

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



SELECCION FAMILIAL DE AUTOHERMANOS EN LA
POBLACION DE SORGO (Sorghum bicolor (L.) Moench)
NLPI PARA CONDICIONES DE TEMPORAL EN
MARIN, N. L. (1983)

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA
CARLOS FAUSTINO BENITEZ ORDUÑA

MARIN, N. L.

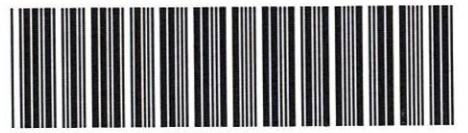
OCTUBRE DE 1984

T

SB235

B4

c.1



1080060962

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



SELECCION FAMILIAL DE AUTOHERMANOS EN LA
POBLACION DE SORGO (Sorghum bicolor (L.) Moench)
NLPI PARA CONDICIONES DE TEMPORAL EN
MARIN, N. L. (1983)

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

CARLOS FAUSTINO BENITEZ ORDUNA

MARIN, N. L.

OCTUBRE DE 1984

Ben

5822

T
SB 235
B4



040.633

FA14

1984

C.5

Esta Tesis fue realizada en el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo, CIA-FAUANL (Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León), ha sido aprobada por el Comité Supervisor como requisito parcial para optar por el grado de:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

Marín, N. L., Octubre de 1984.

COMITE SUPERVISOR:

Presidente


Ing. M. C. Leonel Romero Herrera.

Secretario:


Ing. M. C. Carlos H. Sánchez Saucedo.

Vocal:


Ing. M. C. Maurilio Martínez Rodríguez.

Vocal:


Ing. M. C. Francisco Zavala García.

DEDICATORIA

A mis Padres:

ENRIQUE BENITEZ MARTINEZ

MARIA EUGENIA ORDUÑA DE BENITEZ

con amor y respeto.

A mis hermanos:

LUIS ENRIQUE

MARIA EUGENIA

A MIS COMPAÑEROS DE GENERACION.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. M. C. Leonel Romero Herrera por la dirección y apoyo que me brindó en la realización del presente trabajo.

Al Ing. M. C. Carlos H. Sánchez Saucedo por su asesoramiento y cooperación para cumplir los objetivos de este estudio.

Al Ing. M. C. Maurilio Martínez Rodríguez e Ing. M. C. Francisco Zavala García por el interés mostrado en la revisión de este escrito.

Al personal que labora en el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la UANL, por su valiosa colaboración en los trabajos de campo.

A las Señoritas María Teresa y Korina López Cruz por la desinteresada ayuda que me otorgaron para la culminación del presente trabajo.

A mis compañeros y primos con los cuales en el transcurso de la carrera convivimos en el mismo hogar.

CONTENIDO

	PAGINA
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	viii
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS DEL APENDICE	x
I. INTRODUCCION	1
II. LITERATURA REVISADA	3
2.1. Poblaciones recombinantes de sorgo	3
2.1.1. Androesterilidad ^{en} en sorgo	6
2.1.2. Selección recurrente	9
2.1.3. Selección familiar o evaluación de progenie	11
2.1.4. Selección familiar de autohermanos.	12
2.2. Precocidad	15
2.3. Rendimiento	18
III. MATERIALES Y METODOS	21
3.1. Localidad de prueba	21
3.2. Materiales	21
3.2.1. Material genético	21
3.3. Métodos	22
3.3.1. Etapas de la fase de campo	22
3.3.2. Diseño Experimental	23
3.3.3. Toma de datos	23

3.3.4. Estimación de parámetros genéticos ...	27
3.3.4.1. Varianza genotípica y fenotípica.	27
3.3.4.2. Respuesta a la selección.....	27
3.3.4.3. Heredabilidad de los caracteres.	28
3.3.4.4. Coeficiente de variación genotípico y fenotípico.	28
3.3.5. Humedad en el suelo en la etapa de evaluación de familias.....	28
3.3.5.1. Condiciones de humedad en la siembra	29
3.3.5.2. Bloques de fibra de vidrio...	29
IV. RESULTADOS	32
4.1. Respuesta a la selección	32
4.1.1. Análisis de varianza	32
4.1.2. Varianzas genotípicas	34
4.1.3. Varianzas fenotípicas	34
4.1.4. Heredabilidad de los caracteres	36
4.1.5. Respuesta esperada a la selección	36
4.2. Correlaciones fenotípicas	37
4.3. Humedad en el suelo en la etapa de evaluación.	39
4.3.1. Comportamiento de las familias de autohermanos considerando las condiciones de humedad en el suelo	43

	PAGINA
V. DISCUSION	53
VI. CONCLUSIONES	64
VII. RESUMEN	66
VIII. BIBLIOGRAFIA	69
IX. APENDICE	74

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO		PAGINA
1	Genes inductores de androesterilidad utilizados en poblaciones de sorgo con apareamiento aleatorio (Ross y Gardner, 1983c).	8
2	Mínimo de generaciones por ciclo para métodos de selección recurrente en poblaciones de sorgo (Ross y Gardner, 1983c).	10
3	Forma del análisis de varianza empleado bajo el diseño de látice.	24
4	Análisis de varianza y coeficientes de variación de 15 características medidas en 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	33
5	Parámetros genéticos estimados para 15 características de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1 a partir del análisis de variación de 144 familias de autohermanos. Marín, N. L. Verano 1983.	35
6	Coeficientes de correlación fenotípicos para 15 características de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1 estimados a partir del análisis de variación de 144 familias de autohermanos. Marín, N. L. Verano 1983.	38
7	Clasificación por la característica días a diferenciación floral de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	44

CUADRO

PAGINA

8	Clasificación por la característica días a floración de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	45
9	Clasificación por la característica días a madurez fisiológica de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	46
10	Valor promedio (3 repeticiones) de cinco características en 15 familias de autohermanos seleccionadas derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	61

FIGURA

1	Localización de los puntos de medición de humedad del suelo en el lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	30
2	Profundidad y colocación de los bloques de fibra de vidrio por punto de medición de humedad del suelo en el lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	30
3	Distribución de frecuencias para las características días a diferenciación floral, días a floración y días a madurez fisiológica y curvas de humedad para cuatro estratos del suelo en la evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	41

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS DEL APENDICE

CUADRO	PAGINA
<p>1A Porcentaje de humedad en el suelo para la de terminación de la lámina de riego de presiem bra en el lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. - Marín, N.L. Verano 1983.</p>	75
<p>2A Valores correspondientes de humedad aprove-- chable con respecto a la resistencia expresa da en miles de ohms. Efecto de la tensión - de la humedad en tres etapas fenológicas del cultivo del trigo durante el invierno 1979 - 1980, en Marín, N.L. (Salinas, <u>et al.</u>,1981).</p>	76
<p>3A Resistencia eléctrica del suelo (miles de - ohms) en el lote de evaluación de 144 fami-- lias de autohermanos derivadas de la pobla-- ción de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983.</p>	77
<p>4A Porcentaje de humedad aprovechable del suelo en el lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de -- sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. - Marín, N.L. Verano 1983.</p>	78
<p>5A Porcentaje de humedad del suelo en el lote - de evaluación de 144 familias de autoherma-- nos derivadas de la población de sorgo (<u>Sor- ghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983.</p>	79

6A	Porcentaje de humedad a capacidad de campo y punto de marchitez permanente para las profundidades específicas de los bloques de fibra de vidrio en el lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) -- Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983.	80
7A	Porcentaje de humedad a capacidad de campo y punto de marchitez permanente para cuatro estratos del suelo del lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) -- Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983.	81
8A	Porcentaje de humedad promedio en el suelo a partir de cinco puntos de medición del lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983.	82
9A	Precipitación (mm) durante la etapa de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983.	83
10A	Valores promedio (3 repeticiones) para cuatro caracteres en 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983.	84

- 11A Promedio general de 15 características medidas en 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) - Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983. 86
- 12A Precipitación pluvial (mm) durante el período Agosto-Diciembre. Estación meteorológica de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Marín, N.L. 87

FIGURA

- 1A Humedad en el perfil del suelo (punto 1) en la evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983. 88
- 2A Humedad en el perfil del suelo (punto 2) en la evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983. 89
- 3A Humedad en el perfil del suelo (punto 3) en la evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983. 90
- 4A Humedad en el perfil del suelo (punto 4) en la evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983. 91

5A	Humedad en el perfil del suelo (punto 5) en la evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	92
6A	Valores de humedad aprovechable del suelo en relación a su resistencia eléctrica (miles de ohms).	93
7A	Distribución de frecuencias por la característica altura a 15 días de emergencia de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	94
8A	Distribución de frecuencias por la característica número de hojas a 15 días de emergencia de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	94
9A	Distribución de frecuencias por la característica días a diferenciación floral de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	95

- 10A Distribución de frecuencias por la característica días a floración de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983. 95
- 11A Distribución de frecuencias por la característica area foliar a diferenciación floral de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983. 96
- 12A Distribución de frecuencias por la característica días a madurez fisiológica de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983. 97
- 13A Distribución de frecuencias por la característica altura a madurez fisiológica de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983. 98
- 14A Distribución de frecuencias por la característica incremento de altura de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983. 98

15A	Distribución de frecuencias por la característica rendimiento biológico de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	99
16A	Distribución de frecuencias por la característica rendimiento económico de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.. . . .	100
17A	Distribución de frecuencias por la característica período de formación de órganos florales de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	101
18A	Distribución de frecuencias por la característica días a llenado de grano de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.. . . .	102
19A	Distribución de frecuencias por la característica índice de cosecha de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.. . . .	103

20A	Distribución de frecuencias por la caracterís <u>tica</u> paja de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.	103
21A	Distribución de frecuencias por la caracterís <u>tica</u> relación grano-paja de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sor <u>go</u> (<u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983.	104

I. INTRODUCCION

En México, más del 60% de su territorio presenta condiciones climáticas de semiaridez o aridez. Por tal motivo, el establecimiento de cultivos en estas zonas tiene como principal limitante la escasa y/o errática distribución de las precipitaciones.

El sorgo cuyos requerimientos hídricos son menores -- que el maíz (Wong, 1979), puede brindar la alternativa de sembrarlo en aquellas áreas donde el cultivo tradicional presenta problemas de producción debido al temporal errático.

Un material genético que presente precocidad, ofrece la ventaja de poder evadir la sequía en zonas donde la precipitación ocurre en un período del año muy restringido. Por lo tanto, en estas regiones es necesario pensar en cultivos que se puedan adaptar, o generar materiales por mejoramiento genético para estas condiciones climáticas.

Tomando en cuenta el grave problema del país, en lo referente a los regímenes pluviales limitados en aproximadamente dos terceras partes de su territorio y considerando que el cultivo del sorgo presenta cualidades de adaptación para estas áreas de temporal errático, además de su importancia económica, se considera adecuado llevar a cabo un proceso de

mejoramiento dentro de una población de sorgo para grano con cualidades de precocidad, para incrementar la capacidad productiva de este material en condiciones de temporal corto y limitado.

Los objetivos que persigue el presente trabajo son los siguientes :

1. Estimar los parámetros genéticos de 15 caracteres estudiados.
2. Seleccionar en base a la humedad en el suelo en las etapas de crecimiento del sorgo y en la relación de éstas con el rendimiento económico y otros caracteres medidos.

Las hipótesis bajo las cuales se desarrolló el presente estudio fueron las siguientes :

1. Todos los caracteres analizados presentan respuesta a la selección.
2. Existe relación entre la precocidad y los bajos rendimientos económicos.
3. Las curvas de humedad en el suelo son útiles en la detección de familias prometedoras para condiciones de temporal errático.

II. LITERATURA REVISADA

2.1 Poblaciones recombinantes de sorgo.

Una población es una comunidad de individuos que se aparean al azar y comparten una fuente genética común. Las poblaciones pueden ser de origen natural (como variedades -- criollas) o artificiales (compuestos o sintéticos) (House, 1982).

Un compuesto se desarrolla intercruzando, tres o cuatro generaciones, variedades o líneas de polinización libre seleccionadas por su diversidad. Los padres se seleccionan en base a su comportamiento individual o a su aptitud combinatoria general; tales poblaciones compuestas se hacen para su utilización en programas de selección recurrente (House, 1982).

Con la incorporación de genes inductores de androesterilidad para promover la polinización cruzada, se han desarrollado poblaciones de sorgo con apareamiento aleatorio -- (Ross y Gardner, 1983 d).

Para evitar la contaminación por polen extraño, se emplean campos aislados para la realización del apareamiento aleatorio (Ross, 1983). ICRISAT* (1981) aconseja para sorgo, cuando menos, 300 m de separación entre lotes aislados en relación a otros sorgos o de 20 a 30 días de diferencia en la

*ICRISAT = International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics.

siembra entre ellos. Ross (1973) señala que los lotes aislados para este cultivo deben estar a un mínimo de mil pies (304 m) de otros sorgos y si no es posible, el uso de diferentes fechas de siembra es lo adecuado, práctica muy generalizada en Puerto Rico donde la tierra es limitada.

La propagación de poblaciones de sorgo requiere la utilización de semilla de plantas androestériles para que en estas panojas se presente recombinación aleatoria (Ross y Gardner, 1983d).

La primera población de sorgo con apareamiento aleatorio fué desarrollada por Webster alrededor de los años 50 en Nebraska utilizando androesterilidad citoplásmica, posteriormente, fueron desarrolladas diversas poblaciones en Africa Occidental por Andrews; en Africa Oriental por Doggett y Jowett; en Estados Unidos por Gardner, Nordquist, Ross y Oswalt; en Australia por Downs y en ICRISAT por Bholá Nath y Doggett. La mayoría de estas poblaciones fueron desarrolladas bajo androesterilidad genética (Bholá Nath, 1981).

Betancourt y Jasa (1983) señalan que el desarrollo de poblaciones de sorgo ha adquirido importancia en los últimos ocho años; sin embargo, las ganancias en rendimientos atribuídas a esta metodología han sido pequeñas. Destacan también que el método poblacional se utiliza cuando se está tratando de resolver varios problemas a la vez, tal es el --

caso de resistencia múltiple a enfermedades como ocurre en ciertas regiones de Africa.

Maya (1982) indica que se han venido desarrollando poblaciones de trigo con ciertas características fenotípicas, utilizando un mutante natural de androesterilidad génica, con el objeto de provocar la recombinación genética asociada con la acumulación de factores hereditarios positivos, como genes de resistencia a las diferentes razas de roya.

La incorporación de variabilidad genética suficiente en la población base es un requisito para el mejoramiento, la cual está determinada por el número de padres utilizados. Otro factor importante es el tener la media de la población inicial a un nivel alto para que afecte positivamente a la población después de la selección (Bhola Nath y Lawrence, 1981).

Betancourt y Jasa (1983) señalan que las ventajas del proceso de mejoramiento utilizando poblaciones son: que se pueden realizar un gran número de cruza, se rompen bloques de ligamiento factorial, permite un reservorio de genes y la acción de la selección natural, así como la manifestación de caracteres con herencia recesiva deseable.

Las poblaciones son útiles al mejorador de sorgo como una fuente continua de nuevos materiales para el vivero de

mejoramiento (House, 1982). Andrews, et al, (1981) indican - que los progresos en el desarrollo de híbridos es proporcional al mejoramiento de poblaciones usadas como fuente de ger moplasma.

Las limitaciones en el mejoramiento de poblaciones - de sorgo, incluyen vulnerabilidad citoplásmica, desviaciones hacia mayor altura y ciclo mas tardío (Ross y Gardner, - - 1983d); esto último se debe a que el factor genético para altura es dominante, por lo tanto, una población de plantas intercruzándose tienen a volverse más altas y tardías - -- (House, 1982).

Ross (1973) concluye que el problema en el mejora- - miento poblacional resulta principalmente del gran tamaño de los experimentos; donde señala que en una prueba de rendi- - miento con varios cientos de tratamientos por repetición, ca si siempre presenta problemas de heterogeneidad en el suelo, análisis estadísticos complejo y operaciones de manejo (como cosecha y trilla) muy laboriosos.

2.1.1. Androesterilidad en sorgo

El sorgo es considerado como una especie normalmente autógama; sus flores perfectas permiten una polinización cru zada que varía de 0 a 10% con un promedio de 2%, aunque en - casos excepcionales se puede manejar como especie alógama --

(Betancourt y Jasa, 1983).

La androesterilidad genética en sorgo es causada por genes recesivos simples, siendo el gen ms_3 el más extensamente usado, debido a que expresa la esterilidad masculina en forma eficiente y estable en ambientes diferentes; así también, ha sido de utilidad para esta característica la condición recesiva del gen ms_7 y el gen sin anteras "al"; la esterilidad masculina génica se utiliza principalmente en los compuestos de sorgo para aumentar el nivel de recombinación (House, 1982).

El gen ms_3 fué descubierto por Webster en 1965, siendo utilizado en diversas poblaciones de Nebraska (Nordsquit, et al., 1977 y Ross, et al., 1977, citados por Ross y Gardner, 1983a) y en la actualidad es probablemente el gen más usado para androesterilidad en poblaciones de sorgo (Ross y Gardner, 1983a).

En estado homocigótico recesivo del gen ms_3 expresa una androesterilidad buena y no presenta problemas de errática fecundación de las florecillas bajo polinización abierta (Ross y Gardner, 1983a).

Las anteras de las plantas de sorgo androestériles, por efecto del gen ms_3 ó ms_7 , presentan tonalidades blancas

o amarillo claro, lo que hace que se distingan de las plantas con anteras fértiles (Bhola Nath, 1981). Ross (1973) señala que por lo general, la homocigosis recesiva del gen ms_3 es fácil de identificar cuando la cantidad de polen es adecuado en las plantas fértiles.

En el Cuadro 1 se exponen los genes principales para la esterilidad masculina en sorgo.

CUADRO 1. Genes inductores de androesterilidad utilizados en poblaciones de sorgo con apareamiento aleatorio - (Ross y Gardner, 1983 c).

Gen	Característica	Referencia
al	Sin anteras, pistiloide, errática formación de granos.	Karper y Sthepens (1936)
* ms_1	Androesterilidad buena, receptividad alta.	Agyangar y Ronnaiya (1937)
ms_2	Esterilidad femenina, escasa formación de granos.	Sthephens (1937)
* ms_3	Androesterilidad buena, receptividad alta.	Webster (1965)
* ms_7	Androesterilidad buena, receptividad alta.	Andrews y Webster (1971)

* Genes preferidos

2.1.2. Selección recurrente

El término selección recurrente describe sistemas cí clicos de selección en poblaciones, en donde se involucran una fase de prueba y una de recombinación (House, 1982)

Las poblaciones de apareamiento aleatorio permiten selección recurrente, lo cual involucra tres fases: derivación, evaluación y recombinación de plantas individuales o familias. En los métodos de selección recurrente está incluida la selección masal, selección de medios hermanos, de hermanos completos, la prueba de autohermanos ó S_1 , prueba de S_2 y la selección recíproca-recurrente (Ross y Gardner, 1983 d).

Andrews, et al., (1981) señalan que los métodos de selección masal, selección de medios hermanos, selección de hermanos completos, prueba de S_1 o de S_2 , se pueden utilizar para el mejoramiento intrapoblacional de sorgo y mijo.

El tipo de heredabilidad del carácter a mejorar, el número de generaciones por año, la mano de obra, los recursos financieros y el nivel de polinización cruzada son facto res importantes en la elección del sistema de mejoramiento poblacional en sorgo (House, 1982). En el Cuadro 2 se mencionan los métodos que se pueden emplear, así como ciertos requerimientos.

CUADRO 2. Mínimo de generaciones por ciclo para métodos de selección recurrente en poblaciones de sorgo - - - (Ross y Gardner, 1983c)

Tipo de selección recurrente	Mínimo de generaciones por ciclo.	requerimientos de cruza manual
Selección masal (planta con polinización abierta).	1	no
Selección masal (planta autopolinizada)	2	no
Selección familiar de medios hermanos.	3	no
Selección de hermanos completos	3	si
Prueba de S_1 (autohermanos) por sí mismos.	3	no
Prueba de S_1 (autohermanos) cruzada de prueba.	3	si
Prueba de S_2	4	no

Jan Orn (1973) indica que la selección de medios hermanos y hermanos completos pueden ser realizadas en dos generaciones por ciclo, evitando la fase de recombinación al fecundar con polen de todas las familias (en la etapa de evaluación), ciertas plantas de cada familia y usando esta semilla para el ciclo de prueba siguiente.

Eberhart (1970), citado por Hallauer (1981), señala que los métodos de selección recurrente han sido aplicados - en algunas poblaciones de sorgo para resistencia a enfermedades, insectos e incremento de rendimiento. La ventaja de - usar selección recurrente radica en la concentración sistemática de alelos favorables, lo cual facilita la obtención de líneas o cultivares (Ross y Gardner, 1983d). Otra de las - características importantes que se pueden obtener por el uso de selección recurrente, es el mantenimiento de la variabilidad genética, esencial para continuar realizando el desarrollo genético (Bhola Nath y Lawrence, 1981). Doggett (1968, 1972), Doggett y Eberhart (1968) y Eberhart (1970), citados por Hallauer (1981), sugieren usar métodos de selección recurrente en sorgo cuando interese seleccionar para efectos genéticos aditivos.

2.1.3. Selección familiar o evaluación de progenie.

La selección familiar o evaluación de progenie re- - quiere la obtención de familias, pruebas de rendimiento y -- otras características, así como la recombinación de la fracción seleccionada, en la recombinación se utiliza semilla remanente (Ross, 1973).

Ross y Gardner (1983c) señalan que la selección recurrente familiar en sorgo fué propuesta por Doggett y - -- Eberhart en 1968 y el asunto fué tratado nuevamente por Ross,

et al., en 1971, Gardner y Eberhart en 1972 y Ross en 1973. - Los primeros resultados favorables provenientes de la selección recurrente familiar fueron obtenidos en Africa (Doggett, 1972, citado por Ross y Gardner, 1983b).

Los sistemas de selección familiar están basados bajo la premisa de que la evaluación de la progenie es un buen predictor del valor genético del padre (Ross y Gardner, - - 1983b).

Los procedimientos de evaluación familiar son más laboriosos que los de selección masal, ya que se necesita más tiempo, ocupan mucho espacio y el costo es mayor; además, es necesario que de cada familia se tenga suficiente semilla para poder sembrar repeticiones, tener para replantar en caso de fallas y dejar semilla remanente, la cual se utiliza en la etapa de recombinación de las familias seleccionadas - - (Ross y Gardner, 1983b).

Ross (1973) menciona que en la evaluación de un número grande de familias se utiliza el diseño de bloques incompletos, porque son más eficaces que el diseño de bloques al azar.

