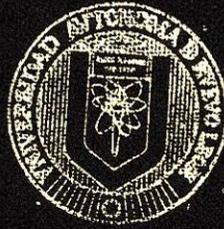


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



COMPARACION DE METODOS Y PRESIONES DE  
SELECCION EN DOS VARIEDADES DE MAIZ (*Zea mays* L.)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

GERARDO DE LIRA REYES

MARIN, N. L.

AGOSTO 1984

T  
SB191  
.A2  
L5  
C.1



1080061819

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



COMPARACION DE METODOS Y PRESIONES DE  
SELECCION EN DOS VARIETADES DE MAIZ (*Zea mays* L.)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

GERARDO DE LIRA REYES

MARIN, N. L.

AGOSTO 1984

5783 *JRM*

T  
SB191  
.M2  
L5



040 633  
FA16  
1984  
C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

**T E S I S**

Comparación de métodos y presiones de selección  
en dos variedades de maíz (Zea mays L.)

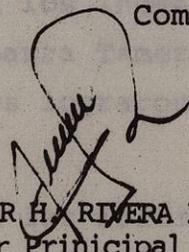
Elaborada Por:

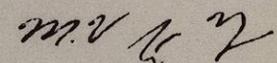
GERARDO de LIRA REYES

Aceptada y aprobada como requisito parcial para  
obtener el título de:

**INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA**

Comite Supervisor de Tesis

  
ING. M.C. CESAR H. RIVERA FIGUEROA  
Asesor Principal

  
ING. M.C. MARCO VINICIO GOMEZ MEZA  
Asesor Estadístico

Marín, N.L., Agosto de 1984.

## AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la FAUANL, a su Coordinador Ing. M.C. Francisco Zavala García y a todo el personal por brindarme su ayuda y compañerismo en éste trabajo.

Al Ing. M.C. César H. Rivera Figueroa, por su importante dirección en el tema de investigación, sus enseñanzas y sus constantes estímulos.

A los Ingenieros M.C. Marco Vinicio Gómez Meza y Nahum Espinoza Moreno, por su grandiosa colaboración para el presente trabajo.

Al Ing. M.C. Ramón G. Guajardo Quiroga, por su amistad y su confianza.

Al Ing. M.C. Leonel Romero Herrera, por sus sugerencias y disponibilidad para realizar este escrito.

Al Ing. M.C. Apolinar Aguillón Galicia por su ejemplo de amistad y organización.

A los Ingenieros M.C. Maurilio Martínez Rodríguez y Alonso Ibarra Tamez, Maestros del Area de Genética, que con sus cursos lograron motivarme en este interesante tema.

A las Sritas. Yolanda Díaz Torres, Ing. Nora García Treviño, Rosa Elia Pérez R., Elsa Ma. González y Martha G. Caballero; por su colaboración en la perforación de tarjetas, revisión y mecanografía del presente trabajo.

## DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Dedico con sentimiento este trabajo a Dios, a los Hombres y a mi Escuela.

A Dios, por toda la armonía que me ha permitido, además por marcarme el límite de confianza sin formar falsos ídolos.

A los hombres, a quienes presentan disponibilidad y positivismo en cualquier acción, reclamando a los que se escudan para justificar su perjuicio; y resalto a aquellos que tienen la valentía de eliminar la premeditación y negativismo.

A mi Escuela, con todo agradecimiento por la oportunidad de realizarme, con el agradable compromiso de siempre representarla tratando de que sea la mejor.

A MIS HERMANOS:

Con la satisfacción de haber compartido nuestra más importante etapa: la formación.

A MIS PADRES:

Sr. Jesús de Lira Baez

Sra. Ma. de Jesús Reyes de de Lira

Con un agradecimiento que no tiene palabras, y será el reflejo en la formación de mis hijos.

A MI NOVIA:

Srita. Lic. Elizabeth Quezada Rdgz.

Especialmente a tí

A tí Lili, porque este trabajo puede ser mucho o puede ser poco, pero lo importante es que juntos lo hicimos.

A MIS HERMANOS:

A LA MEMORIA DE

Con la satisfacción de haber compartido nuestra más importante etapa: la formación.

A MI ABUELITA CLEMENCIA

Como el ejemplo más palpable  
de lucha, honestidad y triunfo  
sobre las adversidades,  
un agradable ejemplo de la  
mujer campesina mexicana.

A TODOS MIS FAMILIARES

Especialmente a mi tío  
Francisco de Lira, a todos  
con admiración y respeto.

A LA MEMORIA DE

Don Santiago mi admirado abuelo  
y a mi Primo Macario mi eterno  
Amigo.

A Don Oscar Grosso Montemayor  
y a la memoria de su señor  
Padre Don Carlos Grosso  
Bustamante. Con todo res-  
peto y agradecimiento por  
su cátedra de positivismo.

A Don Julián y Doña Flor  
su amistad y consentir  
siempre irán conmigo.

A mis Compañeros y Amigos

## INDICE

	Página
INTRODUCCION . . . . .	1
REVISION DE LITERATURA . . . . .	4
2.1. Variación de una población. . . . .	4
2.1.1. Importancia de la variación . . . . .	4
2.1.2. Modos de presentarse la variación . . . . .	4
2.1.3. Causas que producen variación. . . . .	5
2.1.4. Partición de la variación fenotípica y genética . . . . .	6
2.2. Heredabilidad . . . . .	7
2.2.1. Concepto de heredabilidad . . . . .	9
2.2.2. Estimación de la heredabilidad . . . . .	9
2.2.2.1. Método de regresión . . . . .	9
2.2.2.2. Método de correlación . . . . .	11
2.3. Selección natural y artificial . . . . .	12
2.4. Respuesta a la selección . . . . .	13
2.5. Selección individual . . . . .	14
2.6. Selección familiar . . . . .	16
2.6.1. Concepto de familia y descripción del método . . . . .	16
2.6.2. Fracaso en el pasado de la selec- ción familiar . . . . .	18
2.6.3. Evidencias sobre la selección fa- milial . . . . .	19
2.7. Selección intrafamiliar . . . . .	20
2.8. Selección combinada . . . . .	21
2.8.1. Algunas variantes de la selección combinada . . . . .	21
2.8.2. Evidencias sobre la selección com- binada . . . . .	22

