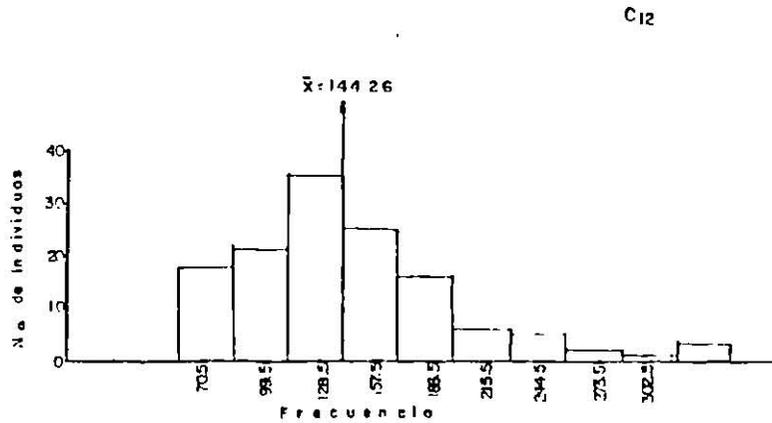
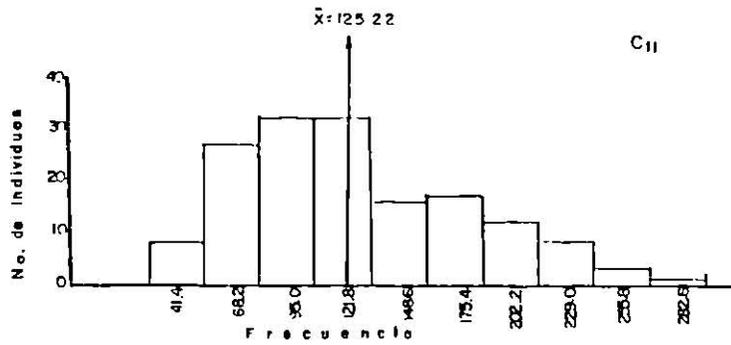
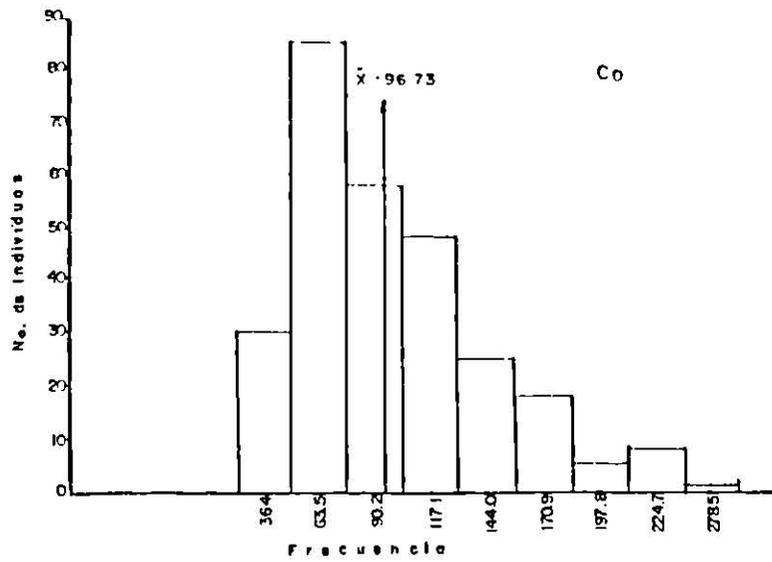


Figura 5 A. Distribución de frecuencias para el carácter rendimiento biológico de la población US/B de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C₁₁ y C₁₂.

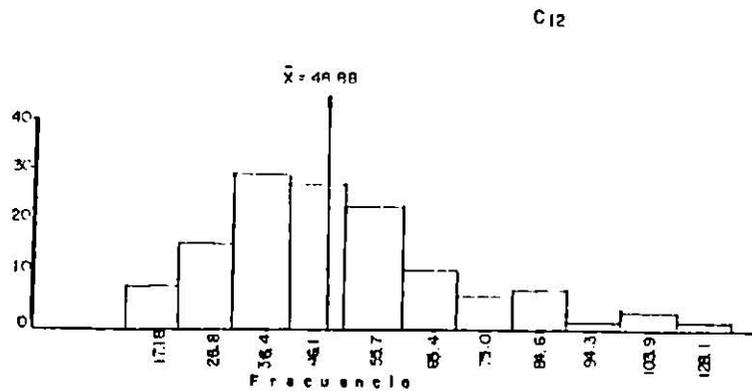
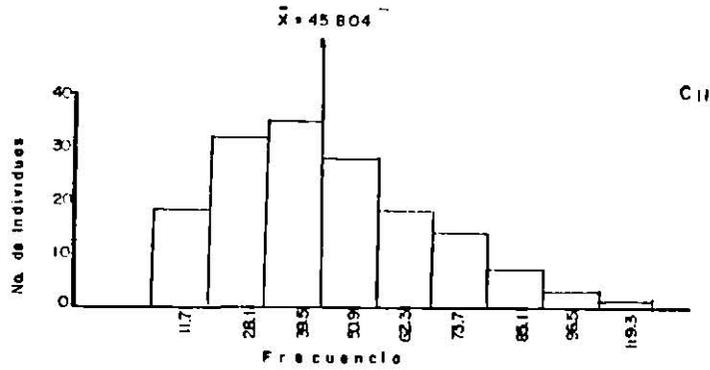
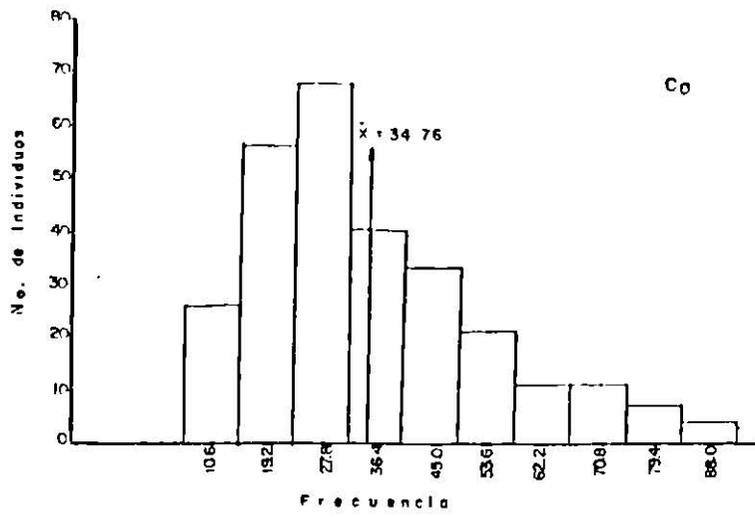