2.1.4. Selección familiar de autohermanos

La selección de familias S_1 es el esquema de mejora-

miento más efectivo para sorgo (Gardner, 1972, citado por House, 1982). Las panojas de sorgo de plantas androfértiles pueden cubrirse con bolsas al inicio de la antesis, para asegurar la autofecundación, o solo etiquetarlas para asegurar que las panojas androfértiles se cosechen en la madurez. -- Las plantas seleccionadas se cosechan y trillan por separado; cada panoja forma una familia S_1 . Basándose en ensayos de rendimiento u otros caracteres, la semilla remanente de las familias seleccionadas se siembra y se cosechan solamente panojas androestériles, para asegurar la recombinación; esta semilla se mezcla y se siembra para después identificar las panojas androfértiles e iniciar un nuevo ciclo de prueba (House, 1982).

Doggett en 1972 (citado por Bhola Nath y Lawrence, 1981) obtuvo en sorgo una ganancia extraordinaria de 65% en rendimiento económico comparado con la población base, después de un ciclo de selección de familias de autohermanos.

Jan Orn, et al., (1976), citados por Bhola Nath (1981), compararon los métodos de selección masal, de medios hermanos y de familias S_1 (autohermanos) en la población de sorgo NP3R, obteniendo la respuesta máxima a la selección para rendimiento de grano en la evaluación de familias de autohermanos.

Romero (1981) al comparar la selección familiar de - medios hermanos, de hermanos completos y de autohermanos en dos localidades y dos poblaciones de sorgo, obtuvo el mayor avance genético esperado para la evaluación de autohermanos, tanto en el análisis por localidad como en el combinado.

Bhola Nath y Lawrence (1981) señalan que para caracteres de baja heredabilidad y donde sea posible avanzar tres generaciones por año, la ganancia esperada por año es mayor en la prueba de progenie S_1 comparado con la selección masal, prueba de medios hermanos, de hermanos completos y prueba de S_2 .

Las poblaciones de sorgo NP3R, NP5R y NP7BR fueron - evaluadas por Ross (1973) bajo selección de familias de autohermanos. En el primer ciclo de prueba, las familias provenientes de las poblaciones NP3R y NP5R tuvieron la mejor media de rendimiento y varianza para este carácter, lo cual -- trae consigo que el progreso de mejoramiento sea más eficiente.

Ross y Gardner (1983b) señalan que en sorgo es preferible la selección de familias de autohermanos en relación a la selección familiar de medios hermanos y hermanos completos, ya que sus resultados son más efectivos.

Ross (1973) indica que la selección masal y prueba de autohermanos son utilizados en sorgo para mejorar la resistencia a insectos y para incrementar las cualidades fisiológicas respecto a soportar calor o tolerar sequía o frío. Señala que diversas poblaciones de sorgo en Kansas son mejoradas contra chinche verde, utilizando la prueba de progenie S_1 , donde las familias son evaluadas en invernadero y recombinada en el campo la fracción seleccionada.

2.2. Precocidad

Los materiales de sorgo granífero, según su ciclo vegetativo, pueden ser precoces, intermedios o tardíos; los últimos dos tipos son los de mayor capacidad productiva (Chávez y Aguirre, 1982).

House (1982) menciona que se han identificado cuatro loci que influyen en la madurez del sorgo, denominados como Ma_1 , Ma_2 , Ma_3 y Ma_4 .

Las plantas de sorgo que retardan la producción del brote floral presentan un tallo grueso y gran número de entrenudos como de hojas, además de floración y madurez tardías. Los materiales de sorgo en donde el brote floral se inicia con rapidez, muestran menor cantidad de entrenudos y hojas, siendo precoces en floración y madurez (Poehlman, 1965).

Pauli, et al., (1964), citados por Jiménez (1979), trabajaron con seis variedades de sorgo con madurez diversa en dos localidades y durante cuatro años, concluyendo que -- las variedades con menos días a floración también requirieron menos días después de la floración para llegar a madurez fisiológica.

Brauer (1969) expone que en muchas regiones del mundo clasificadas como semiáridas, el problema principal de obtener una cosecha está relacionado mas bien con la mala distribución de la lluvia que con la falta absoluta de ella. - En estos casos, una de las soluciones al problema puede lograrse aumentando la precocidad de las especies cultivadas, de modo que en los pocos meses en que se distribuye la lluvia, la planta alcance a crecer y producir una cosecha bajo condiciones de humedad relativamente favorables; no obstante, con estos materiales precoces siempre existe el problema de rendimientos bajos en comparación con los materiales tardíos, debido a su período corto de crecimiento; ésto significa que cuando el año es bueno, las variedades precoces siguen dando una pequeña cosecha, mientras las tardías pueden dar una mayor.

El sorgo es considerado como poseedor de mayor resistencia a sequía que el maíz; sin embargo, las variedades mejoradas actuales no han sido obtenidas para condiciones de

riego; no obstante, algunas se recomiendan para siembras de temporal basándose principalmente en la precocidad (Wong, -- 1979).

Poehlman (1965) por su parte, menciona que mediante la creación de variedades precoces se ha podido ampliar la siembra de sorgo para grano en regiones de mayor altitud, ve ranos más cortos y áreas de precipitación errática y/o esca sa. Indica, además, que la producción de sorgos en las zo-- nas de baja precipitación se ha hecho posible gracias a que las variedades precoces escapan con frecuencia del daño de la sequía, mientras que las más tardías, bajo las mismas con diciones, consumen toda la humedad disponible antes de madu-- rar. Concluye que mediante el uso de materiales precoces se ha podido establecer el cultivo de sorgo para grano en el noreste de Colorado, Nebraska, Dakota del Sur y parte de -- Wyoming en Estados Unidos, aumentando el área de producción en más de 200,000 millas cuadradas.

Robles (1975) recomienda variedades precoces de sor go para siembras de temporal. Alessi y Power en 1976 (cita-- dos por Wong, 1979) señalan que los híbridos precoces de -- maíz pueden ser menos afectados por una sequía severa que -- los híbridos tardíos.

2.3 Rendimiento

La acumulación de sustancias elaboradas por la planta (fotosintetizadas) en los órganos vegetales de importancia para el hombre, se conoce como producción o rendimiento del cultivo (Doggett y Hamblin, 1975, citados por Osuna, - - 1980).

El rendimiento es un carácter clasificado como de herencia cuantitativa desde hace tiempo; esto significa que está afectado por numerosos genes no identificados (Wallace, 1972, citado por Jiménez, 1979).

Como el rendimiento es un carácter complejo, su expresión depende del funcionamiento e interacción de muchos componentes simples; varios autores opinan que no existen genes que controlen el rendimiento per se, sino que se trata de genes que controlan a los componentes de rendimiento -- (Wallace, et al., 1976, citado por Jiménez, 1979).

Se ha considerado que los principales componentes del rendimiento en cereales son el número de granos por unidad de superficie, el cual está determinado por la cantidad de inflorescencias, la de flores por espiga, la proporción de flores que forman el grano y el tamaño de grano (Heslop y Harrison, 1969, Evans y Wardlaw, 1976, citado por Osuna, - 1980).

Poehlman (1965) señala que en el rendimiento de una variedad de sorgo influyen características que son hereditarias como la precocidad, la altura, la susceptibilidad al fotoperíodo y también factores ambientales como la lluvia, la temperatura y la duración del día.

Liang, et al., (1969), citado por Osuna (1980), concluyen que el rendimiento de grano en sorgo está positiva y significativamente correlacionado con peso de panoja, número de granos, días a floración y cantidad de hojas, pero negativamente correlacionado con el al --- ión y de proteínas.

*Copia de la Portada Externa
Hasta 19*

Ca --- en dos localidades, indica que el rendimiento económico en sorgo presenta las correlaciones más altas con el período de llenado de grano y días a madurez fisiológica; además de estas variables de tiempo, encontró, en El Bajío, correlaciones positivas altas de rendimiento económico con número de ramas primarias en la panoja, área de la hoja más grande, número de granos por panoja y peso seco total al momento de la floración y cosecha y en Iguala las correlaciones más altas de rendimiento económico fueron con peso seco total a llenado de grano y cosecha y densidad de grano.

Eastin (1972), citado por Jiménez (1979), considera

Poehlman (1965) señala que en el rendimiento de una variedad de sorgo influyen características que son hereditarias como la precocidad, la altura, la susceptibilidad al fotoperíodo y también factores ambientales como la lluvia, la temperatura y la duración del día.

Liang, et al., (1969), citado por Osuna (1980), concluyen que el rendimiento de grano en sorgo está positiva y significativamente correlacionado con peso de panoja, número de granos, días a floración y cantidad de hojas, pero negativamente correlacionado con el porcentaje de germinación y de proteínas.

Castillo (1980), realizando un estudio en dos localidades, indica que el rendimiento económico en sorgo presenta las correlaciones más altas con el período de llenado de grano y días a madurez fisiológica; además de estas variables de tiempo, encontró, en El Bajío, correlaciones positivas altas de rendimiento económico con número de ramas primarias en la panoja, área de la hoja más grande, número de granos por panoja y peso seco total al momento de la floración y cosecha y en Iguala las correlaciones más altas de rendimiento económico fueron con peso seco total a llenado de grano y cosecha y densidad de grano.

Eastin (1972), citado por Jiménez (1979), considera

que en el pasado el mejoramiento en el rendimiento de sorgo se consiguió principalmente por aumentos en el número de granos, lo cual, según señala, se obtiene en la etapa GS₂ (iniciación floral a antesis) porque en ella se define el número potencial de granos, concluyendo que este carácter es el componente del rendimiento más importante en sorgo.

Además de la capacidad potencial de rendimiento de una variedad de sorgo, puede influir en la producción su resistencia hereditaria a condiciones ambientales adversas como la sequía, las enfermedades o los insectos (Poehlman, -- 1965).

Martin (1941), citado por Wong (1979), señala que el sorgo puede cultivarse en áreas demasiado secas o calientes que serían desfavorables para una buena producción de -- maíz. Pérez (1976), citado por Wong (1979), al hacer un análisis comparativo entre maíz y sorgo en los valles centrales de Oaxaca, encontró que la sequía intraestival afecta a am--bos cultivos, sin embargo, el sorgo tuvo mayor producción de grano.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localidad de prueba

El presente estudio consistió de dos ciclos (temprano y tardío) que se efectuaron durante 1983 en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, localizado en el municipio de Marín, N.L., cuyas coordenadas geográficas son 25°53' de Latitud Norte y 100°03' de Longitud Oeste, con una altitud de 367.3 msnm.

El clima de esta localidad es considerado, según el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1964), como $BS_1(h_1)hx'(e')$, 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; presenta una temperatura media anual sobre los 22°C y la temperatura del mes más frío bajo los 18°C, tiene una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales mayor de 14°C, con un porcentaje de lluvia invernal mayor del 18% de la anual; presenta una precipitación anual de 680 mm.

3.2. Materiales

3.2.1. Material genético

El material genético empleado fué la población de --

sorgo granífero (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1, la cual fue formada por el Programa de Sorgo de la FAUANL. Dicha población muestra la característica de apareamiento aleatorio por poseer el gen ms_3 (androesterilidad genética) y un promedio de floración de 56 días. Este fue el material del ciclo de temprano.

En el ciclo de tardío se utilizaron las 144 familias de autohermanos derivadas en el ciclo anterior, para someterlas a evaluación.

3.3 Métodos

3.3.1. Etapas de la fase de campo.

El presente estudio se llevó a cabo en dos etapas en su fase de campo:

La primera consistió en la formación de familias de autohermanos, a partir de la población NLP1 que fue sembrada en un lote aislada para evitar la contaminación con polen extraño, teniendo un tamaño de un noveno de hectárea, con lo que se aseguró un mínimo de 10000 plantas. La siembra se efectuó en dos fecha (24 de Febrero y 5 de Marzo de 1983) con la finalidad de que se recombinaran las plantas precoces con las tardías.

Para la formación de las familias de autohermanos - se detectaron plantas fértiles al inicio de la antesis, eliminándose las primeras florecillas con anteras y pistilo - - emergidas y se taparon con bolsas de papel para asegurar la autopolinización.

En la segunda etapa se llevó a cabo la evaluación, bajo condiciones de temporal, de 144 familias de autohermanos formados en la etapa anterior; la siembra se efectuó el 8 de Agosto de 1983.

3.3.2. Diseño Experimental

En la etapa de evaluación, se utilizó el diseño lá-tice 12x12 triple parcialmente balanceado; la parcela experimental estuvo formado por un surco de 3 m de longitud, con un espaciamiento entre plantas de 10 cm y una distancia entre surcos de 80 cm.

El análisis de varianza apropiado para el diseño -- que se utilizó se presenta en el Cuadro 3, (adaptado de Rome ro, 1981).

3.3.3. Toma de datos

Las variables consideradas para cumplir los objeti vos de este trabajo en la etapa de evaluación fueron :

CUADRO 3. Forma del análisis de varianza empleado bajo el di seño de látice.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	Esperanza de cuadrados medios
Repeticiones	r-1		
Familias	f-1	MG	$\sigma^2 + r\sigma^2_{G.}$
Error (B.A.)	(r-1) (f-1)	ME	σ^2
Bloques ajust.	r(k-1)		
Error intrabloque	(k-1) (4k-k-1)		
Familias ajust.	f-1	Mg	$\sigma^2_{.} + r\sigma^2_G$
Error efectivo	(k-1) (rk-k-1)	Me	$\sigma^2_{.}$
Total	rf-1	MT	

B.A. = Bloques al azar.

donde :

r = Número de repeticiones

f = Número de familias

k = Número de familias por bloque

σ^2 = Varianza del error del análisis de bloques al azar.

$\sigma^2_{G.}$ = Varianza genética entre familias con promedios ajus tados.

$\sigma^2_{.}$ = Varianza del error del análisis de látice.

σ^2_G = Varianza genética entre familias con promedios ajus tados por látice.

- a). Altura (ALTQ) y número de hojas (NH) a 15 días de emergencia. De 10 plantas por parcela se tomó para cada planta la altura hasta la punta de la hoja mayor extendida y el número de hojas liguladas.
- b). Días a diferenciación floral (DDF). Se muestrearon tres plantas por parcela, detectando la yema floral mediante un corte longitudinal en la parte media del tallo; la presencia en dos plantas como mínimo con yema floral fué el criterio para considerar la parcela que había llegado a diferenciación floral contando los días a partir de la fecha de siembra.
- c). Area foliar en diferenciación floral (AFDF). Area de las hojas liguladas (largo por ancho multiplicado por el factor de corrección 0.75) de cinco plantas por parcela en la etapa de diferenciación floral.
- d). Días a floración (DF). Del día de la siembra hasta la fecha en que el 50% de las plantas de la familia presentaron antesis a un 50% de la panoja.
- e). Días a madurez fisiológica (DMF). La duración en días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela mostraron el 50% de su panoja a madurez fisiológica (capa negra en la base del grano).

- f). Altura a madurez fisiológica (ALTMF). Distancia en centímetros de la base de la planta a la punta de la panoja principal de la planta representativa de la parcela.
- g). Rendimiento biológico (RENDBIO). Después de secar 10 -- plantas por parcela (excluyendo hijos y raíces) por 24 - horas a 95°C, se obtuvo su peso en gramos
- h). Rendimiento económico (RENDECO). Peso en gramos del grano de 10 plantas por parcela secado por 10 horas a 95°C.
- i). Período de formación de organos florales (PFOF). Dife--rencia entre los días a floración y los días a diferen--ciación floral.
- j). Días a llenado de grano (DLLG). Diferencia entre los -- días a madurez fisiológica y días a floración.
- k). Incremento de altura (IALT). Diferencia de la altura a madurez fisiológica y la altura a los 15 días de la emergencia.
- l). Índice de cosecha (IC). Cociente del rendimiento económico sobre el rendimiento biológico.
- m). Paja (PAJA). Diferencia del rendimiento biológico y rendimiento económico.

n). Relación grano-paja (RELGP). Cociente entre el rendimiento económico y la diferencia del rendimiento biológico y rendimiento económico.

3.3.4. Estimación de parámetros genéticos

3.3.4.1. Varianza genotípica y fenotípica.

La estimación de la varianza genotípica entre familias se obtuvo mediante la siguiente ecuación (Cuadro 3) :

$$(MG-ME) \quad (1/r)$$

donde:

MG = Cuadrado medio de familias.

ME = Cuadrado medio del error en bloques al azar.

r = Repeticiones

La estimación de la varianza fenotípica entre familias se obtuvo a partir del cuadrado medio del total (MT).

3.3.4.2. Respuesta a la selección

La respuesta esperada a la selección de familias de autohermanos (R_{AH}) se estimó a través de la ecuación siguiente:

$$R_{AH} = \frac{i \sigma^2 GAH}{\sigma FAH}$$

donde :

σ^2 GAH = Varianza genotípica entre familias de autohermanos.

i = Intensidad de selección, correspondiendo el valor de 1.765 a una presión de selección del 10%.

σ FAH = Desviación standart fenotípica entre familias de autohermanos.

3.3.4.3. Heredabilidad de los caracteres

La heredabilidad se obtuvo en sentido amplio bajo la expresión siguiente :

$$H^2 = \frac{\sigma^2\text{GAH}}{\sigma^2\text{FAH}}$$

3.3.4.4. Coeficiente de variación genotípico y fenotípico

Como las unidades en las que se midieron los caracteres estudiados son diferentes, para poder hacer una comparación de los resultados de las varianzas genotípicas y fenotípicas, es necesario obtener su raíz cuadrada y dividirlos por los respectivos promedios generales para tener los coeficientes de variación genotípicos y fenotípicos; en base a ellos, se efectuó el análisis para estos parámetros genéticos.

3.3.5. Humedad en el suelo en la etapa de evaluación de familias.

3.3.5.1. Condiciones de humedad en la siembra.

En la etapa de evaluación de las familias se simularon las condiciones óptimas de siembra de temporal, donde debe existir en el suelo, como mínimo, el 50% de los requerimientos hídricos totales del cultivo al momento de la siembra; esto se logró por medio de un riego de presiembra dando una lámina de 16 cm, elegida en base al muestreo de humedad (Cuadro 1A*), donde la mayoría de los datos muestran valores próximos a punto de marchitez permanente (Figura 1A-5A) y a los requerimientos hídricos totales aproximados de sorgos precoces que fluctúan alrededor de los 350 mm.

3.3.5.2. Bloques de fibra de vidrio

Las mediciones de humedad del terreno, una vez efectuada la siembra, se llevó a cabo por medio de bloques de fibra de vidrio colocados en cinco puntos del terreno (Figura 1), teniendo cada punto cuatro bloques para otras tantas profundidades del suelo (Figura 2), los cuales representaron los estratos 0-30, 30-60, 60-90 y 90-120 cm.

Los valores obtenidos a partir de los bloques dan la resistencia expresada en miles de ohms; la transformación a humedad aprovechable se obtuvo por medio de la curva en escala semilogarítmica (Figura 6A), de acuerdo con Salinas, et. al., (1981) (Cuadro 2A).

A* = Apéndice

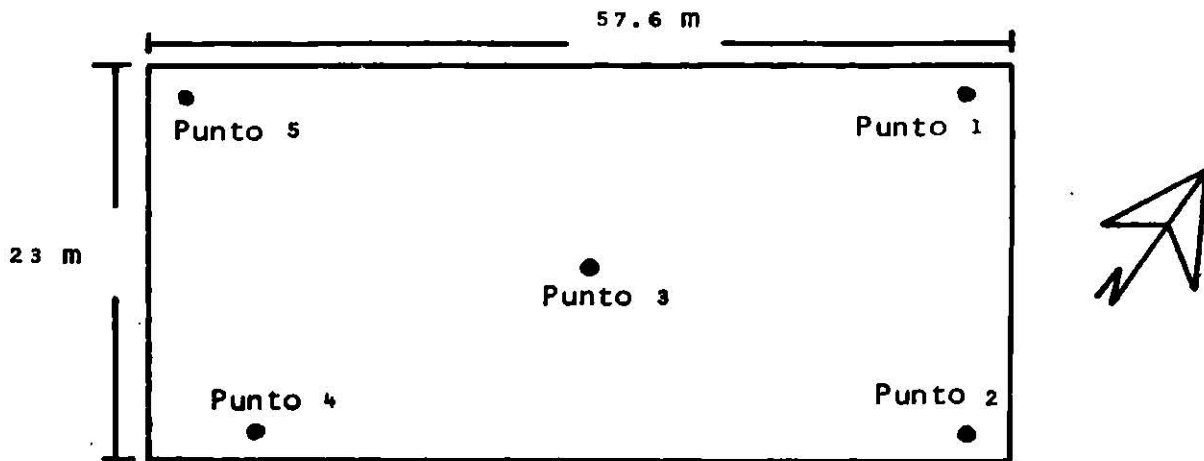


FIGURA 1. Localización de los puntos de medición de humedad del suelo en el lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

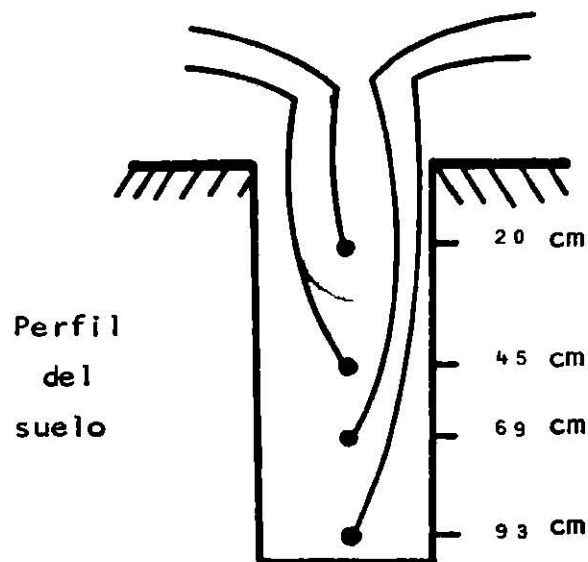


FIGURA 2. Profundidad y colocación de los bloques de fibra de vidrio por punto de medición de humedad del suelo en el lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

Para la transformación de los datos de por ciento de humedad aprovechable a por ciento de humedad en el suelo, se obtuvieron los valores de capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP) para la profundidad específica donde se localizaron los bloques de fibra de vidrio; esto se logró por medio de los valores de CC y PMP de los cuatro estratos que representaron los bloques (para cada uno de los cinco puntos) y colocados en los perfiles de suelo de cada punto (Figuras 1A-5A), para que en base a éstos, obtener los valores de CC y PMP para 20, 45, 69 y 93 cm que son las profundidades en los cuales se ubicaron los bloques de fibra de vidrio.

IV. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en base al análisis estadístico de los caracteres en estudio y a los valores de humedad en el suelo en la etapa de evaluación, siguiendo el orden de los objetivos planteados en este trabajo.

4.1. Respuesta a la selección

4.1.1. Análisis de varianza

Los análisis de varianza de los caracteres considerados se presentan en el Cuadro 4, en donde sólo se consignan los cuadrados medios y los grados de libertad, ya que para todas las variables hubo significancia estadística en su prueba de F para familias. Como en ningún carácter la eficiencia del diseño látice superó a la del diseño bloques al azar, el paquete de cómputo SAS (82.4) analizó los datos bajo este último procedimiento.