2.9. La selección y el aspecto social . . . . .	23
MATERIALES Y METODOS . . . . .	25
I.- Fase de Selección . . . . .	25
3.1. Lugar de trabajo . . . . .	25
3.2. Materiales usados (ciclo Primavera-Verano'82). . .	25
3.3. Labores agrícolas . . . . .	29
3.4. Establecimiento del lote de selección. . . . .	29
3.4.1. Procedimiento . . . . .	29
3.5. Cosecha . . . . .	30
3.6. Datos registrados en la cosecha . . . . .	30
3.7. Formación de compuestos. . . . .	31
3.7.1. Método . . . . .	31
3.8. Modelo estadístico (Modelo II) . . . . .	33
II.- Fase de Evaluación . . . . .	37
3.9. Comparación de compuestos . . . . .	37
3.9.1. Modelo estadístico . . . . .	37
3.9.1.1. Diseño experimental. . . . .	37
3.9.1.2. Tratamientos . . . . .	37
3.9.1.3. Parcela experimental y parcela útil . . . . .	38
3.9.1.4. Características de estudio . . . . .	38
3.9.1.5. Manejo del cultivo . . . . .	38
3.9.1.6. Cosecha . . . . .	38
RESULTADOS . . . . .	40
4.1. Fase de selección . . . . .	40
4.1.1. Comparación de parámetros . . . . .	40
4.1.2. Componentes de varianza fenotípica . . . . .	40
4.1.3. Correlación intraclase (t) . . . . .	46

	Página
4.1.4. Predicción de la respuesta a la selección . . . . .	48
4.2. Fase de evaluación . . . . .	55
4.2.1. Análisis de varianza . . . . .	55
4.2.2. Efecto del lugar y presión de selección . . . . .	55
4.2.3. Comparación de compuestos . . . . .	55
DISCUSION . . . . .	65
CONCLUSIONES . . . . .	70
RESUMEN . . . . .	71
BIBLIOGRAFIA . . . . .	73
APENDICE . . . . .	74

## LISTA DE CUADROS

		Página
1	Genealogía de los compuestos.	32
2	Análisis de varianza y esperanzas de cuadrados medios.	35
3	Heredabilidad y respuesta esperada bajo diferentes métodos de selección (Falconer, 1980).	36
4	Comparación de parámetros de dos variedades de maíz y cinco caracteres de mazorca y respuesta esperada a la selección.	41
5	Componentes de varianza fenotípica para el carácter peso de mazorca en dos variedades de maíz criollo evaluados en dos localidades (Primavera, 1982).	42
6	Cuadrados medios y significancia estadística de seis características de mazorca de treinta y seis compuestos de maíz (Primavera, 1983).	47
7	Comparación de compuestos seleccionados de variedad "Ranchero" en las localidades Marín, N.L. y Escobedo, N.L. ( El Canadá ).	54
8	Comparación de compuestos seleccionados de la variedad "San Nicolás" en las localidades de Marín, N.L. y Escobedo, N.L. ( El Canadá ) en el ciclo Primavera-82.	56
9	Efecto de la localidad de selección y la presión de selección sobre el rendimiento (kg/ha) de dos variedades de maíz evaluadas en Marín, N.L. (Primavera-83).	57

10	Comparación del rendimiento (kg/ha) de 32 compuestos de maíz seleccionados bajo cuatro métodos de selección y dos presiones de selec ción realizada en dos localidades y dos crio llos (Marín, N.L. Primavera-83).	58
----	--	----

## LISTA DE FIGURAS

		Página
1	Distribución de las familias en el terreno (localidad de Escobedo, N.L.).	26
2	Distribución de las familias en el terreno (localidad de Marín, N.L.).	27
3	Metodología de selección mazorca por surco estratificado.	28
4	Distribución de los compuestos en la fase de evaluación (Primavera-83).	39
5	Correlación intraclase del caracter número de hileras con relación con el ambiente y variedad.	43
6	Correlación intraclase del caracter diámetro de mazorca con relación con el ambiente y variedad.	43
7	Correlación intraclase del caracter longitud de mazorca y su relación con el ambiente y variedad.	44
8	Correlación intraclase del caracter grano por hilera y su relación con el ambiente y variedad.	44
9	Correlación intraclase del caracter peso de mazorca y su relación con el ambiente y variedad.	45
10	Comparación de la respuesta a la selección para dos variedades y localidades (número de hileras).	49

		Página
11	Comparación de la respuesta a cuatro métodos de selección para dos variedades y localidades (grano por hilera).	50
12	Comparación de la respuesta a cuatro métodos de selección para dos variedades y localidades (longitud de mazorca).	51
13	Comparación de la respuesta a cuatro métodos de selección para dos variedades y localidades (diámetro de mazorca).	52
14	Comparación de la respuesta a cuatro métodos de selección para dos variedades y localidades (peso de mazorca).	53
15	Rendimiento de grano de diferentes compuestos formados a partir de dos poblaciones seleccionadas con una presión de selección del 5% en dos localidades en el ciclo Primavera-82 (Marín, N.L. Primavera-Verano'83).	62
16	Rendimiento de grano de diferentes compuestos formados a partir de dos poblaciones seleccionados con una presión de selección del 10% en dos localidades en el ciclo Primavera-82 (Marín, N.L. Primavera-Verano'83).	63
17	Rendimiento de grano de diferentes compuestos formados a partir de dos poblaciones seleccionadas en dos localidades en el ciclo Primavera-82 (Marín, N.L. Primavera-Verano'83).	64

## LISTA DE APENDICE

### CUADROS

		Página
A1	Determinación fisicoquímica del suelo en la localidad de Escobedo, N.L.	78
A2	Determinación fisicoquímica del suelo en la localidad de Marín, N.L.	80
A3	Cuadrados medios de cinco caracteres de maíz en las variedades "Ranchero" y "San Nicolás" (Marín y Escobedo, N.L. Primavera, 1982).	81

### FIGURAS

A1	Distribución promedio de temperatura y precipitación en Escobedo, N.L.	77
A2	Distribución promedio de temperatura y precipitación en Marín, N.L.	79

## INTRODUCCION

Es indiscutible la estrecha relación que mantiene el -- cultivo del Maíz con las necesidades de alimentación del pueblo mexicano.