Figura 6 A. Distribución de frecuencias para el carácter rendimiento económico de la población US/B de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C₁₁ y C₁₂.

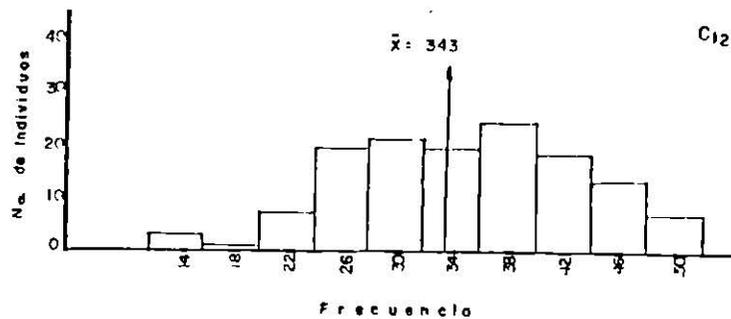
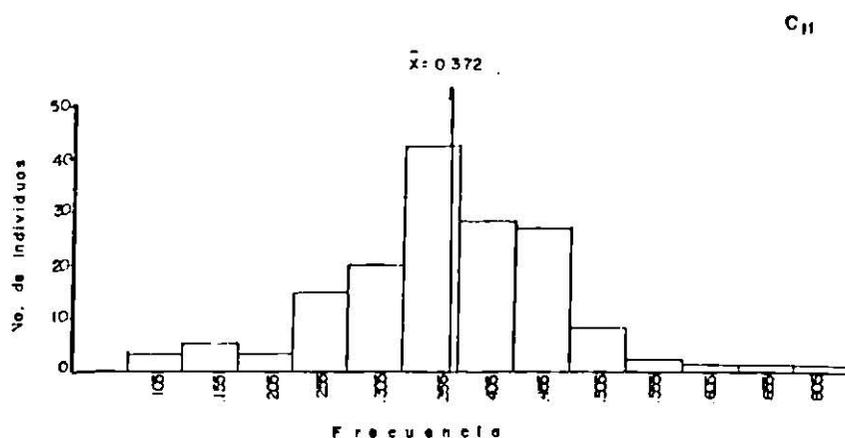
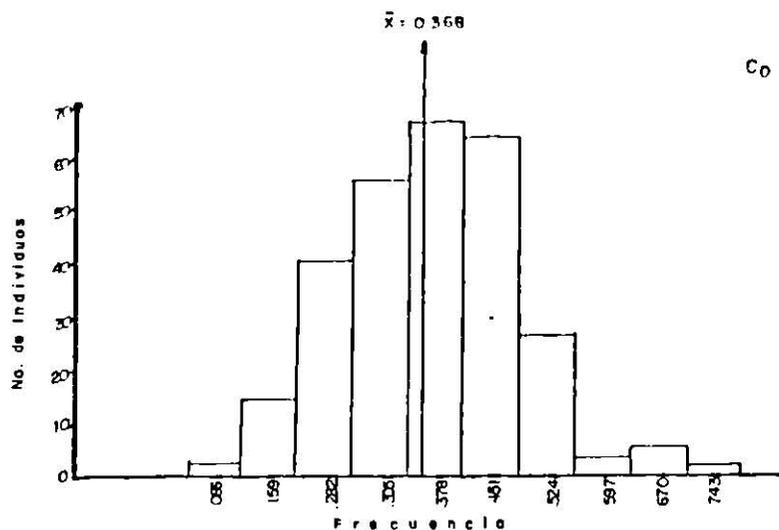


Figura 7 A. Distribución de frecuencias para el carácter índice de cosecha de la población US/B de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) y sus poblaciones avanzadas C₁₁ y C₁₂.