Los coeficientes de variación se muestran en el mismo Cuadro 4, variando en un rango de 2.95 a 30.11%, siendo el carácter relación grano-paja el que presenta el valor más alto; el índice de cosecha muestra un coeficiente de variación superior al de rendimiento económico y éste a su vez difiere en décimas con el obtenido para rendimiento biológico. El --

CUADRO 4. Análisis de varianza y coeficientes de variación de 15 características medidas en 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

Cuadrados medios										
	G. L.	DDF	DF	DMF	RENDECO	RENDBIO	DLLG	IALT	ALTQ	
Repeticiones	2	21.9	45.7	31.7	2124.5	162037.4	67.2	415.4	131.1	
Bloques dentro de rep.	33	2.5	4.5	7.7	933.1	14335.1	12.1	177.4	8.6	
Componente B	33	2.5	4.5	7.7	933.1	14333.8	12.1	177.3	8.6	
Familias	143	9.5	44.5	35.7	6556.5	138766.6	36.5	1708.3	27.3	
Error intrabloque	253	2.2	2.4	8.4	743.4	11381.5	10.3	165.5	6.3	
Error B. A.	286	2.3	2.6	8.3	765.3	11722.3	10.5	166.8	6.5	
Total	431	4.8	16.7	17.3	2693.1	54571.4	19.4	679.4	14.0	
C. V.		5.0	2.9	3.0	14.7	14.2	8.3	13.2	12.2	

Cuadrados medios										
	G. L.	IC	PAJA	RELGP	NH	ALTMF	AFDF	PROF		
Repeticiones	2	0.009	144250.9	0.034	1217.3	1013.6	62047.6	6.2		
Bloques dentro de rep.	33	0.003	14993.6	0.015	26.6	145.6	2857.7	3.4		
Componente B	33	0.003	14992.5	0.015	26.6	145.5	2856.9	3.4		
Familias	143	0.014	118330.7	0.059	48.5	1379.4	36651.3	22.1		
Error intrabloque	253	0.002	11476.8	0.011	22.3	162.6	2220.3	3.1		
Error B. A.	286	0.002	11882.6	0.012	22.8	160.6	2293.9	3.1		
Total	431	0.006	47814.9	0.027	36.9	688.4	13970.5	9.4		
C. V.		19.1	18.8	30.1	8.3	10.7	16.6	6.8		

carácter días a floración presenta el coeficiente de variación menor.

4.1.2. Varianzas genotípicas

En el Cuadro 5 se exponen los valores de las varianzas genotípicas y de los coeficientes de variación genotípicos, estos últimos presentan un rango de valores de 3.15 a 37.19%, mostrando el valor más alto el carácter área foliar a diferenciación floral. El índice de cosecha presenta un coeficiente de variación genotípico intermedio entre los valores de rendimiento económico y biológico, siendo superados por los obtenidos para paja y la relación grano-paja. La característica de días a floración presenta uno de los valores más bajos superando sólo a los obtenidos para días a madurez fisiológica, número de hojas a los 15 días y días a diferenciación floral.

4.1.3. Varianzas fenotípicas

Los valores obtenidos para las varianzas fenotípicas se muestran en el citado Cuadro 5, así como los coeficientes de variación fenotípicos; éstos oscilan entre 4.40 y 45.75%. En este parámetro, el índice de cosecha presenta un valor similar al obtenido para rendimiento biológico, los cuales a su vez superan al encontrado para rendimiento económico. La relación grano-paja muestra el coeficiente de va-

CUADRO 5. Parámetros genéticos estimados para 15 características de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1 a partir del análisis de variación de 144 familias de autohermanos. Marín, N. L. Verano 1983.

Característica	σ^2_{GAH}	σ^2_{FAH}	CVG(%)	CVF(%)	H ² (%)	R _{AH} (%)
DDF	2.4	4.8	5.2	7.3	50.3	6.5
DF	13.9	16.7	6.7	7.3	82.8	10.7
DMF	8.9	17.3	3.1	4.4	51.5	3.9
RENDECO	1930.3	2693.1	23.4	27.7	71.6	35.0
RENDBIO	42348.1	54571.4	26.8	30.4	77.6	41.7
ALTQ	6.9	14.0	18.7	17.9	49.1	23.1
NH	8.6	36.9	5.1	10.5	23.4	4.3
ALTMF	526.4	688.4	19.4	22.2	76.4	29.8
AFDF	11452.4	13970.5	37.1	41.0	81.9	59.4
PFOF	6.3	9.4	9.7	11.9	66.9	14.0
DLLG	8.6	19.4	8.3	11.2	44.5	9.8
IALT	513.8	679.4	23.3	26.8	75.6	34.9
IC	0.003	0.006	24.1	30.8	61.4	33.3
PAJA	35482.7	47814.9	32.5	37.7	74.2	49.4
RELGP	0.015	0.027	34.4	45.7	56.5	45.6

riación fenotípico mayor, siendo los caracteres días a flora ción, días a diferenciación floral y días a madurez fisioló- gica en los que se encontraron valores más pequeños el coefi- ciente de variación fenotípico.

4.1.4. Heredabilidad de los caracteres

La heredabilidad en sentido amplio también se pre- senta en el Cuadro 5, en donde se observa un rango de 23.48 a 82.8%; el valor más alto se obtuvo para los días a flora- ción y el menor para el número de hojas a los 15 días. El - rendimiento económico presenta un valor menor que el obteni- do para rendimiento biológico, superando ambos a los valores de heredabilidad encontrados para índice de cosecha y la re- lación grano-paja. Los días a diferenciación floral y días a madurez fisiológica presentan valores similares de hereda- bilidad.

4.1.5. Respuesta esperada a la selección

La respuesta teórica para los distintos caracteres estudiados se presentan en el Cuadro 5. El rango de valores obtenidos se encuentra desde 3.99 a 59.44%, estando el rendi- miento económico dentro de los caracteres con valores más - elevados junto con los obtenidos para rendimiento biológico, paja, relación grano-paja y área foliar a diferenciación flo- ral, siendo este último el que presenta el valor más alto.

El carácter días a floración muestra una respuesta teórica a la selección que la ubica entre los caracteres con menor valor para este parámetro genético, siendo la variable días a madurez fisiológica la que presenta el valor más bajo de todos los obtenidos.

4.2. Correlaciones fenotípicas

Los coeficientes de correlación fenotípicos entre los caracteres medidos se concentran en el Cuadro 6. El rendimiento económico presenta coeficientes de correlación positivos altamente significativos con los días a diferenciación floral, días a floración, días a madurez fisiológica, período de formación de órganos florales, rendimiento biológico, índice de cosecha, altura a madurez fisiológica y la relación grano-paja. El rendimiento biológico muestra correlaciones fenotípicas negativas altamente significativas con el índice de cosecha y la relación grano-paja; por el contrario, se obtuvieron valores positivos con alta significancia con incremento de altura, días a diferenciación floral, días a floración, días a madurez fisiológica, rendimiento económico, período de formación de órganos florales, altura a madurez fisiológica y paja; esta última correlación presenta el segundo valor positivo más alto después del obtenido para la correlación entre índice de cosecha y la relación grano-paja. El coeficiente de correlación negativo más bajo se obtuvo en

CUADRO 6. Coeficientes de correlación fenotípicos para 15 características de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1 estimados a partir del análisis de variación de 144 familias de autohermanos. Marín, N.L. Verano 1983.

	DF	DMF	RENDECO	RENBIO	ALTQ	NH	ALTMF	AFDF	PROF	DLIG	IALT	IC	PAJA	RELGP
DDF	**	**	**	**	**	**	*	*	**	**	**	**	**	**
	0.674	0.371	0.300	0.346	-0.428	-0.347	0.016	-0.162	0.185	-0.275	0.077	-0.015	0.298	0.001
DF	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.430	0.353	0.487	0.487	-0.357	-0.313	0.265	-0.127	0.850	-0.522	0.117	-0.090	0.437	0.066
DMF	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.260	0.260	0.369	0.369	-0.142	-0.078	0.254	-0.043	0.307	0.544	0.075	-0.112	0.333	-0.098
RENDECO	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.389	0.389	0.389	0.389	-0.085	-0.047	0.234	0.058	0.256	-0.082	-0.022	0.478	0.719	0.458
RENBIO	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.433	0.433	0.433	0.433	-0.104	-0.131	0.237	0.086	0.402	-0.103	0.253	-0.565	0.975	-0.521
ALTQ	**	**	**	**	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*
	0.433	0.433	0.433	0.433	-0.104	-0.131	0.237	0.206	0.170	0.196	-0.026	-0.021	-0.090	-0.031
NH	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.433	0.433	0.433	0.433	-0.104	-0.131	0.237	0.206	0.170	0.196	-0.026	-0.021	-0.090	-0.031
ATLMF	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.433	0.433	0.433	0.433	-0.104	-0.131	0.237	0.206	0.170	0.196	-0.026	-0.021	-0.090	-0.031
AFDF	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.433	0.433	0.433	0.433	-0.104	-0.131	0.237	0.206	0.170	0.196	-0.026	-0.021	-0.090	-0.031
PROF	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.433	0.433	0.433	0.433	-0.104	-0.131	0.237	0.206	0.170	0.196	-0.026	-0.021	-0.090	-0.031
DLIG	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.433	0.433	0.433	0.433	-0.104	-0.131	0.237	0.206	0.170	0.196	-0.026	-0.021	-0.090	-0.031
IALT	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.433	0.433	0.433	0.433	-0.104	-0.131	0.237	0.206	0.170	0.196	-0.026	-0.021	-0.090	-0.031
IC	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.433	0.433	0.433	0.433	-0.104	-0.131	0.237	0.206	0.170	0.196	-0.026	-0.021	-0.090	-0.031
PAJA	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	0.433	0.433	0.433	0.433	-0.104	-0.131	0.237	0.206	0.170	0.196	-0.026	-0.021	-0.090	-0.031

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

tre el índice de cosecha y paja, enseguida del obtenido para paja con relación grano-paja.

El carácter días a floración presenta coeficientes - de correlación positivos significativos al 1% con días a diferenciación floral, días a madurez fisiológica, rendimiento económico y biológico, altura a madurez fisiológica, período de formación de órganos florales y paja; se encontraron valores negativos con alta significancia en las correlaciones -- con días a llenado de grano, altura y número de hojas a los 15 días.

4.3 Humedad en el suelo en la etapa de evaluación.

Los valores de la resistencia eléctrica del suelo -- (miles de ohms) obtenidos por medio de bloques de fibra de vidrio, para los diferentes estratos y puntos del terreno en la etapa de evaluación de familias de autohermanos y para -- las distintas fechas de medición, se encuentran en el Cuadro 3A.

La transformación a porcentaje de humedad aprovechable y su equivalencia en por ciento de humedad en el suelo se presenta en los Cuadros 4A y 5A, respectivamente. Los datos de capacidad de campo y punto de marchitez permanente para la profundidad específica de los bloques, se muestran en el Cuadro 6A, siendo obtenidos a partir de las gráficas representativas de los perfiles de suelo de cada punto de medición --

(Figuras 1A-5A), las que a su vez se formaron con datos de capacidad de campo y punto de marchitez permanente de estratos de 30 cm cada uno (Cuadro 7A).

En función de que los datos de humedad en el suelo para cada fecha de muestreo, presentaron valores similares por estrato en los cinco puntos de medición, se consideró utilizar un promedio por estrato (Cuadro 8A); lo mismo ocurrió para los valores de capacidad de campo y punto de marchitez permanente, obteniendo el promedio para cada estrato, respectivamente (Cuadro 7A). Con lo anterior se generó una curva de humedad en el suelo para cada estrato del suelo considerado (Figura 3).

Los datos de precipitación ocurrido durante la etapa de evaluación se presentan tanto en la Figura 3 como en el Cuadro 9A.

En las curvas de humedad en el suelo, se observa que en todos los estratos se alcanzó el punto de capacidad de campo solamente al momento de la siembra; considerando sólo las fechas de medición, no se volvió a obtener en el suelo este nivel óptimo de humedad ni con los eventos lluviosos ocurridos. La precipitación del 29 de Agosto (55.4 mm) logró incrementar los niveles de humedad en los cuatro estratos del suelo.

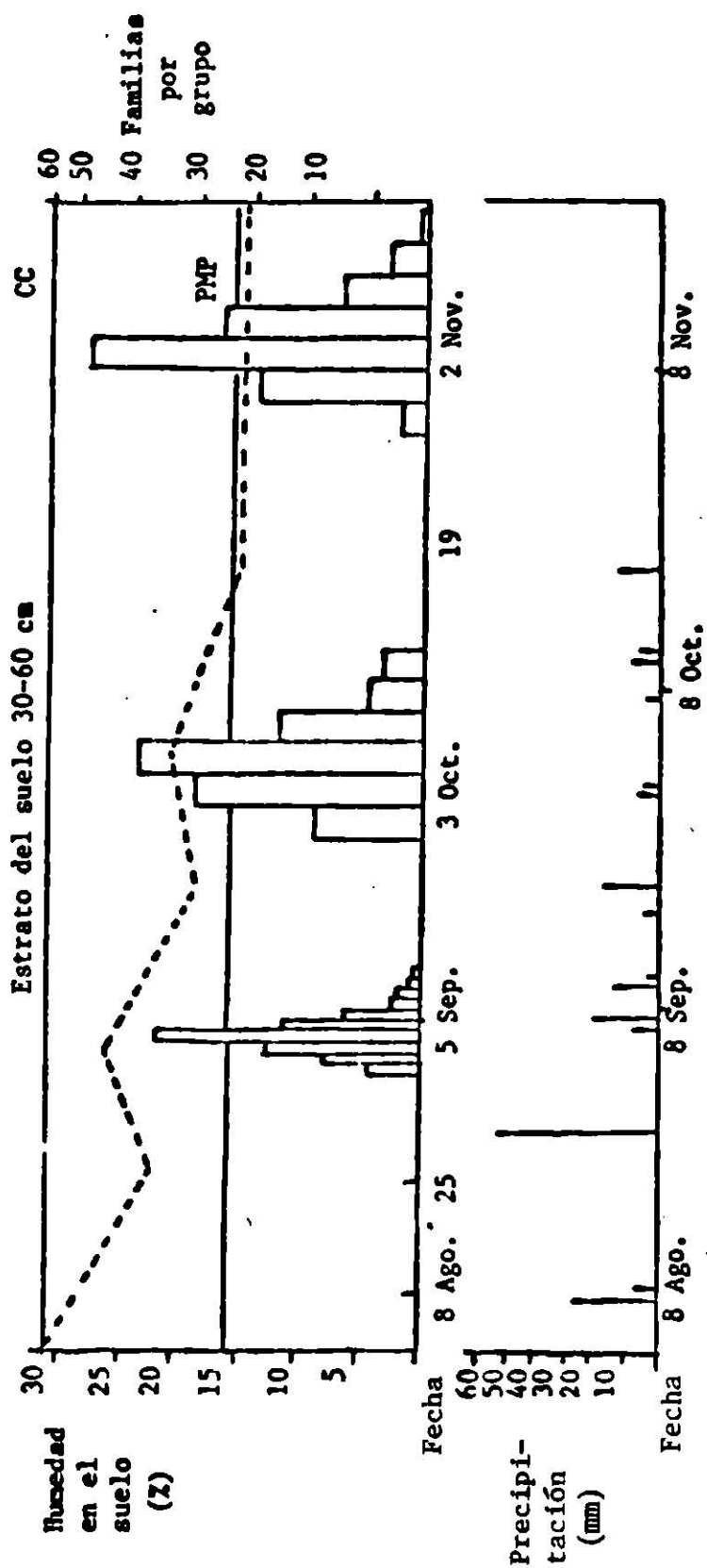
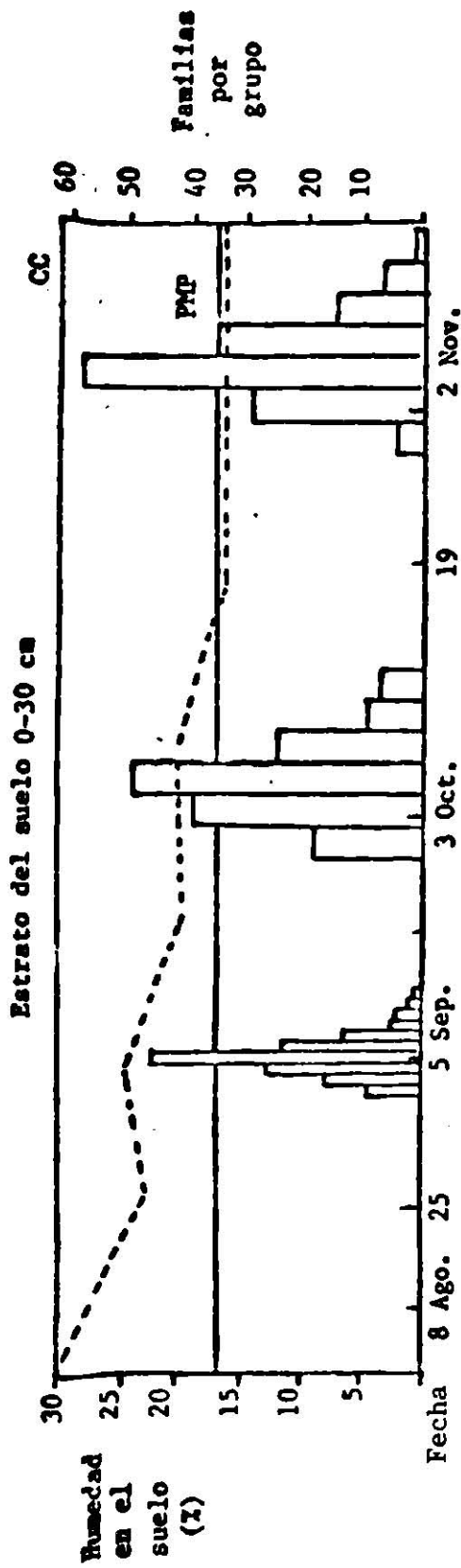


FIGURA 3. Distribución de frecuencias para las características días a diferenciación floral, días a floración y días a madurez fisiológica y curvas de humedad para cuatro estratos del suelo en la evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

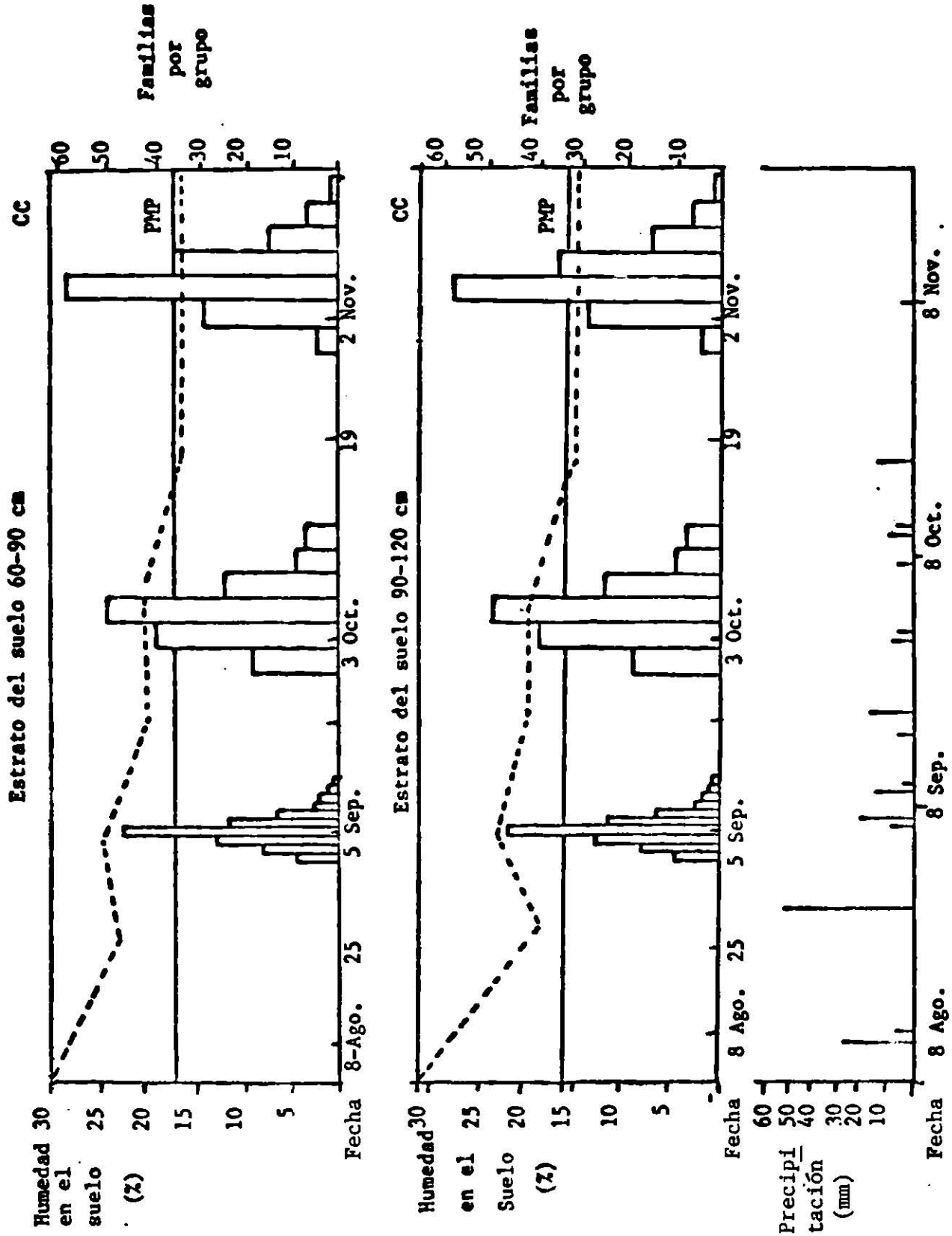


FIGURA 3. (Continuación).

La acumulación de las precipitaciones durante el ciclo de cultivo mantuvo la humedad en el suelo por encima del punto de marchitez permanente hasta la medición del 19 de Octubre, en donde todos los estratos del suelo presentaron valores de humedad de PMP; esta situación se conservó así hasta madurez fisiológica de todas las familias, donde la única precipitación (Figura 3), no logró en ningún estrato elevar los niveles de humedad por encima de PMP hasta el día de la última medición (2 de Noviembre).

4.3.1. Comportamiento de las familias de autohermanos considerando las condiciones de humedad en el suelo.

Las familias de autohermanos se encuentran agrupadas en rangos para los caracteres días a diferenciación floral, días a floración y días a madurez fisiológica (Cuadros 7, 8 y 9), en donde el primer carácter presenta grupos de un día y los dos restantes caracteres con rangos de tres días. La relación de las tres etapas fenológicas con la curva de humedad para cada estrato de suelo se presenta en la Figura 3.