En este cultivo las principales formas de utilización -- son como elote fresco, forraje y grano. Este último tipo de aprovechamiento participa en la dieta diaria principalmente -- como tortilla, estimandose que un 54.53% del grano de maíz -- en México se consume en esta forma. Otras maneras de consumo son como tamales, atoles, masa, hojuelas, pinole, etc.

En 1975 se consumió un total de 6 952.2 miles de toneladas de maíz como grano y en 1982, 8 561.8 miles de toneladas -- y para 1990 se estima que de acuerdo con el aumento de la población se necesitaran 10 293.4 miles de toneladas, lo que implica que en relación al año de 1982 se requiere incrementar la producción, progresivamente hasta lograr un incremento de 20.22% en 1990. (datos obtenidos de COPLAMAR).

Ahora bién, se plantean dos maneras generales de incrementar la producción de los cultivos; la primera es aumentar el área de cultivo, y la segunda aumentar la eficiencia de -- producción, es decir, lograr mayor productividad utilizando -- los medios al alcance.

El presente trabajo se ubica dentro del contexto de la -- segunda alternativa. Considerando que el monto total de lo -- producido o cosecha se ubica en el siguiente modelo:

$$F' = G + E + GE$$

Donde:

F' = Valor Fenotípico

G = Valor Genético

E = Valor Ambiental

GE = Interacción del valor genético con am--  
biente.

Este estudio se encamina a utilizar metodologías para -explotar las propiedades genéticas de las poblaciones y modificar el valor genético y de interacción en dirección favorable al valor fenotípico, lo que se traduce en buscar un incremento en la producción.

De las metodologías de fitomejoramiento planteadas, se utilizó la de selección, dadas las características de las variedades incluidas y, además, ésta metodología presenta como principal ventaja que las variedades mejoradas se le proporcionan al agricultor con las características tradicionales, -solo modificando los caracteres de interés agronómico, de esta manera, el productor ya conoce el comportamiento de su material y la variedad está adaptada a las condiciones ambientales de producción.

El estudio incluye dos variedades de maíz: La variedad -"Ranchero" con antecedentes de haber sido mejorada mediante selección masal y la variedad "San Nicolás" considerada -criolla. Estas variedades fueron seleccionadas en dos localidades: en los Campos Experimentales de Marín, N.L. y Escobedo N.L. de la F.A.U.A.N.L.; sometidas a dos presiones de selección 5 y 10%; siguiendo el esquema teórico de cuatro métodos de selección: individual, intrafamiliar, familiar y combina--do.

Buscando incrementar la productividad del cultivo de maíz, en las zonas bajas del Estado de Nuevo León, mejorando --las variedades; así como probar la eficiencia relativa de los métodos de selección, comparando y evaluando en condiciones-ambientales similares son los planteamientos generales de presente trabajo. Además, específicamente el estudio se plantea los siguientes objetivos:

1ª Comparar la eficiencia relativa de cuatro métodos de selección.

2ª Observar el efecto de dos presiones de selección so

bre la media y la varianza de la población.

- 3<sup>a</sup> Comparar las variedades "Ranchero" y "San Nicolás" -- considerando diferentes características de interés -- agronómico.
- 4<sup>a</sup> Mejorar el rendimiento de las variedades "Ranchero" - y "San Nicolás" y proporcionar la semilla mejorada a los agricultores.

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

- 1<sup>a</sup> La selección combinada es superior a la selección individual, familiar e intrafamiliar.
- 2<sup>a</sup> La presión de selección afecta a la media y a la varianza de la población.
- 3<sup>a</sup> Las variedades "Ranchero" y "San Nicolás" tienen diferente media y varianza poblacional.
- 4<sup>a</sup> Es posible superar el rendimiento de las variedades por selección.

## REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Variación de una población

#### 2.1.1. Importancia de la variación.

Se define la variación de una población como la tendencia que se manifiesta en los individuos a diferenciarse unos de otros, es decir, el fenómeno mediante el cual los descendientes de un par de progenitores difieren no solo entre sí sino en relación con los individuos que les dieron origen -- (De la Loma, 1963).

El reto para el fitomejorador es aprovechar la variación presente en las plantas cultivadas y manifestar la reproducción de caracteres de interés.

#### 2.1.2. Modos de presentarse la variación.

La variación de la descendencia de un mismo par de progenitores se puede presentar de dos maneras distintas, constituyendo las variaciones continuas y discontinuas. Las primeras son aquellas que se manifiestan por pequeñas diferencias de modalidad generalmente cuantitativa, que afectan a todos los órganos y caracteres de los individuos y que, siendo variables en intensidad y sentido para cada órgano y para cada carácter dan origen a la fisonomía peculiar de cada individuo y permiten distinguir a unos de otros de modo inconfundible (De la Loma, 1963).

En contraposición a las variaciones continuas, la variación discontinua, corresponde a variaciones morfológicas o funcionales que aparecen de un modo repentino en uno o varios individuos aislados de una misma generación, o incluso de una misma descendencia, manifestándose a veces con considerable amplitud cuantitativa, y frecuentemente aun con modalidades cualitativas nuevas, que diferencian visiblemente a los individuos que los poseen del resto de sus hermanos --

(De la Loma, 1963).

### 2.1.3. Causas que producen variación.

Las variaciones que exhiben los seres vivos, pueden ser debidas a tres causas distintas:

- a) Influencia del medio
- b) Recombinación de los factores hereditarios
- c) Mutación

Las variaciones ocasionadas por la influencia del medio han recibido también los nombres de variaciones ecológicas. Son diferencias exhibidas por los individuos, como resultado de una acción desigual sobre cada uno de ellos, de las diferentes condiciones de toda índole que las rodean, en general son variaciones cuantitativas (De la Loma, 1963; Stebbins, - 1978).

La recombinación de factores mendelianos puede dar origen a una variación de bastante intensidad en las descendencias; las diferencias que se pueden presentar son de mayor proporción cuanto mayor sea el número de pares de factores tomados en consideración. Todos los fenómenos hereditarios contribuyen a producir la variación en este caso: la segregación, la recombinación de genes, que tiene lugar durante la reducción cromática al formarse los gametos, el intercambio homólogo y la fusión de gametos para formar el cigoto - (De la Loma, 1963; Stebbins, 1978).

La tercera causa de la variación es la mutación, que -- consiste en una modificación aparecida repentinamente en el seno de una población sensiblemente uniforme, manifestada -- con gran amplitud casi siempre de carácter cualitativo, y -- que se trasmite a la descendencia (De la Loma, 1963; Stebbins, 1978).

#### 2.1.4. Partición de la variación fenotípica y genética

El estudio de la variación se puede encaminar en la partición de los componentes que causan los distintos efectos, ya que la magnitud relativa de estos componentes es lo que determina las propiedades genéticas de la población (Kempthorne, 1954).

En general, las poblaciones se pueden ubicar en el siguiente modelo:

$$\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2 + \sigma_{ge}^2$$

donde:

$\sigma_p^2$  = varianza fenotípica o total

$\sigma_g^2$  = varianza genotípica

$\sigma_e^2$  = varianza ecológica

$\sigma_{ge}^2$  = la desviación por interacción

a su vez, la  $\sigma_g^2$  la podemos descomponer en:

$$\sigma_g^2 = \sigma_a^2 + \sigma_d^2 + \sigma_i^2$$

donde:

$\sigma_a^2$  = varianza aditiva

$\sigma_d^2$  = varianza de dominancia

$\sigma_i^2$  = varianza de interacción en la cual, se incluye la epistasis.

Cuando se trabaja en el mejoramiento de plantas por selección; se dice que se explota la porción aditiva de la parte genotípica; al respecto (Lerner, 1964 y Falconer, 1980), opinan que los progenitores seleccionados aportan genomas haploides al patrimonio genético de la generación siguiente, rompiendo en el curso de la reproducción las combinaciones epistáticas y de dominancia

ya que al agruparse de nuevo, el acomodo es distinto por el efecto -- del entrecruzamiento cromosómico, con respecto a los progenitores. En conclusión con lo anterior, se puede afirmar que la varianza aditiva es propiedad del alelo, y los de -- epistasis y dominancia lo son del genotipo.

## 2.2. Heredabilidad

### 2.2.1. Concepto de heredabilidad.

Se define heredabilidad de un carácter que muestra variación continua y que se supone regulado por poligenes, como la porción de la varianza total o fenotípica que es atribuible al efecto aditivo de los genes o varianza aditiva, llamado  $h^2$  a la heredabilidad sera: (Sanchez-Monge, 1966).

$$h^2 = \frac{V_A}{V_F}$$

En sentido más amplio, la heredabilidad es la porción - de la varianza atribuible al efecto de los genes o varianza-genotípica.

$$H^2 = \frac{V_G}{V_F} = \frac{V_A + V_D + V_I}{V_F}$$

en la que  $V_I$  es la varianza epistatica.

La función más importante de la heredabilidad, en el estudio genético de los caracteres métricos, es su papel predictivo que expresa la confiabilidad del valor genotípico como indicación del valor reproductivo (Lerner, 1964; Falconer 1980).

Es importante agregar que la heredabilidad no es una propiedad del caracter únicamente, sino también lo es de la población y de las circunstancias ambientales a las que estan - sujetos los individuos, de ahí que, estrictamente hablando, -

cualquier estimación de la heredabilidad dentro de una generación, es válida solamente para aquella generación particular de donde proceden los datos para llegar a ella (Lerner, 1964; Sanchez-Monge, 1966 y Falconer, 1980).

Frecuentemente se recomienda que el método de mejoramiento a seguirse, depende de la porción de la varianza aditiva, es decir, si se estima que en la población se encuentra una alta componente aditiva se puede usar selección, pero si la porción es mínima hay que utilizar los efectos no aditivos y recurrir a la hibridación (Falconer, 1980).

Si la heredabilidad en sentido estricto ( $h^2$ ) es elevada debe darse importancia a la selección masal. Si es baja, hay que confiar más en la evaluación de progenitores por el comportamiento de su progeñe. Si es grande la varianza dominante, se puede realizar selección entre familias o para cruzamiento interfamiliares, y si existe interacción genotipo-ambiente se debe tender a producir una variedad para cada región ecológica. (Sanchez-Monge, 1966).

El tipo de apareamiento determina también la porción de la varianza aditiva y de la heredabilidad como se expresa en seguida:

<u>Parientes</u>	<u>Covarianza</u>	<u>Regresión(b)</u> <u>Correlación(t)</u>
1. Progeñe y un progenitor	$1/2 V_A$	$b = 1/2 h^2$
2. Progeñe y un progenitor medio	$1/2 V_A$	$b = h^2$
3. Medios hermanos	$1/4 V_A$	$t = 1/4 h^2$
4. Hermanos carnales	$1/2 V_A + 1/4 V_D + V_E$	$t = 1/2 h^2$

En base al razonamiento de que la varianza entre familiares es igual a la covarianza dentro de estos (Kempthorne, 1969), se puede deducir que las varianzas genotípicas entre familias antes mencionadas, equivalen a la covarianza respectiva entre individuos (emparentados en un cierto grado) den-

tro de las familias de estudio. Ahora bien, se ha demostrado que las covarianzas entre parientes, según su grado de parentesco equivalen a una proporción de las varianzas aditivas y de dominancias de la población originaria de las familias bajo estudio.