Los valores promedio de tres repeticiones obtenidos para cada familia con respecto al rendimiento económico, rendimiento biológico, índice de cosecha y la relación grano-paja se muestran en el Cuadro 10A.

CUADRO 7. Clasificación por la característica días a diferenciación floral de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

Grupo	Rango en días	Total de familias por grupo	Familias (N° de orden)
1	26.000-27.000	9	13, 23, 85, 89, 94, 98, 99, 108, 138
2	27.001-28.000	16	24, 25, 27, 53, 56, 58, 63, 67, 84, 101, 104, 116, 118, 120, 141, 142
3	28.001-29.000	26	1, 2, 12, 17, 18, 22, 47, 48, 50, 51, 61, 62, 69, 75, 80, 83, 91, 96, 102, 111, 117, 121, 123, 127, 135, 140
4	29.001-30.000	45	3, 10, 19, 20, 26, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 39, 42, 44, 46, 49, 64, 65, 68, 70, 71, 73, 74, 76, 78, 81, 88, 90, 92, 93, 95, 106, 110, 112, 113, 114, 119, 122, 124, 126, 131, 133, 134, 137, 144
5	30.001-31.000	23	6, 7, 9, 11, 14, 15, 16, 38, 41, 45, 55, 59, 60, 72, 77, 87, 97, 103, 107, 130, 139, 143
6	31.001-32.000	13	5, 21, 28, 37, 43, 79, 82, 86, 100, 105, 115, 125, 129
7	32.001-33.000	5	4, 8, 40, 54, 109
8	33.001-34.000	4	34, 52, 57, 128
9	34.001-35.000	2	31, 66
10	35.001-36.000	1	136

CUADRO 8. Clasificación por la característica días a floración de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

Grupo	Rango en días	Total de familias por grupo	Familias (N° de orden)
1	48.000-51.000	18	94, 2, 6, 13, 23, 25, 85, 98, 102, 120, 121, 53, 58, 83, 108, 117, 137, 138
2	51.001-54.000	38	27, 47, 51, 73, 80, 89, 96, 17, 101, 110, 123, 131, 20, 24, 29, 36, 48, 56, 62, 67, 77, 118, 127, 140, 141, 142, 22, 35, 46, 50, 63, 84, 91, 97, 99, 116, 122, 144
3	54.001-57.000	48	11, 30, 33, 45, 49, 61, 81, 90, 113, 133, 143, 1, 5, 12, 18, 26, 55, 59, 64, 65, 69, 74, 75, 88, 92, 93, 95, 106, 111, 135, 139, 3, 9, 32, 38, 39, 42, 44, 68, 71, 76, 86, 87, 109, 119, 125, 129, 134
4	57.001-60.000	24	4, 15, 19, 78, 105, 112, 124, 10, 28, 40, 103, 114, 132, 130, 8, 16, 21, 37, 52, 72, 79, 104, 107, 126
5	60.001-63.000	9	7, 128, 43, 54, 31, 41, 66, 70 100
6	63.001-66.000	7	34, 60, 115, 14, 57, 136, 82

CUADRO 9. Clasificación por la característica días a madurez fisiológica de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N.L. - Verano 1983.

Grupo	Rango en días	Total de familias por grupo	Familias (N° de Orden)
1	86.000-89.000	4	120, 85, 98, 58
2	89.001-92.000	28	13, 46, 118, 138, 25, 30, 32, 60, 61, 73, 75, 80, 81, 90, 94, 101, 108, 117, 121, 11, 23, 27, 56, 63, 109, 123, 137, 144
3	92.001-95.000	57	1, 10, 16, 20, 22, 31, 44, 45, 49, 53, 62, 68, 71, 87, 88, 6, 89, 93, 135, 142, 17, 24, 29, 38, 39, 47, 48, 50, 59, 70, 7, 77, 97, 103, 106, 113, 116, 12, 119, 65, 69, 72, 84, 86, 91, 92, 99, 102, 110, 111, 114, 122, 128, 132, 134, 140, 143,
4	95.001-98.000	34	2, 5, 9, 26, 36, 41, 51, 54, 76, 105, 125, 126, 133, 141, 3, 14, 18, 28, 35, 95, 100, 104, 4, 127, 129, 131, 136, 15, 55, 64, 67, 96, 124, 139,
5	98.001-101.000	14	8, 42, 57, 107, 19, 33, 34, 40, 74, 78, 79, 43, 52, 82.
6	101.001-104.000	6	21, 66, 83, 112, 37, 115
7	104.001-107.000	1	130

Considerando los niveles de abatimiento máximos de humedad aprovechable para el sorgo, en las etapas de diferenciación floral, floración y madurez fisiológica (50,35 y 65% respectivamente) sin que se altere su producción de grano, - se observa que para la primera etapa (tomando en cuenta el estrato 0-30 cm como el más importante por estar a ese nivel el grueso del sistema radicular), la mayoría de las familias llegaron a diferenciación floral con niveles de abatimiento de humedad aprovechable próximos al 50%.

El rango de variación para esta misma etapa fue de 26 a 36 días (Cuadro 7); las familias del grupo más precoz - mostraron rendimientos económicos y biológicos inferiores al promedio general (Cuadros 10A y 11A), a excepción de la familia 99 que presentó 202.3 g para rendimiento económico y un índice de cosecha y relación grano-paja por encima del promedio de todas las familias. Un comportamiento similar para estos últimos caracteres lo tuvieron las familias 13, 85, 94, 99 y 108 ubicadas también en el primer nivel de días a diferenciación floral. En el segundo grupo (27 a 28 días) sólo tres de sus familias (84, 104, 141) produjeron rendimientos económicos altos. Las familias 56, 101 y 141 de este mismo grupo, mostraron rendimiento biológicos por encima del promedio general; a su vez, la familia 141 tuvo valores bajos para índice de cosecha y la relación grano-paja. Las familias 84 y 104 con rendimientos biológicos bajos presentaron bue--

nos valores de índice de cosecha y relación grano-paja.

Del total de familias que llegaron a diferenciación floral de 29 a 30 días, el 60% obtuvo un rendimiento económico superior y solamente el 38% del total mostró lo mismo para rendimiento biológico, ésto es, valores mayores al promedio general. El índice de cosecha presentó valores altos para 28 familias de este grupo; dentro de éstas, las familias 26 y 112 estuvieron entre los tres promedios mayores obtenidos, siendo superados por la familia 38 (Cuadro 10A), que está ubicada en el quinto grupo de días a diferenciación floral.

Con respecto al carácter relación grano-paja, 26 familias de las 45 comprendidas en el nivel de 29 a 30 días obtuvieron valores superiores al promedio general, coincidiendo con el índice de cosecha en las familias con valores más altos. En los niveles más tardíos (33 a 36 días) con 7 familias en total, estuvo la familia 52 la cual mostró el rendimiento económico mayor (336.5 g) y 33 días a diferenciación floral. Las familias 128, 66 y 136 presentaron rendimientos económicos superiores al promedio general.

En lo que respecta al rendimiento biológico, en cuatro de las familias (31, 52, 57 y 66) de los tres últimos grupos de diferenciación floral se observaron valores superiores a los 1000 g y solamente la familia 128 presentó un valor ba-

jo para rendimiento biológico. En cuanto al índice de cosecha y la relación grano-paja, para las familias 52, 128 y 136 se encontraron valores superiores al promedio de todas las familias, teniendo las cuatro familias restantes de estos últimos grupos valores muy bajos para ambos caracteres; en este caso, la familia 57 estuvo en el penúltimo valor más pequeño encontrado para las dos características analizadas.

En la etapa de floración, las 144 familias de autohermanos estuvieron dentro de un rango de 48 a 66 días (Cuadro 8) formándose seis grupos. En esta etapa fenológica, el abatimiento de humedad aprovechable en el suelo superó el 35%. El histograma de frecuencias para días a floración y su relación con las curvas de humedad se presenta en la Figura 3. Como el sistema radicular en esta etapa muestra su máximo desarrollo en el estrato del suelo de 30 a 60 cm, la curva de este nivel fue la que se utilizó para la descripción de los resultados de esta etapa de crecimiento.

Los niveles de abatimiento de la humedad aprovechable para cada uno de los seis grupos de días a floración, ordenados de menor a mayor, fueron los siguientes: 65.1, 63.1, 59.8, 66.9, 73.2 y 79.9%, respectivamente.

Dentro de las familias que presentaron la floración entre 48 y 51 días (Cuadro 8), estuvieron la 98 y 85, las

cuales se localizaron también en el primer grupo, tanto para diferenciación floral (26 a 27 días) como de madurez fisiológica (86 a 89 días), teniendo ambas familias rendimientos económicos y biológicos menores que los respectivos promedios generales y solo la 85 mostró valores altos para el índice de cosecha y la relación grano-paja. Las familias 13, 23, 108 y 138 ubicadas igualmente en el primer grupo de floración, tuvieron una diferenciación floral en el rango de 26 a 27 días estando dentro del segundo grupo de familias que llegaron a madurez fisiológica.

En lo que respecta al rendimiento económico y biológico, todas las familias del grupo más precoz en floración, exceptuando las familias 23, 83 y 137 para rendimiento biológico, presentaron valores inferiores a los respectivos promedios generales, teniendo altas relaciones de grano-paja e índices de cosecha las familias 13, 25, 85, 94, 108, 117 y 120. La progenie autofecundada de la familia 83 que fue precoz para diferenciación floral y floración, se mostró muy tardía para madurez fisiológica.

Del total de siete familias con el nivel más tardío de floración (63 a 66 días), seis de ellas presentaron una madurez fisiológica que las agrupa en los cuatro últimos estratos de esta etapa; la familia 60, que fue la excepción, tuvo una maduración que la ubica en el segundo grupo más pre

coz para este carácter. En el rendimiento biológico de este último grupo de floración, todas las familias presentaron valores superiores al promedio general, cuatro de ellas tuvieron rendimientos económicos altos y el índice de cosecha y la relación grano-paja fueron elevados solamente para la familia 136.

Con respecto a los días a madurez fisiológica (Cuadro 9), todas las familias llegaron esta etapa cuando la humedad presentó valores de punto de marchitez permanente en todos los estratos (Figura 3), teniendo niveles de humedad aprovechable para el llenado de grano únicamente hasta aproximadamente 8 días después de que el último grupo de familias floreció; por lo tanto, las familias más precoces para esta etapa tuvieron mayor oportunidad de utilizar la humedad en el suelo, llegando a tener los dos primeros grupos de floración una semana aproximadamente (Figura 3) para llenar su grano bajo niveles de humedad aprovechable próximos al punto mínimo tolerable para esta etapa (65% de abatimiento).

Las cuatro familias del grupo más precoz para madurez fisiológica (Cuadro 10) produjeron rendimientos económicos y biológicos muy bajos; dos de estas familias (120 y 85), mostraron índices de cosechas con valores superiores al promedio general y de estas dos, sólo la 85 presentó una relación grano-paja alta.

Los dos grupos de familias más tardíos en madurez fisiológica (101 a 107 días) comprenden siete familias, cuatro de ellas con rendimientos económicos superiores al promedio general; respecto al rendimiento biológico, solamente la familia 112 no presentó un valor alto, que a su vez es la única de este grupo con una relación grano-paja e índice de cosecha superior al promedio de todas las familias.

V. DISCUSION

En la interpretación de los resultados se discutirá el comportamiento de las familias de autohermanos bajo las condiciones específicas de humedad en el suelo que se presentaron durante la etapa de evaluación, efectuada en el ciclo tardío de 1983 en Marín, N.L., siendo probable que en otro ambiente los resultados difieran de los obtenidos en el presente estudio.

La distribución de frecuencias para cada carácter estudiado (Figuras 7A-21A), se observa que en todos se generó una curva que tiende a la normal; de esta manera, el uso del análisis de varianza es adecuado al igual que los parámetros genéticos que se derivan de él.

En los análisis de varianza la eficiencia del diseño latice en comparación con el de bloques al azar, no superó el 5% para ningún carácter, por lo que los datos fueron analizados bajo este último diseño. Una de las causas principales para que se haya presentado lo anterior, fue la homogeneidad de los bloques producto de la ausencia del efecto de riego, ya que al no realizar esta práctica agrícola en las diferentes etapas del cultivo, se evitó el sesgo que se provoca al no aplicar uniformemente las láminas de riego programadas.

En lo que respecta a los coeficientes de variación, el carácter relación grano-paja presentó el valor más grande, superando en forma considerable a los obtenidos para índice de cosecha, rendimiento biológico y rendimiento económico -- (Cuadro 4). Lo anterior se puede explicar mediante lo establecido por Rosielle y Frey en 1971 (citados por Romero, -- 1981), los cuales mencionan que los genes que afectan el rendimiento biológico también actúan para el rendimiento económico en la misma dirección y magnitud, afectando en consecuencia a la relación grano-paja, ya que al restar el rendimiento económico al biológico, se hace más variable el denominador de la relación grano-paja, lo que causa una mayor variación en este carácter, pues se está incluyendo el componente ambiental.

En los datos obtenidos para la heredabilidad en sentido amplio (Cuadro 5), los días a floración presentaron el valor más alto para este parámetro genético; los días a diferenciación floral y a madurez fisiológica mostraron valores cercanos al 50%; los datos de heredabilidad estimados para rendimiento económico y biológico tuvieron también valores altos y en magnitud menor el índice de cosecha y la relación grano-paja. Al presentarse una heredabilidad alta en estos caracteres, trae consigo que su respuesta a la selección se vea incrementada, ya que la heredabilidad junto con el diferencial de selección, entre más grande sean, mayor es el --

avance genético esperado (Falconer, 1970).

En los datos obtenidos para la respuesta teórica a la selección (Cuadro 5), se observa una relación directa con una varianza genotípica; lo anterior, según Falconer (1970), se debe a que durante el proceso de selección, cuando la varianza genotípica disminuye, decrece también la respuesta a la selección. En el carácter días a floración, aún cuando se presentó un valor de heredabilidad superior al de los demás caracteres estudiados, su varianza genotípica es baja, lo que provoca una respuesta a la selección pequeña; en cambio, para el rendimiento biológico y el económico, aunque no presentaron valores de heredabilidad tan altos como días a floración, sus varianzas genotípicas son superiores a la de esta variable, lo que permite esperar una respuesta a la selección mayor.

Cabe aclarar que la varianza fenotípica es un factor importante que afecta la respuesta a la selección. En este caso se observó que la relación grano-paja tuvo una variabilidad genética mayor que el carácter paja (Cuadro 5), pero mostró una respuesta baja a la selección debido a su varianza fenotípica alta.

En lo referente a las correlaciones fenotípicas (Cuadro 6), se obtuvieron datos hasta cierto punto lógicos. El

valor positivo altamente significativos que se encontró para rendimiento económico con días a madurez fisiológica se debe, según Brauer (1969), a que en los precoces su período de crecimiento más corto provoca que no puedan producir cosechas en la misma magnitud que los materiales tardíos. Respecto a la correlación fenotípica positiva altamente significativa presentada para rendimiento económico con días a diferenciación floral, Wall y Ross (1975) señalan que cuando la iniciación floral en sorgo es rápida, la planta tiene pocas hojas, la panoja se forma con rapidez siendo pequeña y destacan que una panoja que se origina en un punto de crecimiento más tardío será mayor que la originada en uno más precoz.

Las correlaciones positivas significativas que mostraron entre sí los días a floración, días a madurez fisiológica, rendimiento biológico y altura a madurez fisiológica se deben, como lo señala Poehlman (1965), a que los materiales de sorgo que tienden a tener una floración y madurez más tardías presentan mayor altura, hojas más largas y mayor diámetro de tallo que los fenotipos precoces. El valor positivo altamente significativo obtenido entre el rendimiento económico y el biológico concuerda con lo señalado por Wall y Ross (1975) quienes concluyeron que existe una alta correlación entre el peso total de la planta y el rendimiento de grano.

El índice de cosecha y la relación grano-paja tuvieron valores negativos altamente significativos con rendimiento biológico, lo cual es debido a que el último carácter actúa como divisor en las dos variables antes citadas, por lo que al aumentar el rendimiento biológico tiende a disminuir el índice de cosecha y la relación grano-paja; lo contrario ocurre con el rendimiento económico que participa como dividiendo en ambos caracteres, además de ser restado en la relación grano-paja al rendimiento biológico.

En cuanto al comportamiento de las familias evaluadas en relación a las condiciones de humedad en el suelo (Figura 3), se observó que las más precoces en floración (48 a 51 días) tuvieron mayor oportunidad de aprovechar la humedad que se presentó en la etapa de llenado de grano, pero debido a lo limitado de su período de crecimiento el rendimiento económico que presentaron estas familias fue muy bajo.

En las familias más tardías en floración (63-66 días), el llenado de grano ocurrió coincidiendo la mayor parte del tiempo con valores de humedad cercanos a PMP, por lo que se presentaron rendimientos biológicos altos, pero su eficiencia fisiológica fue muy baja a excepción de la familia 136 que tuvo un rendimiento económico de 242.3 g y valores de 0.2929 y 0.4188 respectivamente para el índice de cosecha y

la relación grano-paja, los cuales fueron superiores al promedio general (Cuadro 11A).

Inclusive en este grupo tres familias presentaron rendimientos económicos por debajo del promedio general, de donde se interpreta que una de las causas para que haya ocurrido esta mala eficiencia fisiológica se debió a que eran familias con altos requerimientos hídricos, los cuales no fueron satisfechos por la escasa humedad en el suelo, o bien, a que en la etapa de floración (donde las necesidades hídricas son mayores, según Wall y Ross, 1975), la baja humedad en el suelo provocó una alteración que afectó su producción de grano, aunado a que el llenado de grano lo efectuaron en la mayor parte del tiempo sin humedad disponible en el suelo.

Para la selección de familias, en base a su comportamiento fenotípico bajo los niveles de humedad presentes en el suelo, se tomaron en cuenta los valores máximos de abatimiento de la humedad aprovechable tolerables para el sorgo en etapas de diferenciación floral, floración y madurez fisiológica (50, 35 y 65%, respectivamente).

Como en la etapa de diferenciación floral los niveles de abatimiento de humedad aprovechable en el suelo se encontraron en valores cercanos al 50%, se decidió descartar esta etapa fenológica en el proceso de selección para condi-

ciones de temporal errático ya que no se presentaron condiciones de tensión hídrica para las familias de autohermanos.

En floración, la humedad aprovechable no alcanzó a cubrir el valor máximo de abatimiento tolerable (35%) para esta etapa, por lo que este carácter fue considerado en el proceso de selección, tomando como criterio el buscar precocidad en floración para que los materiales expresaran esta etapa fenológica con buena humedad en el suelo y así pudieran tener mayor oportunidad de aprovechar ésta en el llenado de grano.

En cuanto a madurez fisiológica, las familias llegaron a esta etapa con valores de humedad en el suelo de PMP, por lo que se tomó el criterio de considerar familias que tuvieran cualidades de precocidad en madurez fisiológica, para que completaran su desarrollo lo más rápido posible bajo estas condiciones críticas de humedad.

No considerar sólo los días a floración y madurez fisiológica, el rendimiento económico de las familias seleccionadas sería muy bajo; por lo tanto, este carácter debe de considerarse también en el proceso de selección, así como una alta eficiencia fisiológica expresada en el índice de cosecha ya que este carácter presentó una correlación fenotípica altamente significativa con rendimiento económico.

(Cuadro 6). Lo anterior esta de acuerdo con lo que señala - Syme en 1970 (citado por Romero, 1981) ya que al encontrar - en trigo una alta correlación entre estos dos caracteres con cluye que el avance en rendimiento económico está asociado - con mayor índice de cosecha.

En definitiva, en el criterio de selección para las familias de autohermanos se buscaron niveles de precocidad - para la floración y madurez fisiológica, así como valores al tos de rendimiento económico e índice de cosecha. Los días a diferenciación floral, aunque no fueron considerados, son incluídos dado la importancia de este carácter.

Como se muestra en el Cuadro 10, el promedio de días a floración y madurez fisiológica de las familias selecciona das son menores que el promedio general, de tal manera que es tos caracteres importantes para condiciones de temporal errá tico son afectados positivamente en el proceso de selección; a su vez, el rendimiento económico e índice de cosecha de -- las familias seleccionadas se ve incrementada en relación al promedio general. La media de días a diferenciación de la - fracción seleccionada muestra un valor próximo al promedio - de todas las familias.

En cuando a los datos de precipitación para Marín, - N.L. (Cuadro 12A) y considerando la siembra en el ciclo tar-

CUADRO 10. Valor promedio (3 repeticiones) de cinco características en 15 familias de autohermanos seleccionadas derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. -- Marín, N.L. Verano 1983.

Familia seleccionada (No. de Orden)	DDF	DF	DMF	RENDECO (g)	IC
11	30.3	55.0	91.3	248.6	0.2927
29	30.0	52.3	93.3	223.0	0.2838
38	31.0	57.0	93.6	200.3	0.4442
44	30.0	56.6	92.3	211.0	0.3225
46	29.6	53.3	89.3	197.3	0.3076
48	29.0	53.0	94.0	244.0	0.3585
65	30.0	55.3	95.0	191.3	0.3362
68	29.6	56.3	93.0	228.3	0.3627
73	30.0	52.0	90.6	269.3	0.3375
90	29.3	54.6	90.6	206.0	0.3880
106	30.0	56.0	94.0	235.3	0.3289
119	30.0	56.3	94.0	215.6	0.3413
123	28.3	52.0	91.3	216.6	0.3029
125	31.6	56.6	95.3	298.0	0.4582
135	29.0	55.3	92.6	255.6	0.4162
\bar{X}	29.8	54.7	92.6	229.3	0.3540
\bar{X}_G	29.7	55.5	94.6	187.35	0.2580

dío a principios de Agosto, se observa una tendencia a tener buena humedad en todo este mes en el cual se presentará la diferenciación floral de la población formada a partir de las familias seleccionadas sin alteraciones por escasa humedad. Durante el mes de Septiembre las lluvias no permiten que se abata la humedad en el suelo en forma rápida y la floración precoz de la población mejorada se presentará dando tiempo a que aproveche la humedad acumulada y las precipitaciones del último tercio de Septiembre y todo Octubre para el llenado de grano.

Con lo anterior se evitarán al máximo las alteraciones por falta de humedad que se presentan en Noviembre donde la precipitación es muy escasa, llegando a madurez fisiológica con buenos niveles de precocidad lo que es muy favorable, ya que la población se mantendrá lo menos posible bajo estas condiciones críticas de humedad.

La población formada a partir del presente estudio podrá ser sometida a modificaciones en las prácticas de manejo como aumento en la densidad de población, cambios en la distribución espacial, etc., debido a que su eficiencia fisiológica se incrementó a través del índice de cosecha.

En el presente estudio, el uso de curvas de humedad ayudó a la identificación de familias prometedoras para con-

diciones de temporal errático, resultando favorable la situación de baja humedad en el suelo para observar el comportamiento de las familias bajo esta característica.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se obtuvieron en el presente estudio fueron las siguientes

1. Todos los caracteres considerados presentaron, en diversos grados, variabilidad genética y respuesta teórica a la selección familiar de autohermanos.
2. En particular, los días a diferenciación floral, a floración y a madurez fisiológica mostraron una baja respuesta a la selección debido a su menor variabilidad genética. En el rendimiento económico e índice de cosecha se obtuvieron valores similares en la respuesta a la selección, siendo mayor la del rendimiento biológico que a su vez es superada por la del carácter relación grano-paja.
3. Existen correlaciones fenotípicas positivas altamente significativas entre rendimiento económico con rendimiento biológico, días a diferenciación floral, a floración, a madurez fisiológica, período de formación de órganos florales, la relación grano-paja, altura a madurez fisiológica e índice de cosecha.
4. Las familias más precoces tuvieron mayor oportunidad de aprovechar la humedad en el suelo, pero por su ciclo de desarrollo tan corto no presentaron buenos rendimientos

económicos. Las familias más tardías fueron las más afectadas por el bajo contenido de humedad en el suelo, mostrando rendimientos biológicos altos pero no todas con rendimientos económicos buenos, teniendo índices de cosecha muy bajos que denotan una eficiencia fisiológica mala.

5. En la selección de familias de autohermanos de acuerdo con su comportamiento respecto a la humedad disponible en el suelo, se tomó el criterio de una adecuada precocidad en floración y en madurez fisiológica, un rendimiento económico alto y una eficiencia fisiológica buena a través del índice de cosecha.

VII. RESUMEN

El presente estudio se efectuó en la población de sorgo NI.P1 con apareamiento aleatorio por presencia del gen ms_3 , con los objetivos de estimar los parámetros genéticos como heredabilidad y respuesta a la selección familiar de autohermanos, así como seleccionar en base a la humedad del suelo en las etapas de crecimiento del sorgo.

De la población original se derivaron 144 familias de autohermanos en el ciclo temprano de 1983, evaluándose en el ciclo tardío del mismo año bajo un diseño látice 12x12 triple en condiciones de temporal. El trabajo se estableció en la localidad de Marín, N. L.

Los resultados muestran una relación directa entre la varianza genotípica y la respuesta a la selección; se observó que en los días a diferenciación floral, a floración y a madurez fisiológica la baja variación genética limita su respuesta a la selección. El rendimiento económico e índice de cosecha presentaron respuestas similares a la selección, siendo superadas por la del rendimiento biológico que a su vez fue menor a la de relación grano-paja; esta característica, debido a su varianza fenotípica alta, tuvo una respuesta a la selección menor a la del carácter paja aún cuando esta última presentó menor variabilidad genética.

Se obtuvieron correlaciones fenotípicas positivas altamente significativas para rendimiento económico con los días a diferenciación floral, a floración y a madurez fisiológica, con rendimiento biológico, altura a madurez fisiológica, período de formación de órganos florales, índice de cosecha y relación grano-paja. Valores negativos altamente significativos se presentaron para rendimiento biológico con índice de cosecha y la relación grano-paja, debido a que en estos dos caracteres el primero actúa como denominador.

Para observar el comportamiento de las familias en relación al contenido de humedad del suelo, en la etapa de evaluación se construyeron curvas de humedad por estrato del suelo (0-30, 30-60, 60-90 y 90-120 cm) usando bloques de fibra de vidrio. Se observó que las más precoces en floración tuvieron mayor oportunidad de aprovechar la humedad en la etapa de llenado de grano (llegando a valores PMP poco después de la floración de las más tardías), pero por su etapa de crecimiento tan corta no presentaron rendimientos económicos aceptables.

Las más tardías en floración, mostraron altos rendimientos biológicos, pero su eficiencia fisiológica fue muy baja expresada por el índice de cosecha, llegando a haber familias con rendimientos económicos abajo del promedio general, pudiendo deberse a que eran familias con altos requeri-

mientos hídricos que no fueron satisfechos, o bien, a que la floración ocurrió en niveles de humedad tan bajos que alteraron su eficiencia para producir grano.

La selección de familias de autohermanos se aplicó - buscando niveles adecuados de precocidad en floración que - les permitiera llegar a esta etapa con suficiente humedad en el suelo y aprovecharan ésta en el llenado de grano; también se consideró la precocidad en madurez fisiológica para evitar al máximo las alteraciones por tensión hídrica en la etapa de llenado de grano; asimismo, se buscó que las familias seleccionadas tuvieran buenos rendimientos económicos y altos índices de cosechas que reflejan una buena eficiencia fisiológica.

En el presente estudio, el uso de las curvas de humedad en el suelo es útil para la detección de familias promotoras para condiciones de temporal errático.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ANDREWS, D.J., V. BHOLA NATH and B.W. HARE. 1981. Methods of population improvement in pearl millet and sorghum. ICRISAT. Andhra Pradesh, India.
- BETANCOURT V., A. and P. JASA V. 1983. Métodos convencionales y procedimientos teóricos del mejoramiento del sorgo. Proceedings of the plant breeding methods and approaches in sorghum workshop for Latin America. INTSORMIL INIA-ICRISAT. México.
- BHOLA NATH, V. 1981. Population breeding of sorghum. ICRISAT. Andhra Pradesh, India.
- _____ and P. LAWRENCE. 1981. The importance of advanced population. ICRISAT. Andhra Pradesh, India.
- BRAUER H., O. 1969. Fitogenética aplicada. Primera edición. Editorial LIMUSA. México.
- CASTILLO G., F. 1980. El rendimiento de grano en sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench), su relación con los períodos de desarrollo y otros caracteres. Efecto de aptitud combinatoria. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

CHAVEZ M., A. y C. AGUIRRE G. 1982. Relación entre algunas - características de las plantas y la capacidad de rendimiento en variedades de sorgo para grano. Resúmenes del IX Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI, A.C. México.

FALCONER, D.S. 1970. Introducción a la genética cuantitativa. Primera edición en español. Compañía Editorial Continental S.A. México.

GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Segunda edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

HALLAUER, R.A. 1981. Selection and breeding methods. ICRISAT. Andhra Pradesh, India.

HOUSE, L.R. 1982. El sorgo: guía para su mejoramiento genético. Editorial Gaceta. México.

ICRISAT. 1981. Grain sorghum nursery management handbook - - with select procedures for estimating grain quality and quantity. ICRISAT. Andhra Pradesh, India.

JAN-ORN, J. 1973. Estimates of genetic and enviromental com-
ponents of variance in some quantitative genetics -
traits from families derived from the NP3R random- -
mating sorghum population and their application in -
breeding systems. Thesis Doctoral. University of -
Nebraska at Lincoln. Nebraska, USA.

JIMENEZ C., A. 1979. Estabilidad del rendimiento y de algu-
nos componentes fisiotécnicos en sorgo (Sorghum bico-
lor (L.) Moench). Tesis M.C. Colegio de Postgradua-
dos. Chapingo, México.

MAYA DE L., J. 1982. Desarrollo de compuestos de trigo (Tri-
ticum aestivum L.) por selección recurrente y andro-
esterilidad genética. Resúmenes del IX Congreso Na-
cional de Fitogenética. SOMEFI, A.C. México.

OSUNA O., J. 1980. Estimación y uso de índices fisiotécni--
cos en la evaluación de genotipos de sorgo para gra
no (Sorghum bicolor (L.) Moench). Tesis M.C. Cole--
gio de Postgraduados. Chapingo, México.

POEHLMAN, J.M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas.
Primera edición. Editorial LIMUSA. México.

ROBLES S., R. 1975. Producción de granos y forrajes. Prime
ra edición. Editorial LIMUSA. México.

- ROMERO H., L. 1981. El índice de cosecha como criterio de selección para rendimiento en dos poblaciones de sorgo - (Sorghum bicolor (L.) Moench) bajo tres métodos de selección familiar. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
- ROSS, W.M. 1973. Use of population breeding in sorghum problems and progress. Proc. Annual Corn and Sorghum Res. Conf. 28:30-43.
- ROSS, W.M. and C.O. GARDNER. 1983a. Making and maintaining random-mating population. Proceedings of the plant breeding methods and approaches in sorghum workshop for Latin America. INTSORMIL-INIA-ICRISAT. México.
-
- _____. 1983b. Methods of recurrent selection. Proceedings of the plant breeding methods and approaches in sorghum workshop for Latin America. INTSORMIL-INIA-ICRISAT. México.
-
- _____. 1983c. Retrospective and prospective considerations. Proceedings of the plant breeding methods and approaches in sorghum workshop for Latin America. INTSORMIL-INIA-ICRISAT. México.

-
- . 1983d. The mechanics of popula- -
tion improvement in sorghum. Proceeding of the plant
breeding methods and approaches in sorghum workshop -
for Latin America. INTSORMIL-INIA-ICRISAT. México.
- SALINAS R., A., H. NAVA Q., M. VILLANUEVA E. y R. NIETO G. --
1981. Efecto de la tensión de la humedad del suelo -
en tres etapas fenológicas del cultivo del trigo, du-
rante el invierno 1979-1980. Tesis profesional. Fa-
cultad de Agronomía, UANL. Marín, Nuevo León.
- WALL, J.S. Y W.M. ROSS. 1975. Producción y usos del sorgo.
Primera edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos -
Aires, Argentina.
- WONG R., R. 1979. Comportamiento de las características agro-
nómicas, índices fisiológicos y patrones de crecimien-
to de 50 genotipos de sorgo bajo el esquema riego-se-
quía. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo,
México.

IX. A P E N D I C E

CUADRO 1A. Porcentaje de humedad en el suelo para la determinación de la lamina de riego de presiembra en el lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

Punto de medición	Estrato del suelo (cm)			
	0-30	30-60	60-90	90-120
1	14.2	15.4	16.3	13.3
2	15.1	14.3	14.8	13.9
3	17.2	15.2	16.1	14.2
4	14.1	13.6	15.3	14.6
5	17.4	16.6	17.2	18.0

CUADRO 2A. Valores correspondientes de humedad aprovechable con respecto a la resistencia eléctrica expresada en miles de ohms.- Efecto de la tensión de la humedad en tres etapas fenológicas del cultivo del trigo durante el invierno 1979-1980 en Marín, N. L. (Salinas, et al., 1981).

Resistencia eléctrica (miles de ohms)	Humedad Aprovechable (%)
0.42	100
0.60	90
0.77	80
1.08	70
1.55	60
2.23	50
3.70	40
6.70	30
9.0	25
11.0	20

CUADRO 3A. Resistencia eléctrica del suelo (miles de ohms) en el lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

Punto de medición	Profundidad del suelo (cm)	Fecha de medición					
		25-ago.	5-sept.	20-sept	3-oct.	19-oct	2-nov.
1	20	6.0	2.0	21.0	4.0	90	60
	45	1.2	0.8	2.9	3.2	200	55
	69	1.2	0.9	2.0	4.8	200	100
	93	5.0	4.0	5.5	14.0	200	90
2	20	3.0	2.4	30.0	6.3	90	78
	45	3.0	12.0	25.0	2.6	105	60
	69	4.0	1.5	12.0	8.3	200	64
	93	2.5	3.0	2.7	10.2	80	80
3	20	10.0	1.6	50.0	3.6	200	55
	45	2.2	1.0	50.0	4.5	200	60
	69	1.4	2.3	5.5	9.2	40	70
	93	3.4	2.7	20.0	15.0	200	100
4	20	7.5	1.4	6.0	7.0	60	95
	45	4.0	13.0	20.0	5.6	100	80
	69	1.1	2.4	2.4	4.5	14	100
	93	2.4	1.8	40.0	13.2	200	150
5	20	20.0	3.0	30.0	10.0	80	80
	45	5.0	1.8	9.0	7.2	70	70
	69	1.4	2.0	2.8	6.3	25	100
	93	20.0	3.5	5.5	7.0	190	120

CUADRO 4A. Porcentaje de humedad aprovechable del suelo en el lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench)NIP1. Marín, N. L. Verano 1983.

Punto de medición	Profundidad del suelo (cm)	Fecha de medición					
		25-Ago.	5-Sept.	20-Sept.	3-Oct.	19-Oct.	2-Nov.
1	20	31	53	10	38	0	0
	45	67	78	45	42	0	0
	69	67	74	53	35	0	0
	93	34	38	32	17	0	0
2	20	26	49	6	29	0	0
	45	44	66	8	47	0	0
	69	38	58	20	25	0	0
	93	48	44	46	22	0	0
3	20	22	58	0	40	0	0
	45	32	72	0	36	0	0
	69	62	50	32	44	2	0
	93	41	46	11	16	0	0
4	20	27	61	31	28	0	0
	45	38	64	11	32	0	0
	69	71	49	47	36	16	0
	93	49	54	2	17	0	0
5	20	2	44	6	22	0	0
	45	34	55	24	28	0	0
	69	61	54	54	29	0	0
	93	11	40	32	28	0	0

CUADRO 5A. Porcentaje de humedad del suelo en el lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

Punto de medición	Profundidad del suelo (cm)	Fecha de medición					
		25-Ago.	5-Sept.	20-Sept.	3-Oct.	19-Oct.	2-Nov.
1	20	22.1	23.0	18.5	20.5	15.3	15.3
	45	23.8	27.0	22.5	22.5	17.2	17.2
	69	21.1	25.4	23.0	20.7	17.0	17.0
	93	18.8	21.7	21.0	18.7	17.5	17.5
2	20	23.3	24.7	18.0	21.8	17.0	17.0
	45	22.0	27.0	19.0	24.2	16.5	16.5
	69	21.3	25.0	19.0	20.0	16.5	16.5
	93	17.3	23.0	22.0	19.7	16.7	16.7
3	20	22.1	24.0	16.5	21.0	16.5	16.5
	45	22.9	25.5	15.0	20.5	15.0	15.0
	69	21.3	24.0	16.5	21.0	16.5	16.5
	93	20.2	21.5	16.4	18.5	14.0	14.0
4	20	24.6	25.2	19.7	19.0	13.7	13.7
	45	23.4	26.7	16.5	20.5	14.0	14.0
	69	20.1	22.4	22.0	20.0	16.5	16.5
	93	20.8	23.4	15.5	18.0	15.0	15.0
5	20	22.4	26.0	22.0	22.0	21.0	21.0
	45	22.0	27.0	22.0	22.5	18.4	18.4
	69	22.6	24.7	24.7	23.0	20.5	17.2
	93	18.5	25.3	23.0	23.0	20.0	20.0

CUADRO 6A. Porcentaje de humedad a capacidad de campo y punto de marchitez permanente para las profundidades específicas de los bloques de fibra de vidrio en el lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

Constante hídrica	Profundidad del suelo (cm)	Punto de medición					\bar{x}
		1	2	3	4	5	
PMP	20	16.0	17.5	16.7	13.7	21.0	17.0
	45	16.5	17.2	15.0	14.6	18.5	16.3
	69	17.5	16.5	16.0	14.7	19.0	16.8
	93	17.5	16.7	14.5	15.0	20.0	16.7
CC	20	29.0	32.0	27.7	32.5	31.5	30.5
	45	30.3	31.0	29.7	33.5	32.0	31.3
	69	28.0	31.0	29.8	30.2	29.7	29.7
	93	29.0	30.7	30.5	31.0	29.7	30.2

CUADRO 7A. Porcentaje de humedad a capacidad de campo y punto de marchitez permanente para cuatro estratos del suelo del lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) NIP1. Marín, N. L. Verano 1983.

Constante hídrica	Estrato del suelo (cm)	Punto de medición					\bar{x}
		1	2	3	4	5	
PMP	0-30	15.6	17.4	16.8	13.3	21.5	16.8
	30-60	17.5	17.2	15.1	14.7	18.0	16.5
	60-90	17.2	15.9	15.4	14.4	20.2	15.3
	90-120	16.8	17.8	14.2	15.4	19.0	16.6
CC	0-30	28.7	31.9	27.3	32.6	31.0	30.5
	30-60	30.4	30.7	29.5	33.3	32.9	31.4
	60-90	27.2	31.0	29.2	29.3	28.8	29.1
	90-120	31.7	30.1	32.0	32.4	28.5	30.9

CUADRO 8A. Porcentaje de humedad promedio en el suelo a partir de cinco puntos de medición del lote de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

Profundidad del suelo (cm)	Fecha de medición					
	25-Ago.	5-Sept.	20-Sept.	3-Oct.	19-Oct.	2-Nov.
20	22.9	24.6	18.9	20.8	16.7	16.7
45	22.9	26.6	19.0	22.0	16.2	16.2
69	21.3	24.5	21.0	20.9	17.4	17.4
93	19.1	22.9	19.5	19.6	16.6	19.2

CUADRO 9A. Precipitación (mm) durante la etapa de evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NIP1. Marín, N. L. Verano 1983.

	Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Total del ciclo
	Día	pp(mm)	Día	pp(mm)	Día	pp(mm)	Día	pp(mm)	Día	pp(mm)	
13	27.0	7	7.0	12	8.4	2	0.8				
14	6.4	8	21.0	13	4.6	19	4.6				
29	55.4	11	9.2	21	12.6	20	0.6				
		12	2.6								
		18	5.0								
		20	17.8								
		28	4.4								
		29	4.0								
Total mensual	88.8		69.0		25.6		0		6.0		189.4 mm

CUADRO 10A. Valores promedio (3 repeticiones) para cuatro caracteres en 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

Familia	RENDEO (g)	IC	RELCP	Familia	RENDEO (g)	IC	RELCP	Familia	RENDEO (g)	IC	RELCP
1	190.6	749.3	0.2575	31	177.0	1125.6	0.1630	61	171.6	606.3	0.2511
2	122.3	653.6	0.1942	32	109.3	466.0	0.2340	62	194.6	803.3	0.2439
3	188.0	533.3	0.3516	33	289.0	913.3	0.3147	63	145.6	713.0	0.2156
4	173.0	675.1	0.2625	34	169.6	855.6	0.1992	64	155.6	738.6	0.2117
5	207.0	612.3	0.3412	35	185.0	969.6	0.2068	65	191.3	570.6	0.3362
6	132.0	525.0	0.2513	36	191.6	642.0	0.2991	66	259.6	1372.0	0.1913
7	312.0	1116.0	0.2857	37	210.0	844.3	0.2501	67	159.3	636.3	0.2535
8	185.6	824.0	0.2242	38	200.3	456.3	0.444	68	228.3	630.0	0.3627
9	174.0	804.3	0.2238	39	185.6	660.3	0.2810	69	158.0	573.3	0.2783
10	208.3	712.6	0.2926	40	204.6	809.0	0.2352	70	201.6	560.6	0.3680
11	248.6	849.6	0.2927	41	212.0	710.6	0.2984	71	185.6	612.3	0.3138
12	155.3	732.0	0.2126	42	167.0	1231.6	0.1365	72	139.3	783.0	0.1798
13	139.3	540.0	0.2680	43	244.3	1223.0	0.2013	73	269.3	803.6	0.3375
14	262.6	1173.6	0.2256	44	211.0	655.0	0.3225	74	231.0	1068.3	0.2177
15	169.3	1005.0	0.1689	45	169.6	474.3	0.3573	75	190.3	815.0	0.2362
16	174.0	1036.6	0.1688	46	197.3	658.6	0.3076	76	159.6	783.6	0.2037
17	170.0	712.0	0.2401	47	126.0	642.3	0.1966	77	135.3	330.6	0.6123
18	156.3	462.0	0.3362	48	244.0	764.3	0.3585	78	176.3	851.3	0.2082
19	263.0	1244.6	0.2076	49	156.0	928.0	0.1678	79	211.6	966.3	0.2215
20	185.6	565.6	0.3293	50	164.6	724.0	0.2279	80	134.0	564.0	0.2396
21	169.0	1184.3	0.1440	51	143.3	611.0	0.2458	81	169.6	842.3	0.2000
22	155.6	674.6	0.2312	52	336.6	1020.0	0.3324	82	176.6	1271.6	0.1432
23	147.3	786.6	0.1887	53	144.0	636.0	0.2269	83	145.3	961.3	0.1672
24	154.3	524.0	0.2962	54	193.6	1065.3	0.1812	84	915.6	754.3	0.2804
25	151.3	564.3	0.2688	55	143.6	810.3	0.1830	85	119.6	386.0	0.3107
26	245.3	565.6	0.4345	56	172.6	806.3	0.2144	86	221.6	1015.3	0.2218
27	153.3	547.3	0.2804	57	152.6	1180.0	0.1501	87	193.6	912.3	0.2107
28	210.3	768.6	0.2732	58	135.3	613.6	0.2259	88	171.6	589.6	0.2916
29	225.0	769.6	0.2138	59	230.3	1185.3	0.1965	89	123.0	661.6	0.1870
30	188.6	961.6	0.1968	60	185.6	878.0	0.2216	90	206.0	531.0	0.3800

continúa

CUADRO 10A. (Continuación).

Familia	REVENDO (₡)	REVENFO (₡)	IC	RELCP	Familia	REVENDO (₡)	RENBIO (₡)	IC	RELCP	Familia	REVENDO (₡)	RENBIO (₡)	IC	RELCP
91	225.0	956.3	0.2372	0.5123	109	173.3	540.0	0.3262	0.4963	127	118.3	650.3	0.1861	0.2300
92	297.0	1042.6	0.2877	0.4059	110	147.0	561.3	0.2622	0.3612	128	211.6	692.3	0.3079	0.4512
93	141.3	713.6	0.1984	0.2478	111	221.0	871.0	0.2564	0.3464	129	219.3	899.6	0.2421	0.3212
94	149.0	550.6	0.2692	0.3746	112	295.6	663.0	0.4372	0.7920	130	158.6	894.3	0.1779	0.2183
95	195.6	734.6	0.2669	0.3647	113	183.0	714.0	0.2579	0.3900	131	130.6	611.3	0.2237	0.2921
96	104.3	556.3	0.1988	0.2559	114	194.6	592.3	0.3329	0.5089	132	121.3	1084.3	0.1154	0.1317
97	256.0	1054.6	0.2444	0.3247	115	306.3	1217.6	0.2565	0.3491	133	177.0	658.0	0.2676	0.3664
98	137.3	554.6	0.2487	0.3495	116	161.3	617.3	0.2618	0.3547	134	250.0	1006.0	0.2502	0.3350
99	202.3	621.3	0.3295	0.4950	117	157.0	406.3	0.3803	0.6607	135	255.6	619.3	0.4162	0.7223
100	183.0	554.6	0.3408	0.5318	118	116.0	571.6	0.2011	0.2547	136	242.3	836.3	0.2929	0.4188
101	171.3	871.0	0.1964	0.2447	119	215.6	654.3	0.3413	0.5355	137	194.0	781.0	0.2494	0.3532
102	136.0	545.0	0.2508	0.3369	120	94.0	368.6	0.2599	0.3522	138	119.6	495.3	0.2488	0.3428
103	145.0	1011.6	0.1446	0.1693	121	142.6	596.0	0.2424	0.3216	139	160.0	901.0	0.1777	0.2162
104	202.0	705.3	0.2883	0.4067	122	224.6	862.6	0.2655	0.3654	140	211.3	959.0	0.294	0.2954
105	211.6	636.0	0.3393	0.5237	123	216.6	723.6	0.3029	0.4363	141	224.0	963.0	0.2383	0.3162
106	235.3	713.6	0.3289	0.4998	124	255.3	767.0	0.3334	0.5000	142	138.6	522.0	0.2674	0.3660
107	170.0	1214.6	0.1489	0.1779	125	298.0	654.0	0.4582	0.8623	143	254.3	926.0	0.2795	0.3926
108	170.6	615.3	0.2805	0.4043	126	209.0	789.3	0.2646	0.3812	144	129.0	807.0	0.1607	0.1918

CUADRO 11A. Promedio general de 15 características medidas en 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

DDF	DF	DMF	RENDECO (g)	RENDBIO (g)	ALTQ (cm)	NII	ALTMF (cm)
29.7	55.3	94.6	187.3	766.4	20.8	5.7	118.1

AFDF (cm ²)	PFOF (Días)	DLLG	IALT (cm)	IC	PAJA (g)	RELGP
287.6	25.7	39.1	97.2	0.258	579.3	0.365

CUADRO 12A. Precipitación pluvial (mm) durante el período agosto diciembre. Estación meteorológica de la Facultad de Agronomía de la UANL, Marín, N. L.