Las equivalencias mostradas en el cuadro están dadas bajo las suposiciones: a) herencia diploide, b) no existe correlación ambiental, c) equilibrio de ligamiento, d) no endogamia, e) los parientes son una muestra aleatoria de una población no endogámica (Cockerham, 1963) citado por (Romero, 1981).

### 2.2.2. Estimación de la heredabilidad.

Entre los métodos utilizados para estimar la heredabilidad se mencionan los más usados:

2.2.2.1. Métodos de regresión. Poseyendo datos de progenitores y descendencia se puede estimar la heredabilidad a través del coeficiente de regresión de la descendencia respecto a un progenitor o a la media de los progenitores (Sanchez-Monge, 1966).

a) Progenie y un progenitor.

$$\text{Cov (p.p)} = 1/2 V_A$$

El coeficiente de regresión:

$$\text{bpp} = \frac{\text{Cov(p.p)}}{V_F} = 1/2 \frac{V_A}{V_F} = 1/2 h^2$$

Se puede estimar, por lo tanto, la heredabilidad por el coeficiente de regresión de los descendientes sobre uno de los progenitores. Falconer (1980), agrega que en el tratamiento del parecido entre parientes, se debe suponer que estos son una muestra aleatoria de su generación y que se aparean también al azar. Sin embargo, en poblaciones experimentales, los progenitores frecuentemente constituyen un grupo selecto, y consecuentemente, la varianza fenotípica entre los-

progenitores es menor que la de la población total y menor -- que la de la progenie. La regresión de esta sobre los progenitores no se afecta al elegir a los progenitores porque, -- según este autor, la covarianza se reduce en la misma canti-- dad que la varianza de los progenitores, de manera que no se altera la pendiente de la línea de regresión. En esta forma, la regresión de la progenie sobre el progenitor es una medida de  $1/2$  de  $h^2$  y la regresión de la progenie sobre el progeni-- tor medio es también una medida válida de  $h^2$  (Zavala, 1982).

b) Progenie y media de progenitores.

El valor de la covarianza será:

$$\begin{aligned} \text{Cov} (p, \bar{p}) &= \text{Cov} [p, 1/2 (p_1 + p_2)] \\ &= 1/2 \text{Cov} (p, p_1) + 1/2 \text{Cov} (p, p_2) \\ &= 1/4 V_A + 1/4 V_A = 1/2 V_A \end{aligned}$$

El coeficiente de regresión será:

$$\begin{aligned} b_{p\bar{p}} &= \frac{\text{Cov} (p, \bar{p})}{V_F} = 1/2 \frac{V_A}{V \ 1/2 (p_1 + p_2)} \\ &= \frac{1/2 V_A}{1/4 V_{p_1} + 1/4 V_{p_2}} \\ &= \frac{1/2 V_A}{1/2 V_p} \\ &= h^2 \end{aligned}$$

En este caso la heredabilidad viene estimada directamen-- te por el coeficiente de regresión de los hijos sobre la me-- dia de los padres (Sanchez-Monge, 1966).

El uso del método progenie-progenitor medio, se compli-- ca si la varianza no es igual en los dos sexos, si esto su-- cede la heredabilidad debe ser estimada por separado (Zava-- la, 1982).

2.2.2.2. Método de correlación. Al hacer observaciones en poblaciones, las cuales han sido divididas en grupos (por ejemplo familias), se puede observar que mientras mayor sea la similitud dentro de grupos, mayor será la proporción de diferencia que exista entre grupos. El grado de parecido puede, por lo tanto, expresarse como la componente entre grupos en proporción a la varianza total; esto es, el coeficiente de correlación intraclase, el cual se expresa como sigue: (Lerner, 1964; Ostle, 1979 y Falconer, 1980).

$$t = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_B^2 + \sigma_W^2}$$

donde:

t = correlación intraclase  
 $\sigma_B^2$  = componente entre grupos  
 $\sigma_W^2$  = componente dentro de grupos

Se acostumbra utilizar el símbolo "t" para la correlación intraclase de valores fenotípicos para evitar la confusión que surge con otros tipos de correlación al usar el símbolo "r".

La componente dentro de grupos es la varianza de los individuos con respecto a la media de los grupos y la componente entre grupos es la varianza de las medias verdaderas de los grupos, con respecto a la media de la población (Lerner, 1964; Falconer, 1980).

a) Medios hermanos (MH)

Los medios hermanos tienen un progenitor en común, y la covarianza de cada individuo con todos sus medios hermanos, dividida por la varianza total, nos dará el coeficiente de correlación intraclase. Por otra parte, la mencionada covarianza será igual a la varianza de los medios de cada familia, pero la varianza de medios familiares es la de la mitad de los valores aditivos. Por lo tanto; (Sanchez-Monge, 1966).

$$t = \frac{\text{Cov}(MH)}{V_F} = \frac{V(1/2 A)}{V_F} = \frac{1/4 V_A}{V_F} = 1/4 h^2$$

b) Hermanos completos (HC)

El calculo del coeficiente de correlación intraclase entre hermanos nos conduce a una estimación exacta de la heredabilidad. En efecto, se demuestra que dicho coeficiente "t" tiene el valor:

$$t = 1/2 h^2 + 1/4 \frac{VD}{V_F}$$

De donde se deduce que  $h^2 \leq 2t$  (Sánchez-Monge, 1966).