Mes	Día	Año					
		1978	1979	1980	1981	1982	1983
Agosto	1 10	2.4	2.0	34.1	0	1.0	28.6
	11 20	9.0	28.2	119.0	18.7	0	27.4
	21 31	57.6	47.0	0	80.1	0	55.4
Septiembre	1 10	14.8	137.0	2.0	47.4	0	16.2
	11 20	3.5	44.5	0	32.1	5.0	45.2
	21 30	82.6	0	116.8	19.2	30.0	8.4
Octubre	1 10	89.3	0	0	8.2	14.4	0
	11 20	12.8	0	29.5	12.6	0	25.6
	21 31	6.0	0	8.7	8.4	0	0
Noviembre	1 10	2.4	1.0	0	0	0	0
	11 20	9.8	4.0	9.8	1.3	0	0
	21 30	9.4	25.8	28.2	0	22.6	0
Diciembre	1 10	0.5	25.2	2.4	0	40.3	0.8
	11 20	0.5	28.3	8.0	0	0	5.2
	21 31	0	14.1	3.5	0	0	23.9
\bar{x}		300.6	357.1	362.0	228.0	113.3	236.7

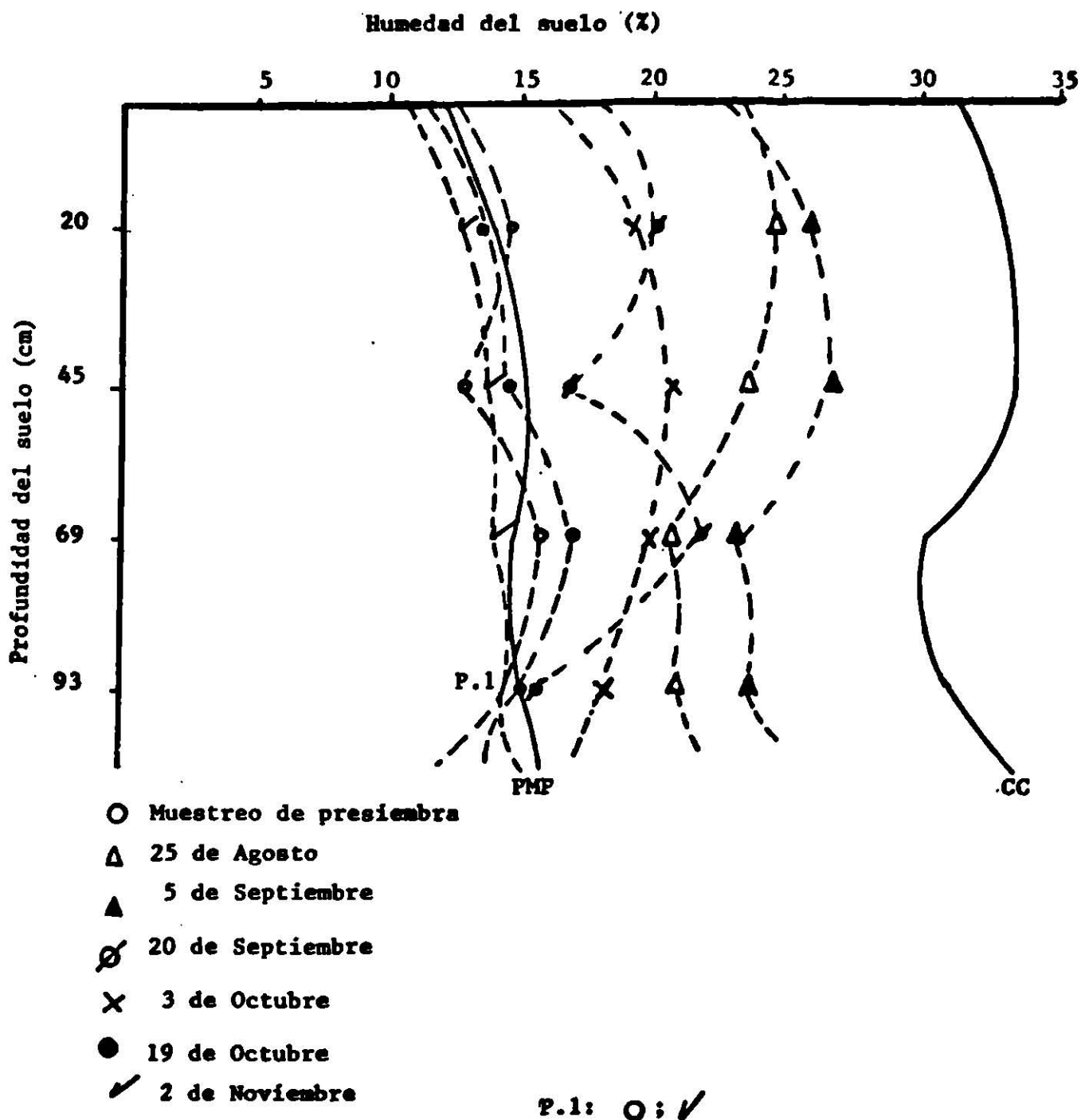
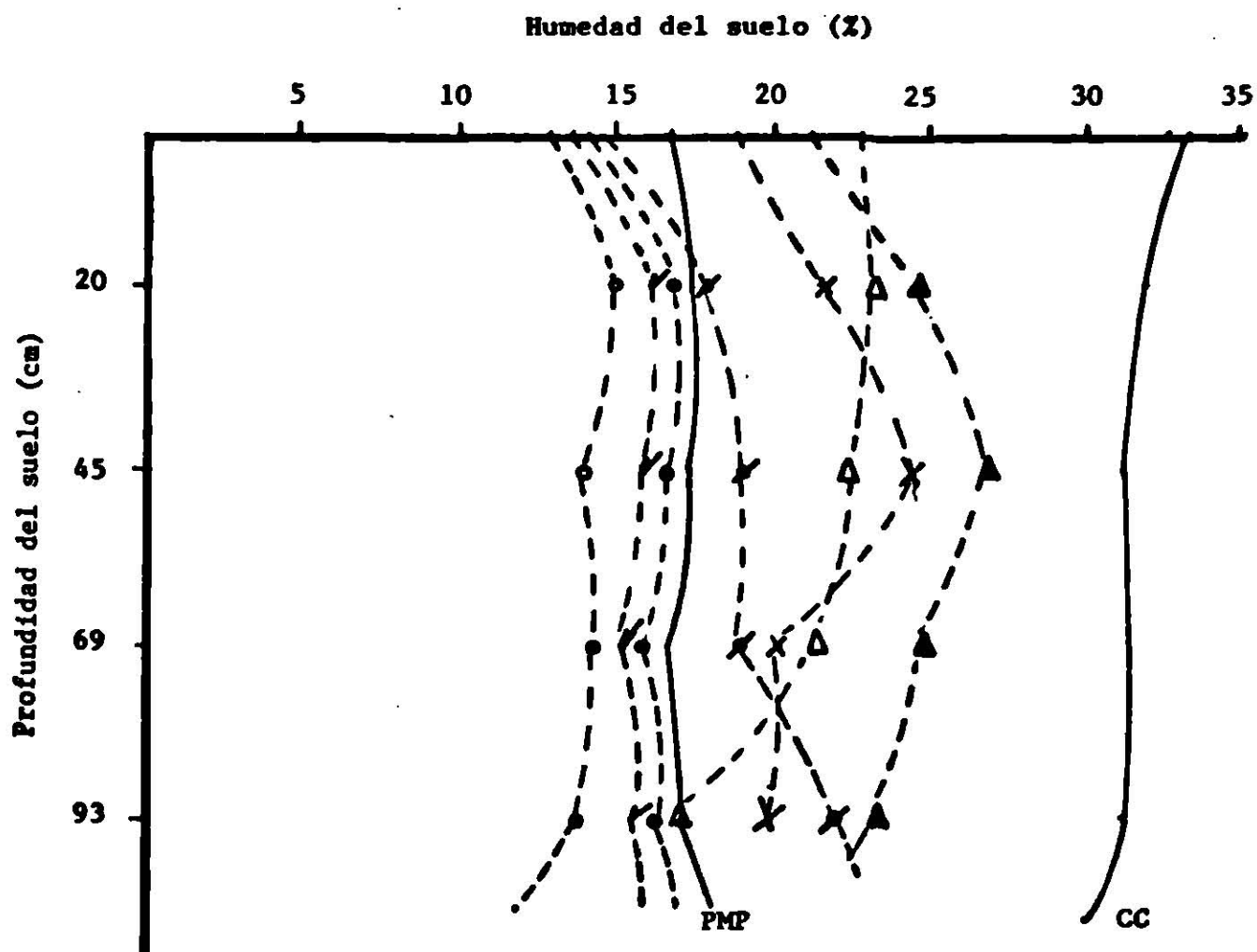


FIGURA 1A. Humedad en el perfil del suelo (punto 1) en la evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.



- Muestreo de presiembra
- △ 25 de Agosto
- ▲ 5 de Septiembre
- 20 de Septiembre
- × 3 de Octubre
- 19 de Octubre
- ✓ 2 de Noviembre

FIGURA 2A. Humedad en el perfil del suelo (punto 2) en la evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Vera-no 1983.

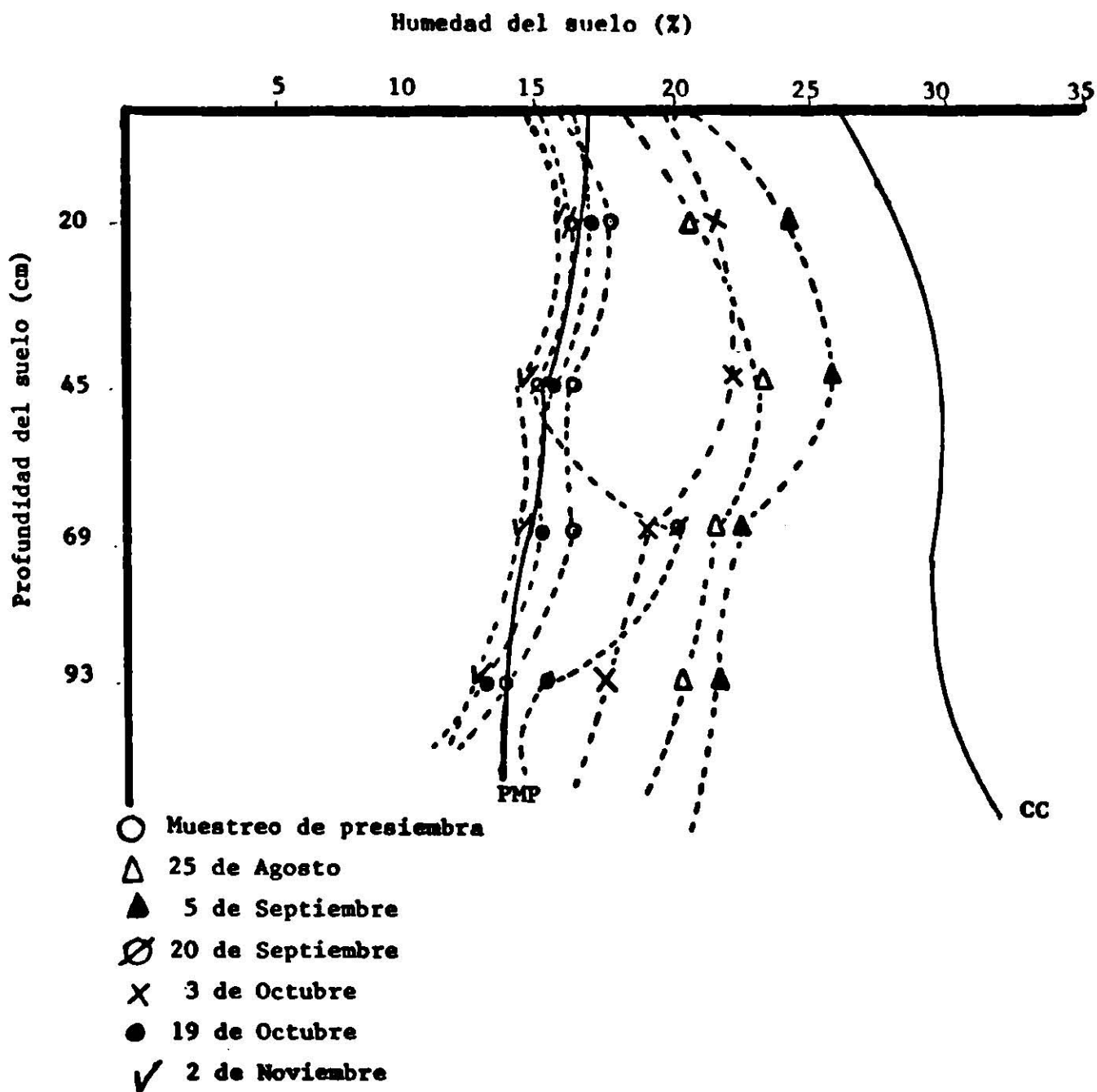


FIGURA 3A. Humedad en el perfil del suelo (punto 3) en la evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

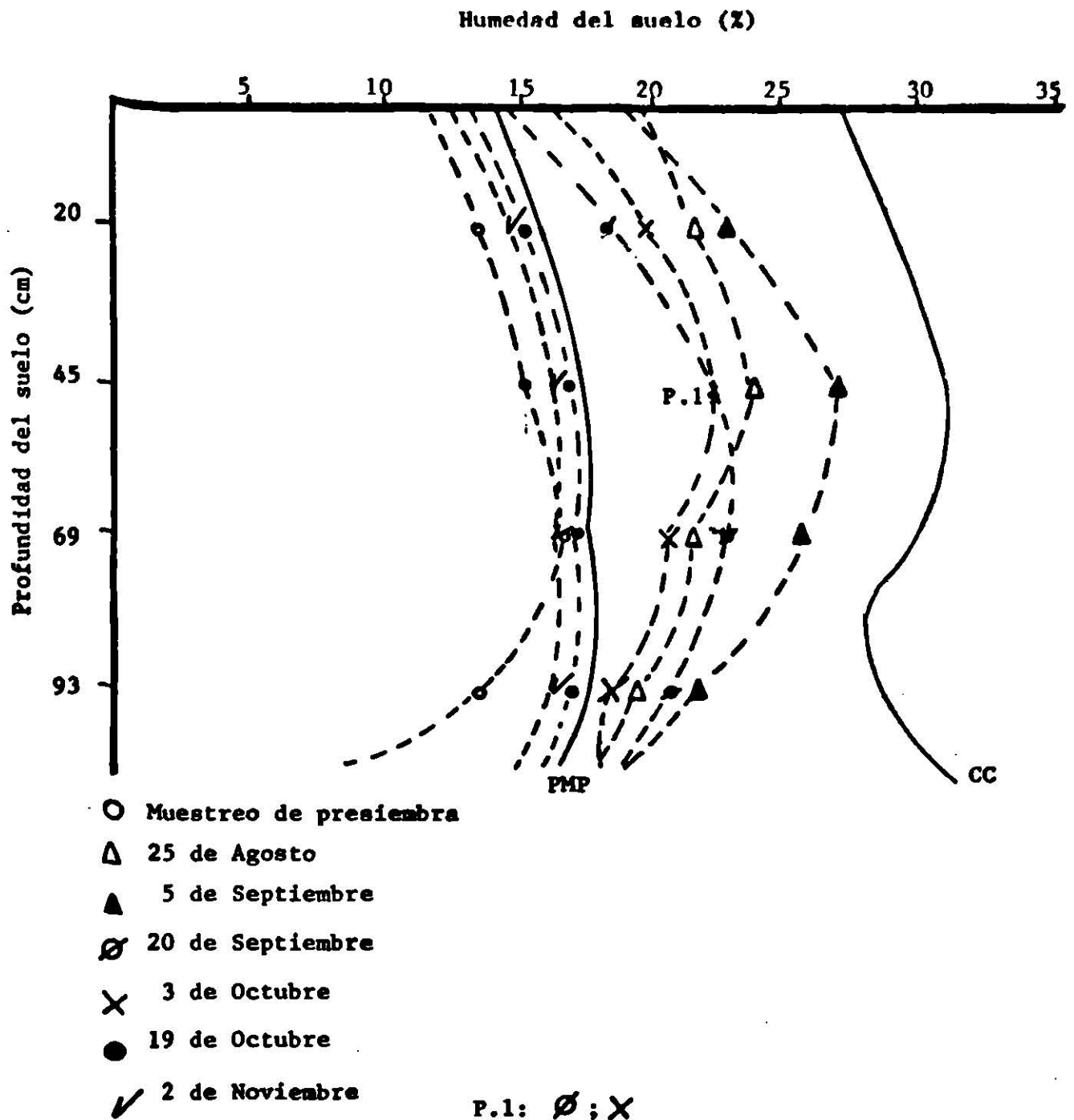


FIGURA 4A. Humedad en el perfil del suelo (punto 4) en la evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

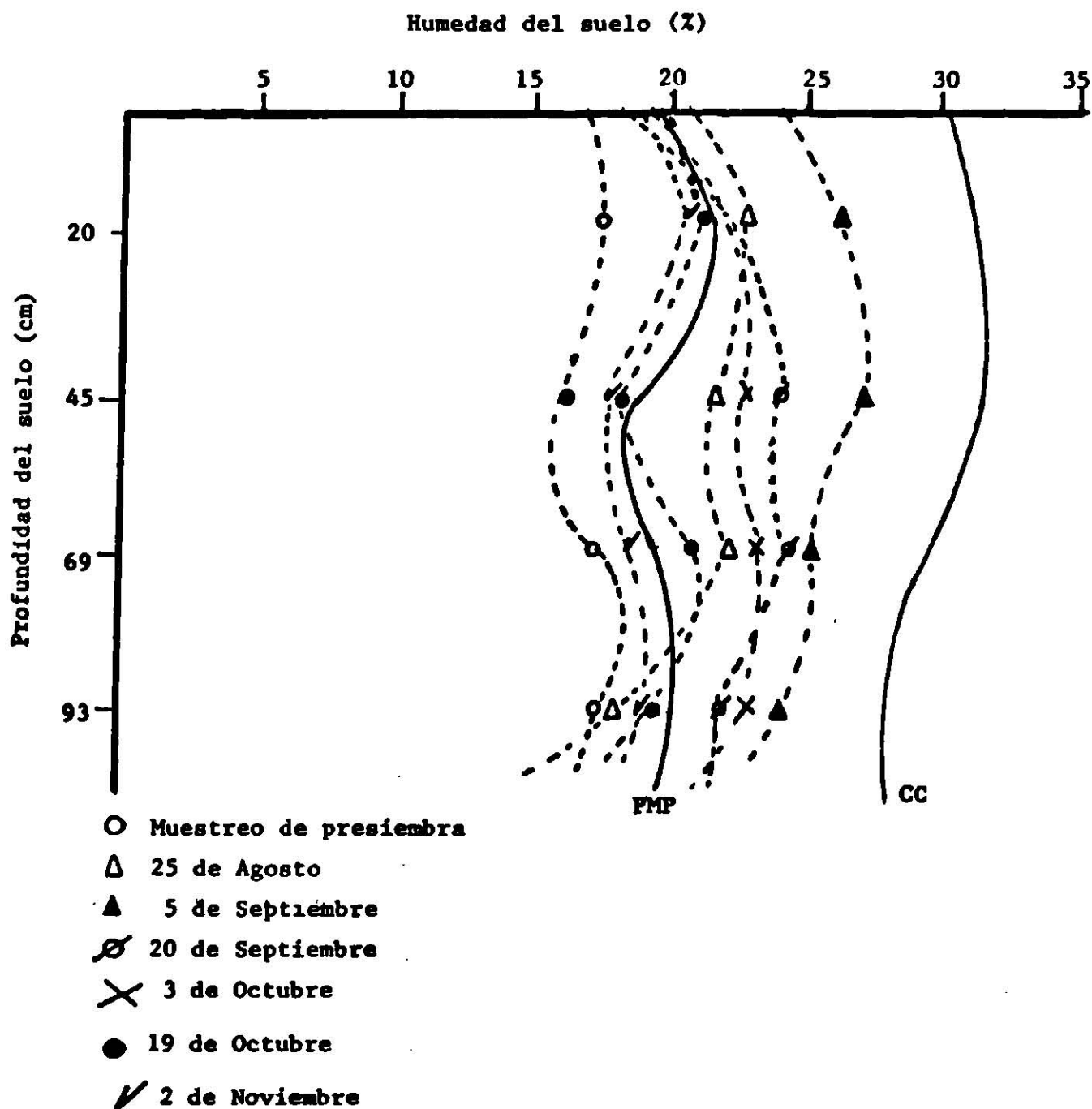


FIGURA 5A. Humedad en el perfil del suelo (punto 5) en la evaluación de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

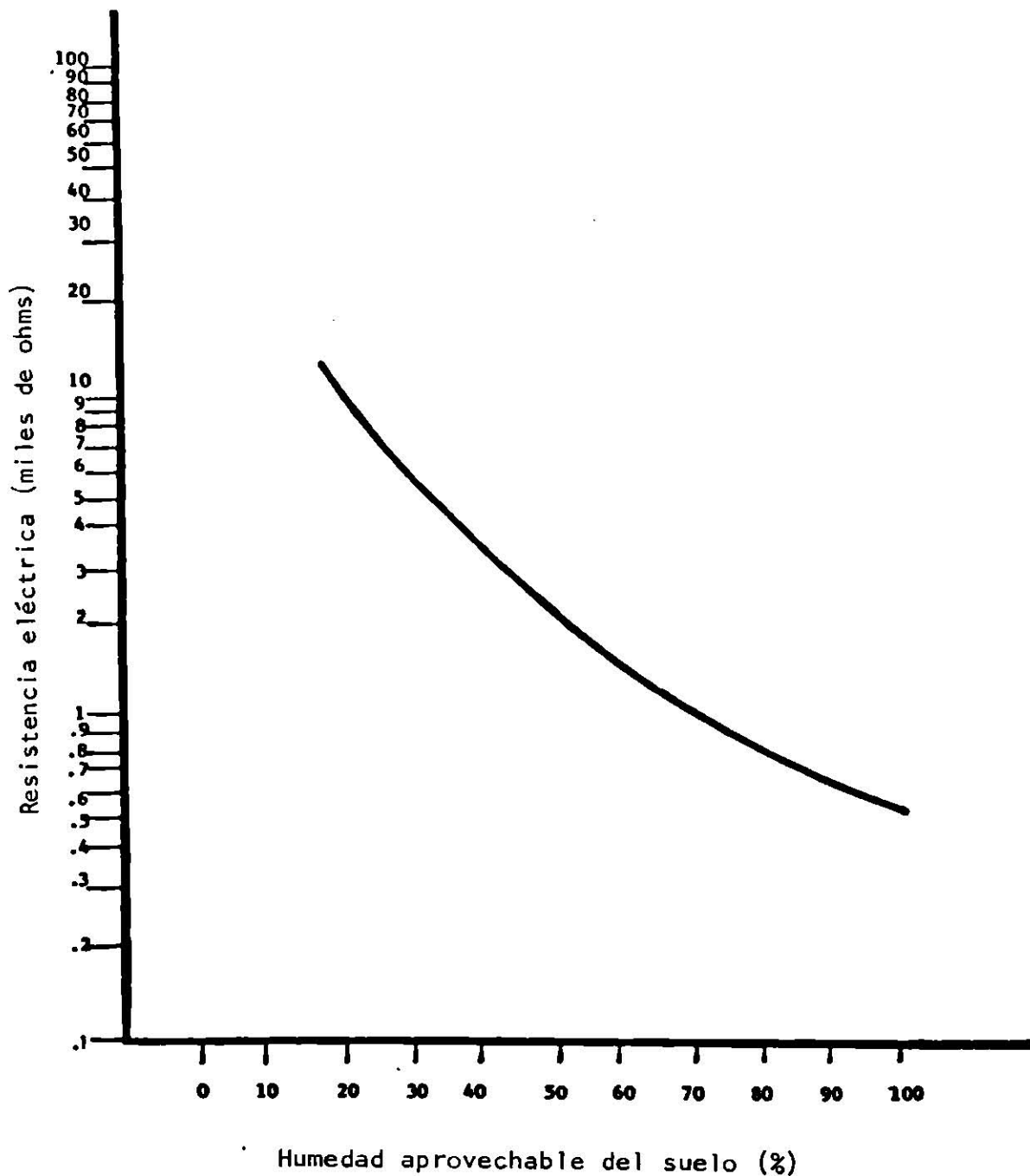


FIGURA 6A. Valores de humedad aprovechable del suelo en relación a su resistencia eléctrica (miles de ohms).