### 2.3. Selección natural y artificial.

Darwin (1859), define el término de selección natural, como la conservación de las diferencias y variaciones individuales favorables y la destrucción de aquellas que son perjudiciales. Sin embargo, Lerner (1964), agrega que solo el -- término selección es definible como la reproducción diferencial de genotipos al azar.

La selección solo puede actuar sobre diferencias heredables, y no puede crear variabilidad genética, sino que actúa sobre lo ya existente, por eso la eficiencia de la selección depende de tal variabilidad. El efecto básico de la selección es cambiar el arreglo de las frecuencias genicas a través de los individuos que van a usarse como progenitores-- y por medio de la forma como estos se aparean, la cual incluye la endogamia y el cruzamiento (Falconer, 1980).

La selección natural es la base principal de la evolución donde actúan conjuntamente todos los factores del medio sobre los caracteres hereditarios que diferencian a los individuos por su éxito reproductivo, siendo generalmente mayor el de aquellos que bajo condiciones naturales presentan caracteres que no serían favorecidos por la elección humana.

La selección artificial actúa bajo los mismos principios que la selección natural, teniendo que contar con variación hereditaria, logrando cambios en las frecuencias génicas al separar los individuos deseables de los no deseables, formándose grupos que difieren en sus frecuencias génicas, uno de los cuales conserva los caracteres que le interesan al mejorador, quién previamente decidió que seleccionar y cuando hacerlo, de acuerdo al tipo de reproducción y constitución genética de la población.

#### 2.4. Respuesta a la selección.

La respuesta a la selección es la diferencia del valor fenotípico medio entre la descendencia de los progenitores seleccionados y la generación paternal antes de la selección, dependiendo de la heredabilidad del carácter en la generación en la cual se seleccionó a los progenitores (Falconer, 1980)

La presión de selección será aquella que permita explotar al máximo la variabilidad genética existente en una población durante el mayor tiempo posible, así, presiones altas darán una fuerte respuesta a la selección pero presentándose deriva genética y consecuentemente homogeneidad en la población, por la pérdida de variabilidad genética, la cual bajo algunas circunstancias no es deseable.

El diferencial de selección es el valor genotípico medio de individuos seleccionados como progenitores expresado como una desviación con respecto a la media de la población. La magnitud del diferencial de selección depende de la proporción de la población incluida en el grupo seleccionado y la desviación estándar genotípica del carácter.

## 2.5. Selección individual.

Lonnquist (1961), citado por Bucio (1969), trabajando en Nebraska sobre la variedad Hays Golden, logró en cinco ciclos de selección un progreso del 19% en rendimiento sobre la variedad original, esto da un progreso promedio de 3.93% por ciclo.

Molina y Johnson (1963), citados por Brauer (1980), seleccionando sobre la variedad V-520 de la raza tuxpeño, después de tres ciclos de selección habían logrado un aumento de rendimiento sobre la misma variedad testigo de 33%, un promedio de 11% por ciclo de selección y con ello alcanzar los rendimientos del H 507, una de las mejores variedades híbridas de México tropical.

Gardner y Lonnquist (1967), informaron haber obtenido un aumento promedio de rendimiento de 2.85% por ciclo, después de trabajar con la variedad Hays Golden por diez ciclos.

Bucio (1969), recomienda hacer selección en condiciones similares que las de producción, ya que si se selecciona en densidades bajas, probablemente se reducirá el rendimiento unitario al seleccionar genotipos en bajas densidades.

Ibarra (1976), observa un incremento de 6.2% en la variedad "Pedro García" para el carácter rendimiento lo que indica avance en la selección, aunque no hubo diferencia significativa para los valores establecidos.

En esencia, el método de selección individual consiste en hacer cruzar pares de plantas en forma directa y recíprocamente y seleccionar los pares de mayor rendimiento y que tengan las mazorcas más similares entre sí (Marquez, 1979). Una forma alternativa de selección individual es la que se hace para días a floración. Para precocidad se dejan espigar las plantas más prococes y de ahí en adelante se desespiga el resto, de esta forma solo se polinizan plantas preco

ces entre sí, es decir individuos seleccionados solamente, se cumple el requisito de selección individual al aparearse entre sí ambos progenitores seleccionados, lo cual demuestra que el método puede llevarse a cabo para caracteres que se manifiestan antes de la floración, o en plantas que sea posible su reproducción vegetativa.

Cuando la selección se lleva a cabo mediante la observación de caracteres que son poco afectados por el medio ecológico y fácilmente visibles, la selección masal puede ser eficaz, sin embargo, la mayoría de los caracteres de la planta, principalmente el de rendimiento, corresponden a una herencia poligénica, ocasionando que su probabilidad de manifestación sea dependiente del factor ambiente, por lo cual, una consideración de este factor es la fórmula de ajuste de Molina --- (1979).

El sistema moderno de selección masal consiste en tomar como base una población de 6,000 a 7,000 plantas, no tomar en cuenta plantas sin competencia. Además el lote se divide en parcelas pequeñas, de unos 10 surcos de 10 m de largo, el tamaño debe estar relacionado con el número de plantas que se incluyen y con la variabilidad más o menos grande del suelo donde crecen. Las plantas se localizan e identifican dentro de cada una de estas parcelas y se seleccionan de acuerdo con su mayor producción de grano comparado con la media de la parcela particular. (Molina, 1976).

Como se indica anteriormente, se le llama selección masal al método en que se lleva a cabo control de un solo progenitor, puesto que la selección se hace dentro de un grupo de individuos sin considerar los progenitores, aunque al momento de elegir, se está incluyendo al progenitor femenino, o sea aquella planta que fue seleccionada en la generación inmediata anterior, por sus características sobresalientes.

En el mejoramiento por selección masal en maíz, los individuos escogidos se separan de una población heterogénea -

heterocigoticamente en base a sus producciones individuales, (Marquez, 1979). Esto significa, que en ciclos subsecuentes, conforme la heterogenidad poblacional va disminuyendo como consecuencia de la selección, los individuos seleccionados van constituyendo poblaciones que cada vez son mas homogéneas por lo que las relaciones entre ellas van cambiando, hasta llegar a ser, en etapas avanzadas individuos cada vez más semejantes geno y fenotípicamente.

En la selección individual, la unidad de selección es la planta individual, de tal forma que es necesario representar la variación fenotípica ( $\sigma^2_f$ ) de la población bajo estudio, con un número suficiente de individuos, ya que estas se seleccionan únicamente en base a sus valores fenotípicos (Falconer, 1980).

De acuerdo con Falconer, 1980; en la selección individual hay control de ambos progenitores mientras que en la selección masal sólo de uno, en el cultivo del maíz, corresponde al femenino.

La selección masal es quizá el sistema de selección más antiguo, pues consiste en tomar la semilla con los individuos seleccionados, mezclarla y sembrarla toda junta para formar con ella una nueva población, volviéndose a repetir el proceso (Brauer, 1980).

## 2.6. Selección familiar.

### 2.6.1. Concepto de familia y descripción del método.

En este sistema de selección están incluidas todas las metodologías genotécnicas que involucran la prueba de grupos de individuos relacionados por algún grado de parentesco o familias como por ejemplo, selección familiar de hermanos completos, de líneas  $S_1$ , etc., metodologías generalmente de-

tipo recurrente para el mejoramiento de poblaciones o bien, la prueba de mestizos (línea X probador) para estimar aptitud combinatoria general en la obtención de sintéticos o híbridos de cruza doble, cruza de tres líneas o cruza simples, o en los esquemas de selección recurrente para dicho carácter.

Está claro que en estas pruebas se está estimando el comportamiento de un grupo de plantas de cierta homogeneidad genética (dada por el parentesco entre ellas) dentro de una misma parcela.

Márquez (1979), opina que la selección de las familias deberá hacerse en las densidades de siembra en las que quiera evaluarse su efectividad, es decir, en las densidades de las que se desea sembrar comercialmente a las familias seleccionadas, puesto que aquí ya se encuentran separadas de la población antes de ser probadas en los ensayos de rendimiento.

Según Falconer (1980), en la selección familiar, las familias completas se seleccionan o se rechazan de acuerdo con el valor fenotípico medio de cada una de ellas. Los valores individuales no son considerados excepto en los que corresponde a la determinación de la media familiar. En otras palabras, se les da a las desviaciones dentro de familias una ponderación igual a cero.

La circunstancia principal bajo la cual la selección familiar debe ser preferida, es cuando el carácter por seleccionar tiene una heredabilidad baja. La eficiencia de la selección familiar descansa en el hecho de que las desviaciones ambientales de los individuos tienden a cancelarse entre sí en el valor medio de la familia. De manera que el valor fenotípico medio de la familia se aproxima a la media genotípica, y la ventaja obtenida es grande cuando las desviaciones ambientales constituyen una parte de la varianza fenotípica

o, en otras palabras, cuando la heredabilidad es baja. Otro factor importante de la eficiencia de la selección familiar es el número de individuos de las familias, o el tamaño de familia. Mientras más grande sea la familia será más cercana la correspondencia entre su valor medio fenotípico y genotípico.

Lerner (1964), refuerza lo anterior, además agrega que los componentes genéticos no aditivos, son de naturaleza casual, y por lo tanto, su promedio tiende a aproximarse a cero a medida que aumenta el número de individuos por familia.

En resumen las condiciones que favorecen el uso de la selección familiar son: heredabilidad baja, poca variación debida al ambiente común y familias grandes.

#### 2.6.2. Fracaso en el pasado de la selección familiar.

El fracaso de la selección familiar se atribuye principalmente a:

- a) Falta de control en la polinización, debe considerarse que si se usaba semillas de las familias seleccionadas de las parcelas mismas de prueba, ellas habían sido polinizadas por todas las familias, pero particularmente por las familias vecinas, de esta suerte la respuesta se reducía de lo esperado, para evitar esto se acudió a la semillaremanente de las familias seleccionadas, con la formación de un compuesto balanceado.
- b) Deficiente técnica experimental: muchas veces se observaba que las familias seleccionadas no resultaron como se esperaba, esto se puede explicar a dos niveles; primero, la experimentación propiamente dicha, o sea el diseño experimental usado y la distribución correspondiente de sus parcelas; y, segundo, la prueba extensiva de las familias en varias localidades a fin de tomar en cuenta la interacción genotipo-ambiente. En la actualidad la información-

ha generado la recomendación general de probar en tres localidades usando dos repeticiones por localidad.

Benítez (1977), indica que el método de selección de mazorca por surco estratificado con semilla remanente tiene -- las siguientes modificaciones: inicio con colecta local, --- prueba y evaluación de materiales, uso de la semilla remanente y estratificación del lote de prueba poniendo repeticio-- nes por localidad, presentando con ello las ventajas de que evita el desespigamiento, se disminuye el error de selec--- ción, se ahorra trabajo, es de fácil aplicación y existe par-- ticipación del agricultor.

### 2.6.3. Evidencias sobre la selección familiar.

El primer investigador que usó y recomendó el método de selección familiar fué Vilmorín en 1956, quién empleó el sistema de pruebas sobre progenies para aumentar el contenido de azúcar en remolacha. (Brauer, 1980).

Paterniani (1967), reporta en la variedad Brazilian, un avance de 3-6%, utilizando selección modificada de mazorca por surco (ear-to-row) partiendo de familias de medios hermanos, la selección se realizó en tres ciclos.

Benítez (1977), obtuvo un incremento de 36.5% sobre la media general en el caracter rendimiento, utilizando selección de mazorca por surco, el trabajo fué realizado en una variedad criolla de amplia variabilidad genética, esto en un ciclo de selección.