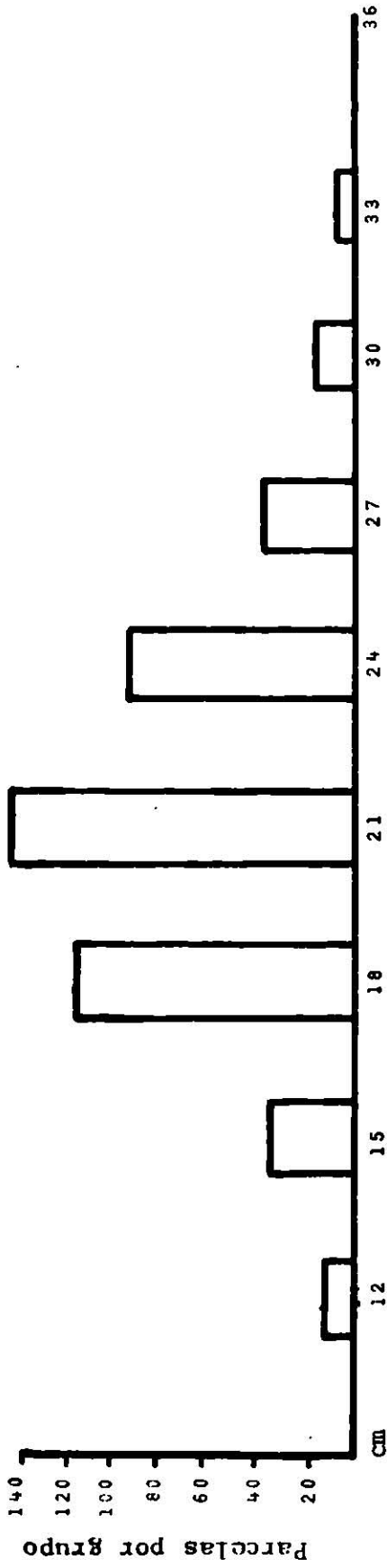


FIGURA 7A. Distribución de frecuencias por la característica altura a 15 días de emergencia de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.



FIGURA 8A. Distribución de frecuencias por la característica número de hojas a 15 días de emergencia de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

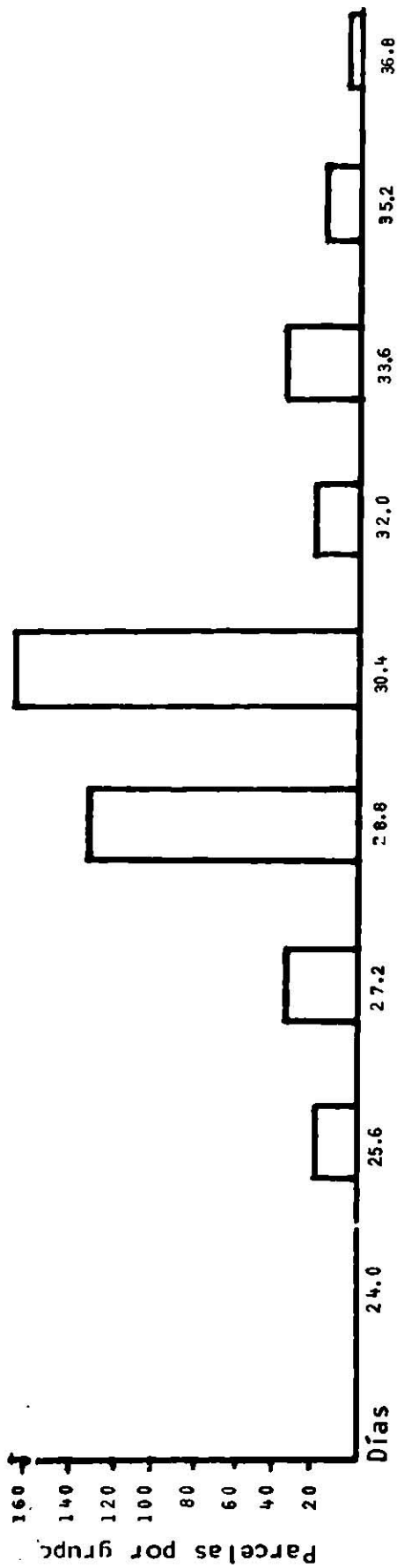


FIGURA 9A. Distribución de frecuencias por la característica días a diferenciación floral de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1, Marín, N. L. Verano 1983.

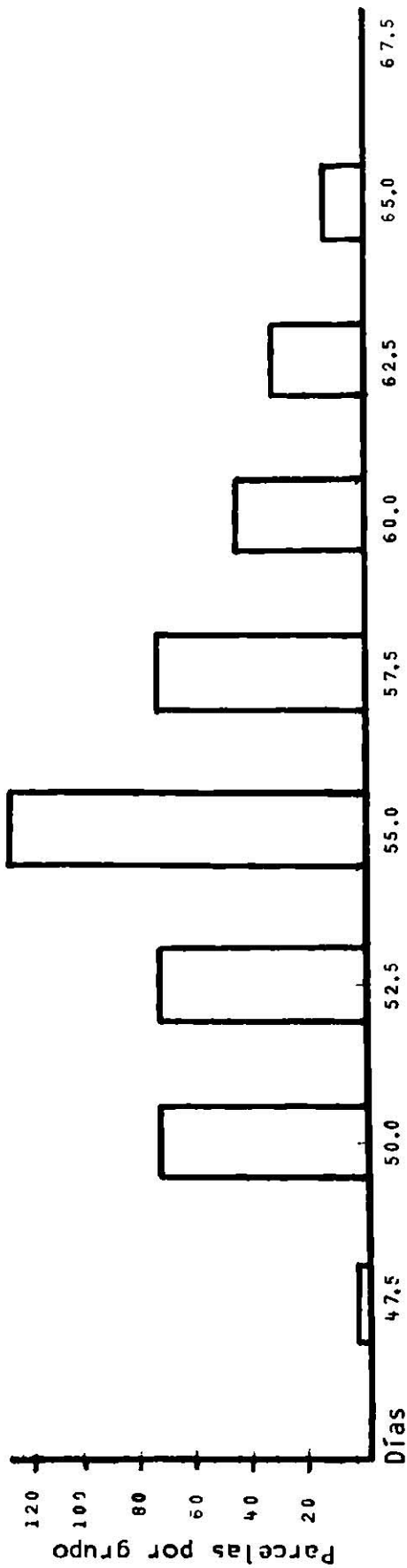


FIGURA 10A. Distribución de frecuencias por la característica días a floración de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1, Marín, N. L. Verano 1983.

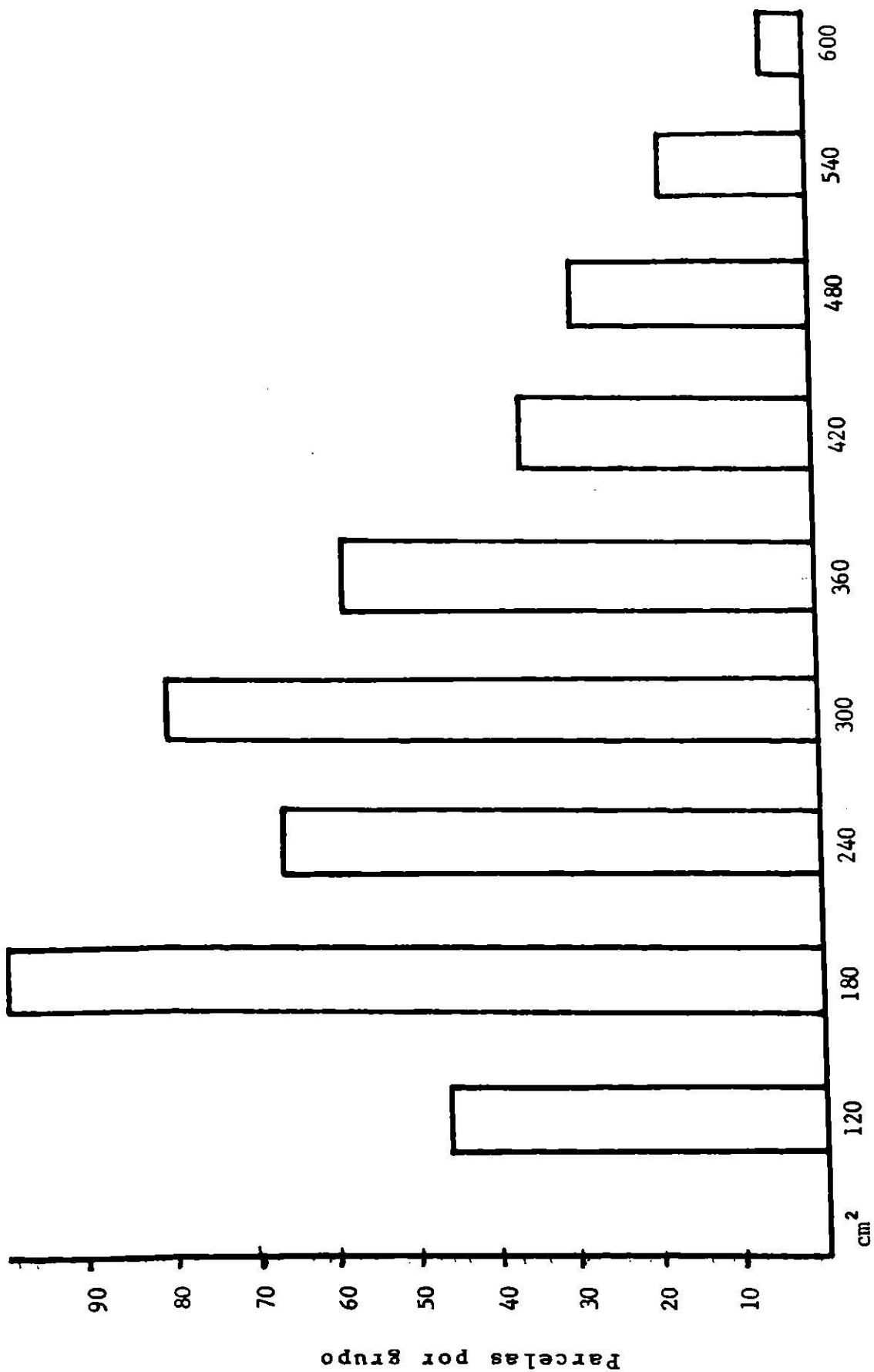


FIGURA 11A. Distribución de frecuencias por la característica area foliar a diferenciación floral de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1, Marín, N. L. Verano 1983.

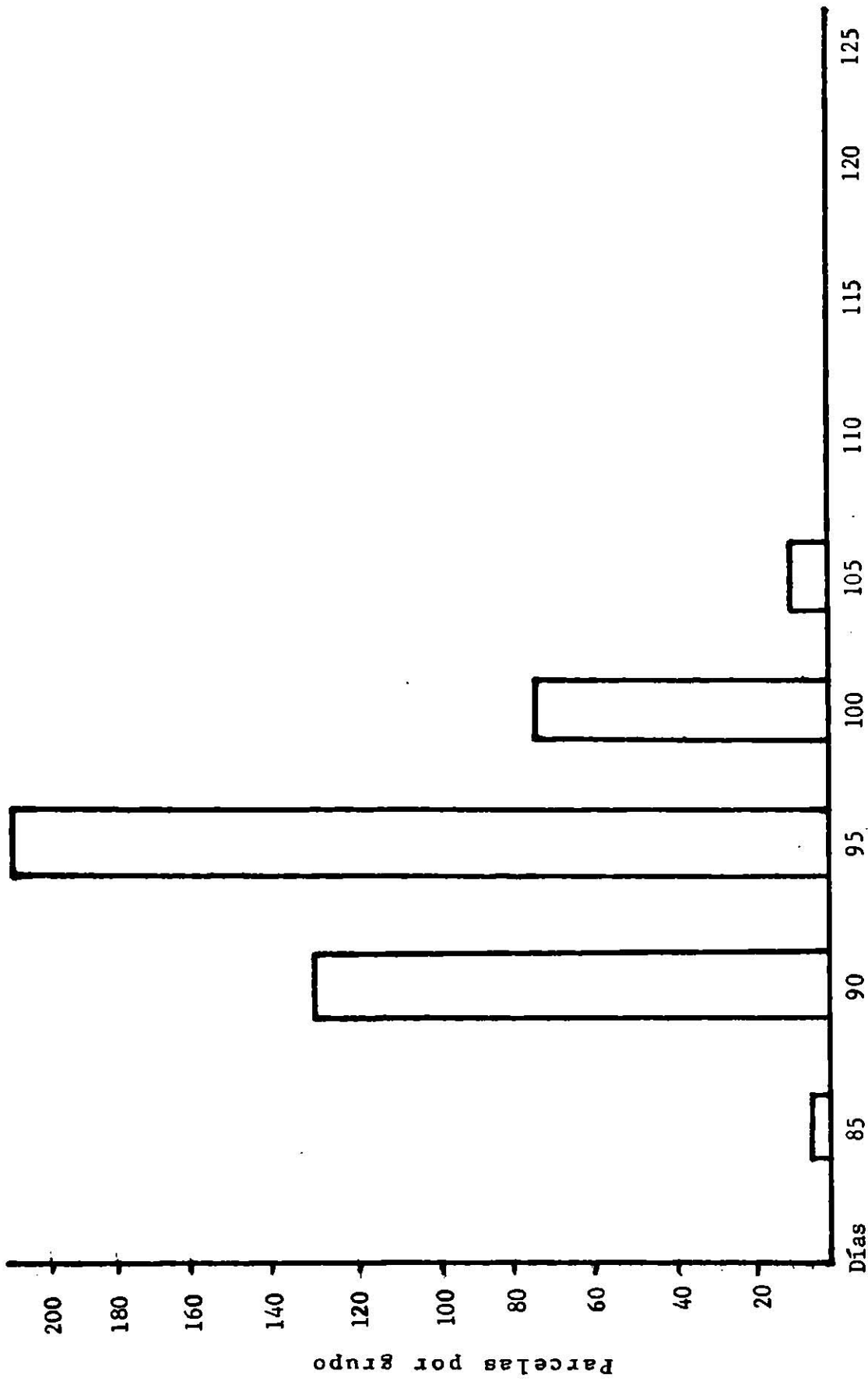


FIGURA 12A. Distribución de frecuencias por la característica días a madurez fisiológica de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1, Marín, N.L. Verano 1983.

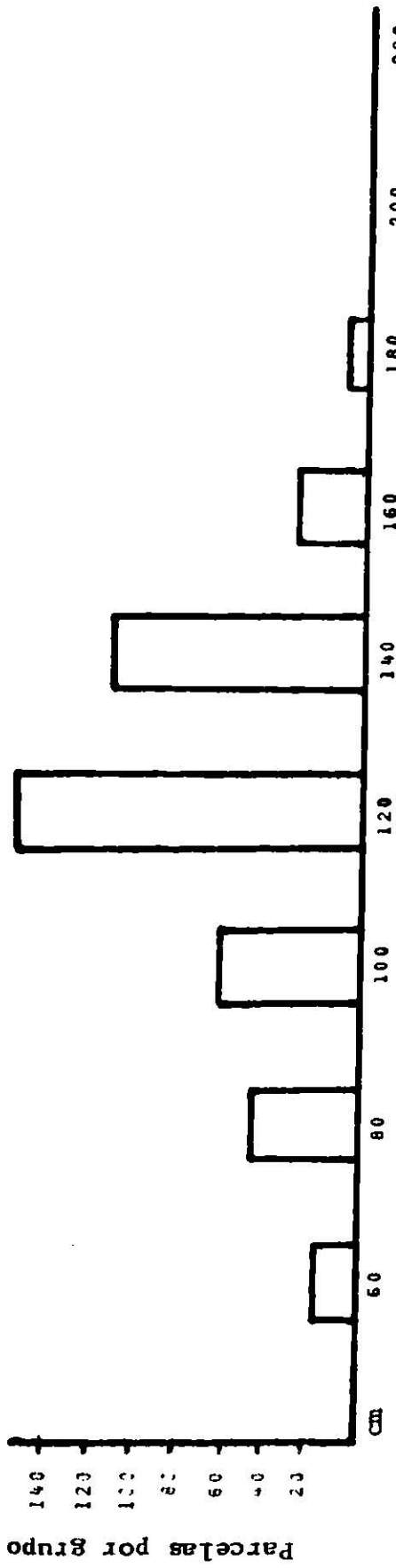


FIGURA 13A. Distribución de frecuencias por la característica altura a madurez fisiológica de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

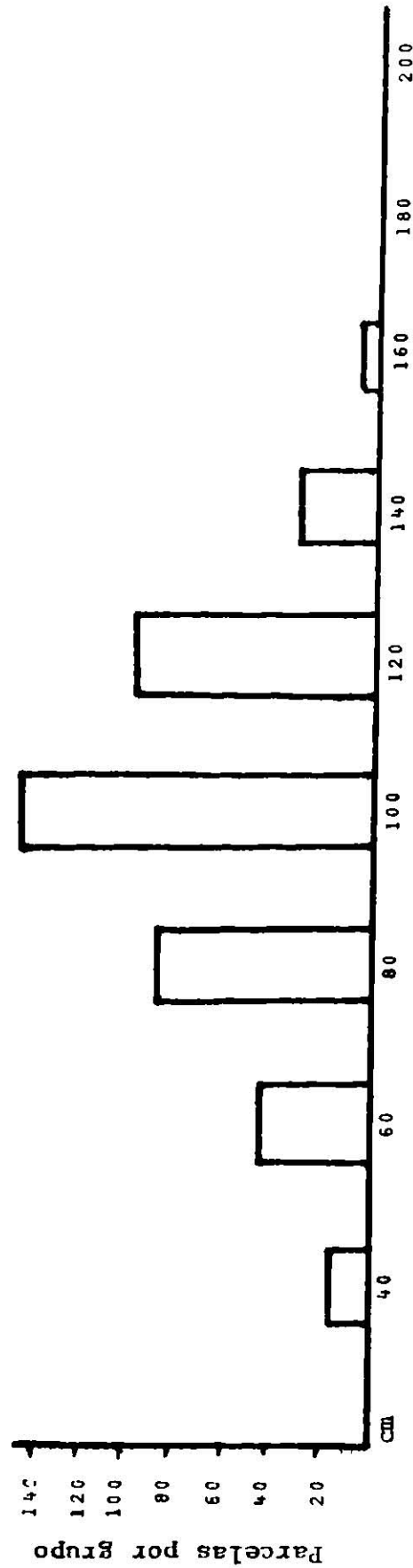


FIGURA 14A. Distribución de frecuencias por la característica incremento de altura de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

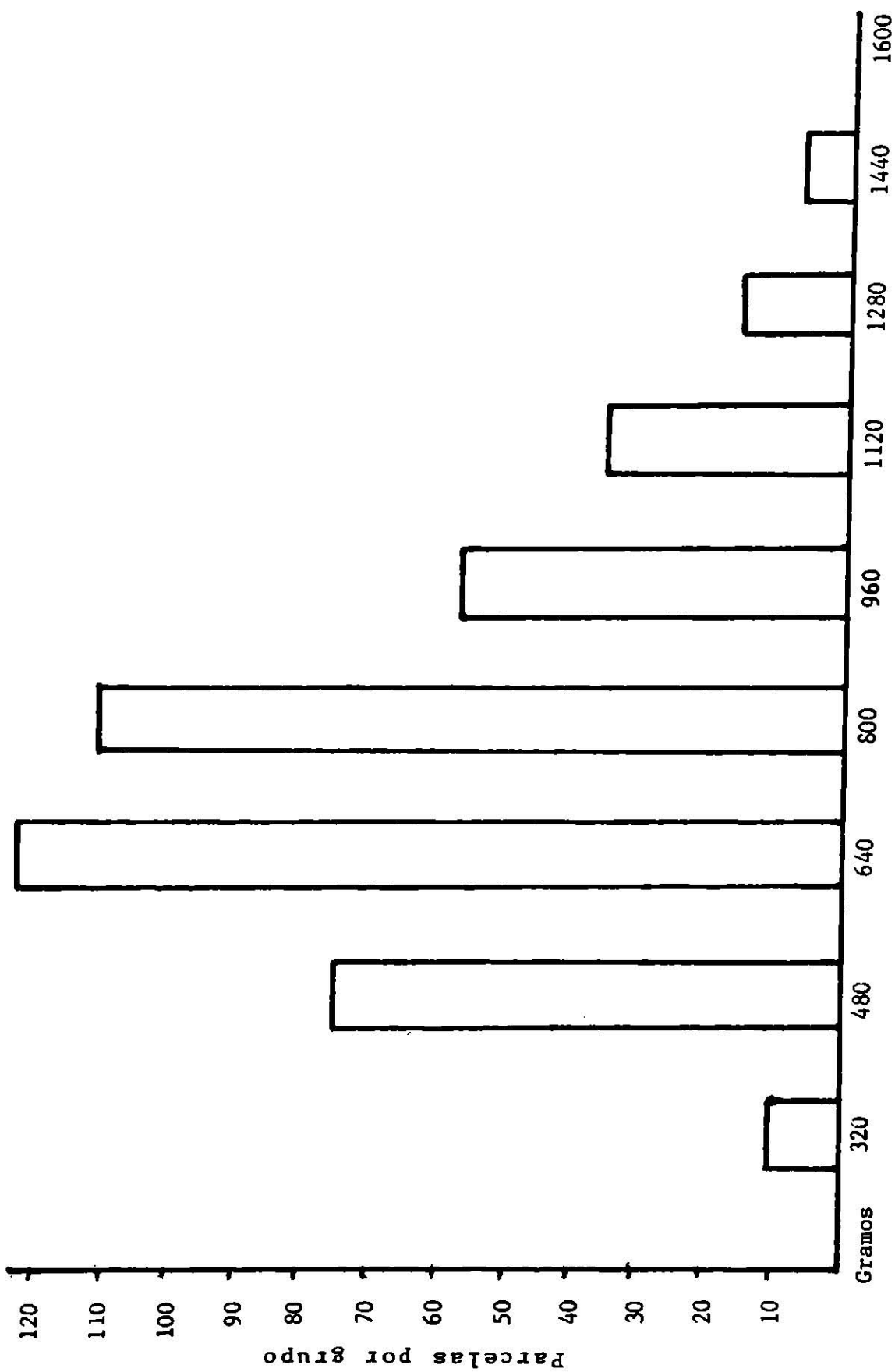


FIGURA 15A. Distribución de frecuencias por la característica rendimiento biológico de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench NLPI, Marín, N. L. Verano 1983)

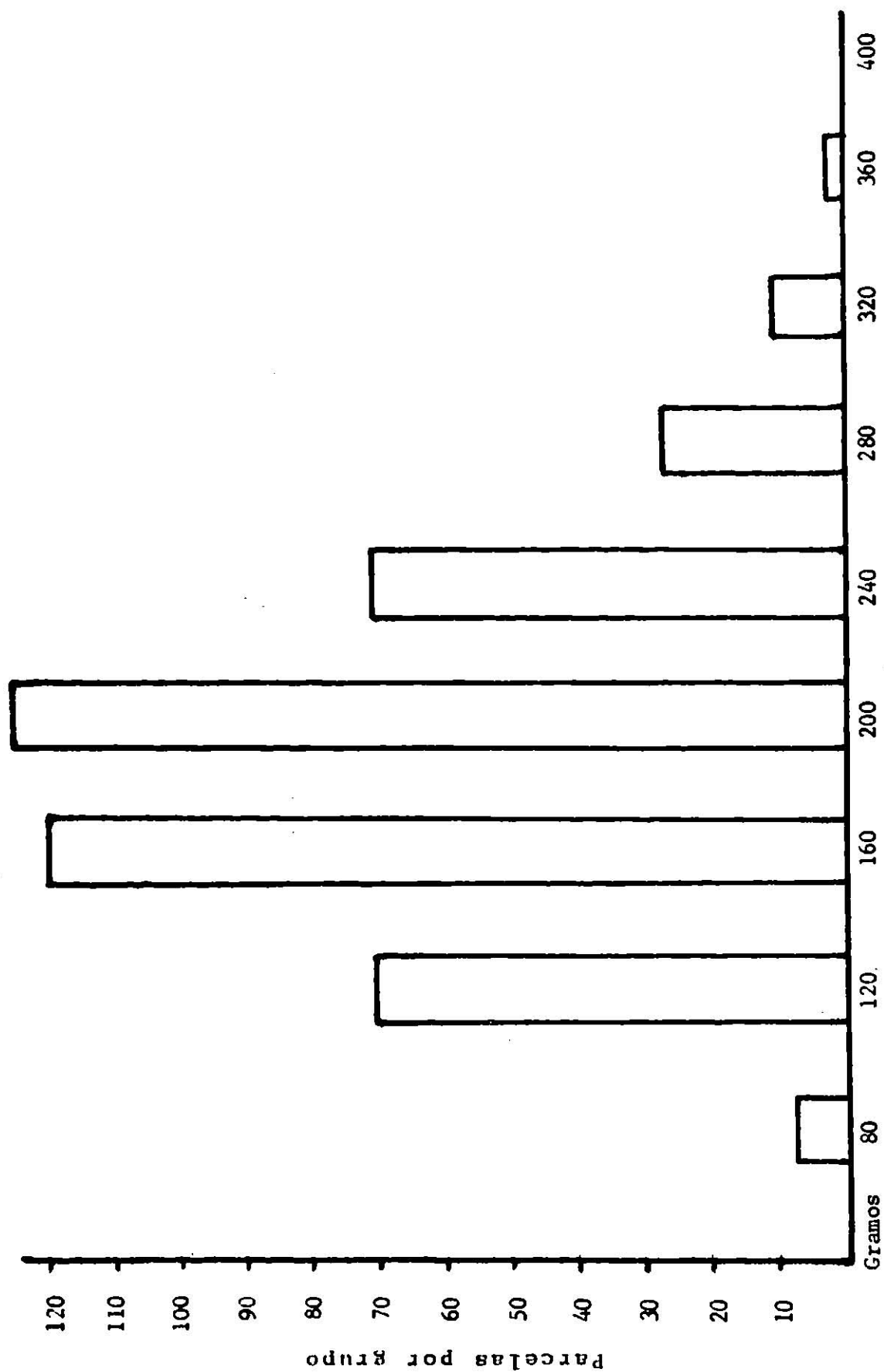


FIGURA 16A. Distribución de frecuencias por la característica rendimiento económico de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983

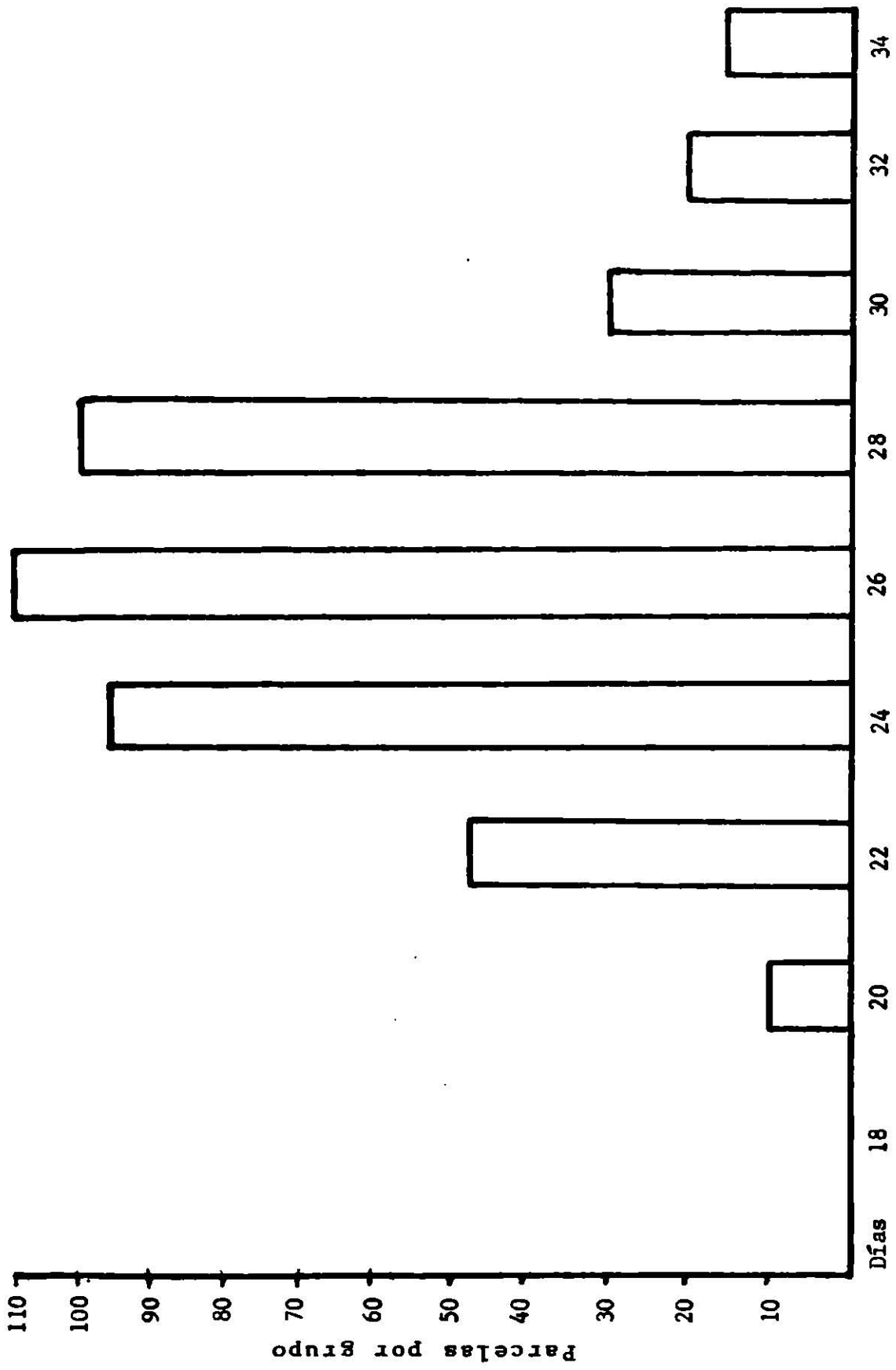


FIGURA 17A. Distribución de frecuencias por la característica período de formación de órganos florales de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N. L. Verano 1983.

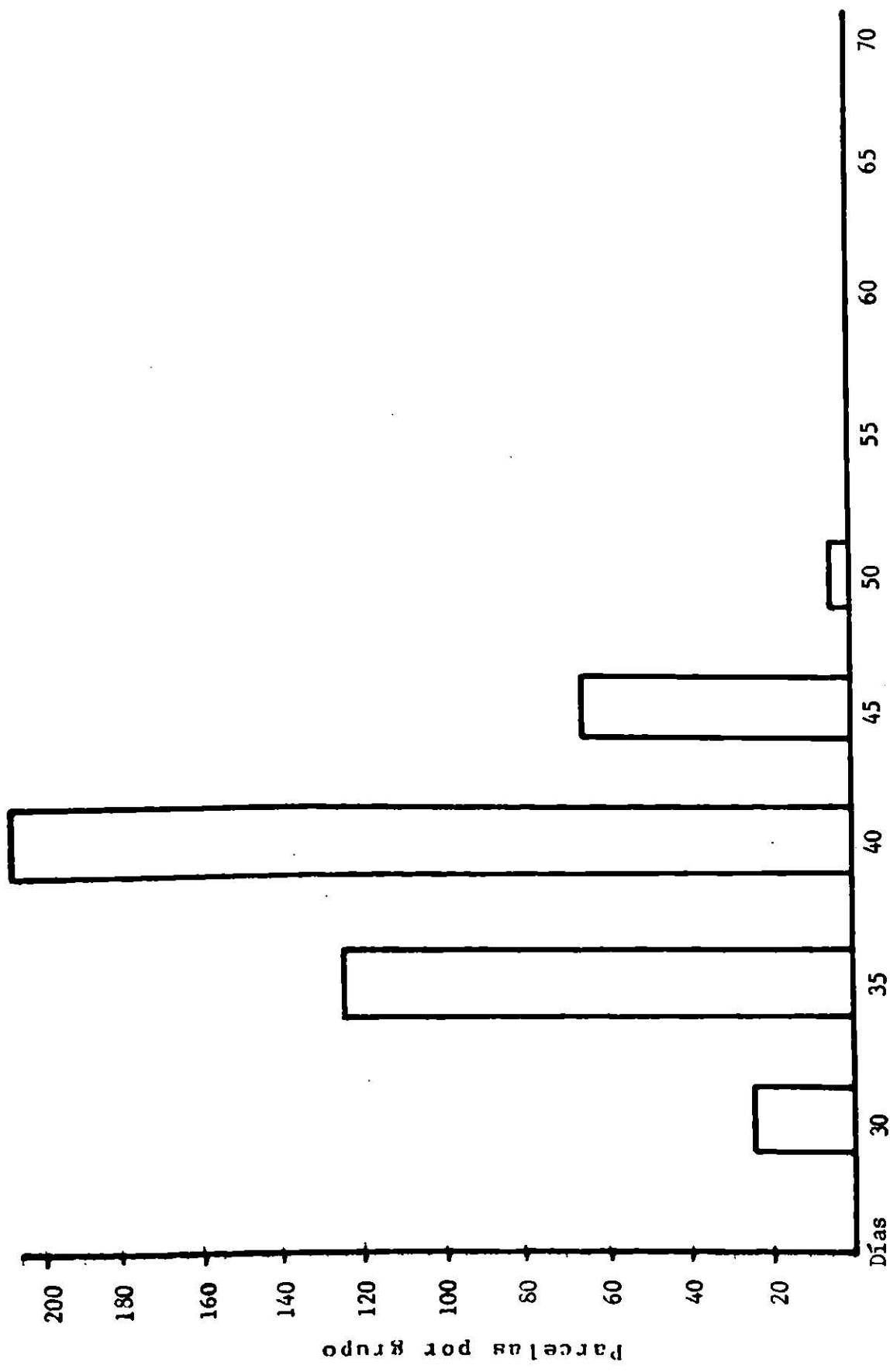


FIGURA 18A. Distribución de frecuencias por la característica días a llenado de grano de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1. Marín, N.L. Verano 1983.

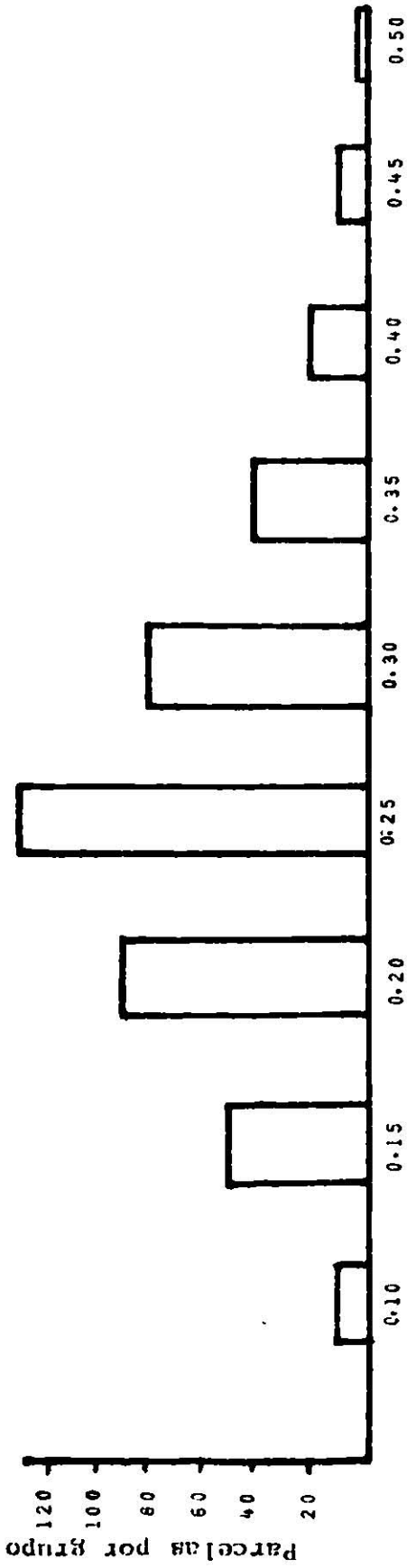


FIGURA 19A. Distribución de frecuencias por la característica índice de cosecha de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1, Marín, N. L. Verano 1983.

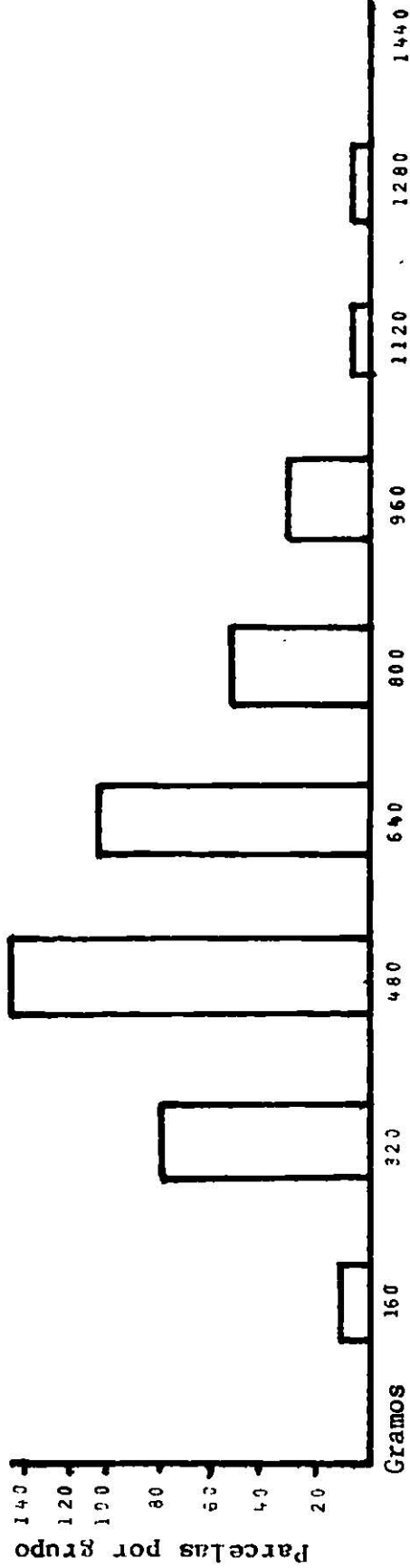


FIGURA 20A. Distribución de frecuencias por la característica paja de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1, Marín, N. L. Verano 1983.

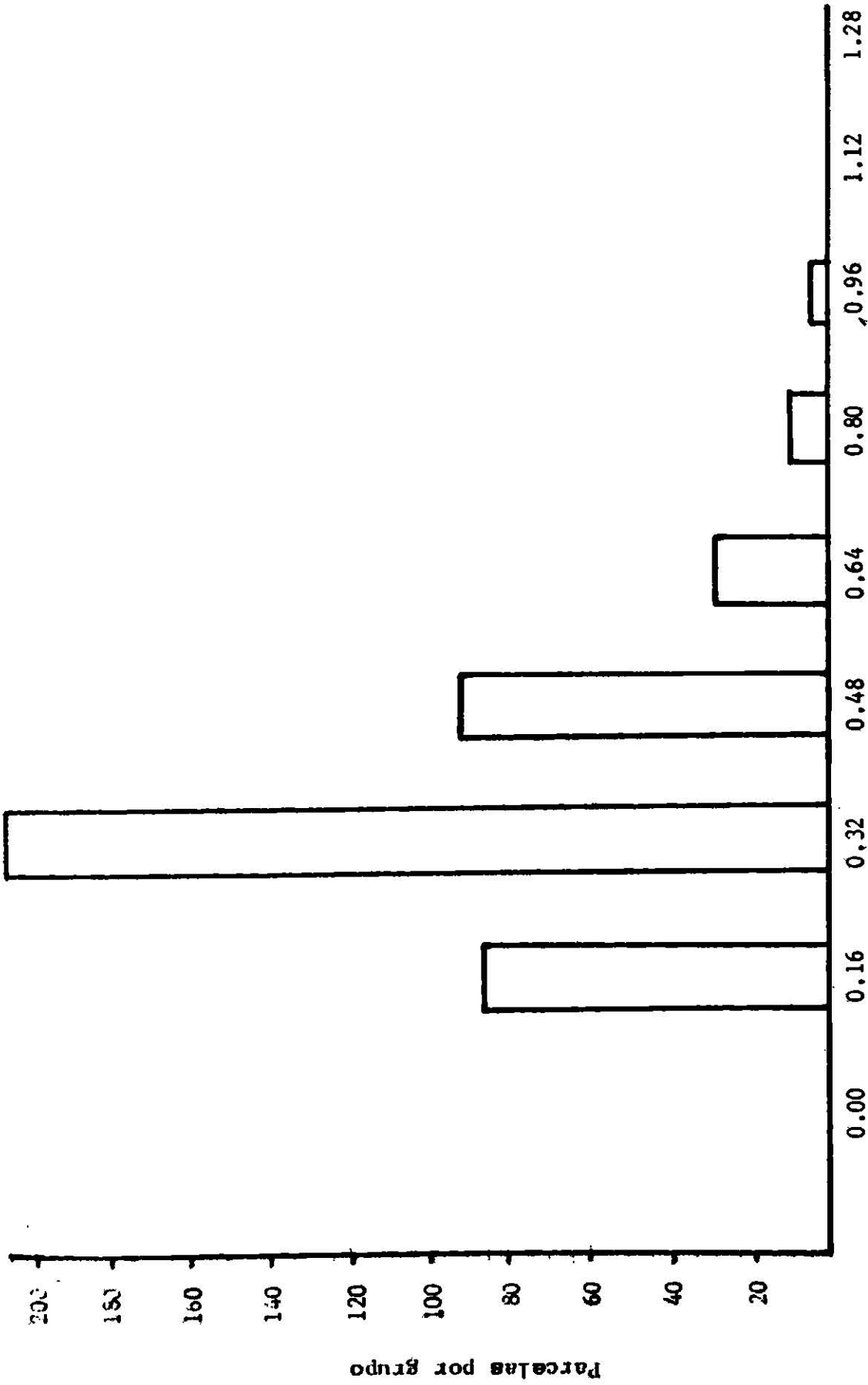


FIGURA 21A. Distribución de frecuencias por la característica relación grano-paja de 144 familias de autohermanos derivadas de la población de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) NLP1, Marín, N. L., Verano 1983.