Compton y Khan (1977), continuando con el programa de selección mazorca por surco iniciado por el Dr. Lonquist reportan un incremento de 5.26% por ciclo para el caracter rendimiento de grano, este estudio se llevó a cabo a través de diez ciclos de selección, la variedad bajo estudio fué Hays-Golden que según descripción de Grdner (1969), es una variedad perfectamente adaptada a la zona maicera de Nebras----

ka.

West et. al. (1980), compararon la selección de líneas  $S_1$  per se contra selección recíproca recurrente de hermanos completos en tres variedades; Nebraska B Synthetic (NBS), Nebraska Stiff Stalf Synthetic (NSS) y Nebraska Krung variety (NKV). En resumen los valores obtenidos en el ciclo dos ( $C_2$ ) fueron incrementados un 20% en  $C_0$  en las pruebas de rendimiento en las poblaciones seleccionadas por  $S_1$  per se, mientras que la respuesta por selección recíproca recurrente de hermanos completos se logró incrementar del 9% en  $C_2$  para la variedad NKS y una respuesta negativa de -10% en NBS.

Márquez (1980), comparando las respuestas por ciclo de diferentes métodos de selección y las respuestas por año, dividiendo los anteriores entre el número de años que toma cada ciclo, sin considerar este último vemos que el mejor método de selección alternante masal-familiar.

Mendoza y Aquiles (1982), opinan en su trabajo que la mejor respuesta se logra cuando el ambiente de selección es diferente al de donde evolucionan o desarrollan las variedades originales.

## 2.7. Selección Intrafamiliar

En este método de selección, el criterio de selección es la desviación de cada individuo con respecto al valor medio de la familia a la cual pertenece, aquellos que exceden dicho valor en las mayores cantidades siendo considerados como los más deseables. Esto es lo inverso de la selección familiar, es decir, se les da una ponderación de cero a las medias familiares. La principal condición bajo la cual este método tiene una ventaja sobre los otros, es una gran componente de varianza ambiental común a los miembros de una familia (Falconer, 1980; Lerner, 1964).

## 2.8. Selección combinada.

La selección combinada es, como su nombre lo indica, una combinación de la selección entre familias (interfamiliar), y la selección dentro de familias (intrafamiliar) (Lerner, ---- 1964). De acuerdo con Falconer (1980), debe ser superior a cualquier otro sistema (individual, interfamiliar o intrafamiliar), sin embargo, tal superioridad no se espera que sea muy grande.

A fin de conferir adaptabilidad a las poblaciones así -- mejoradas, la selección interfamiliar se practica por medio de la información que proporcionan varios lotes foráneos de -- experimentación, mientras que la selección intrafamiliar se -- practica en el campo experimental en una repetición de las -- familias bajo prueba (Márquez, 1980; Lonquist, 1964 y - - - Paterniani, 1972).

Tanto la selección familiar como la selección combinada se usa cuando el carácter tiene una heredabilidad muy baja como lo es el rendimiento, pues por el hecho de existir familias de muchos individuos es posible su repetición en cada método de prueba y en los ambientes, de manera que entre mayor sea la precisión de la experimentación así conducida, se espera que se acerque más a la media fenotípica de las familias a su media genotípica real (Márquez, 1979).

### 2.8.1. Algunas variantes de la selección combinada.

Dentro del esquema de selección combinada se reportan -- tes variantes las cuales se describen a continuación:

1. Familias de medios hermanos. El más usado es el diseño -- presentado por Lonquist-Paterniani llamado por ellos selección modificada mazorca por surco, el cual consiste en probar las familias en varias localidades para hacer la fase de selección, enseguida, acudir a un lote de desespigamiento en el cual los surcos son un compuesto balanceado de las familias bajo prueba y los surcos prueba las fami--

lias mismas, y en las familias seleccionadas hacer selección individual, es decir, intrafamiliar; como las mazorcas de las familias de este lote son de polinización libre, de cada una de ellas se generan familias de medioshermanos de manera que con las seleccionadas se inicia un siguiente ciclo de selección.

2. Familias de hermanos completos. La selección combinada -- usando familias de hermanos completos ha sido diseñada -- y aplicada por Johnson y Vllena del CIMMYT y se ha utilizado con éxito para reducir la altura de la planta, como es posible primero, seleccionar a las familias de altura más baja y luego, exclusivamente a estas, hacer cruza<sup>m</sup>ientos P a P entre sus plantas más bajas, de manera que se generan familias de hermanos completos para el siguiente ciclo de selección.
3. Familia de autohermanos. Molina (1976), propone el método llamado "selección familiar de progenies autofecundadas", el cual parte de familias de mediohermanos en los cuales se realizan autofecundaciones en todas las plantas, hecho esto se realiza selección interfamiliar en base a las mazorcas así producidas y enseguida selección intrafamiliar dentro de cada familia seleccionada. Como se han generado familias de autohermanos y se partió de familias de medios hermanos, se requiere una etapa de recombinación por cruza<sup>s</sup> fraternales con el compuesto balanceado de las plantas seleccionadas a fin de generar nuevamente familias de mediohermanos para comenzar el siguiente ciclo de recombinación.

#### 2.8.2. Evidencias de la selección combinada.

Lonquist (1964), adelantó la descripción de un método -- combinado llamado mazorca por surco (modified ear-to-row selection).

Webel y Lonquist (1967), presentan resultados del método anterior utilizandolo en la variedad Hays Golden obtenien--

do un incremento promedio de 9.44% por ciclo, durante cuatro ciclos, comprobando una mayor respuesta respecto a la selección masal, agregando que esto se debe a la mayor fijación de genes favorables y recomiendan usar el método después de alguna reducción de la varianza genética aditiva como consecuencia de la selección masal.

Claire (1980), compara la eficiencia de los métodos de selección masal (SM) y la selección combinada de medios hermanos (SCMH) en cinco variedades de maíz. Utilizando el método de SCMH para el carácter rendimiento se obtuvo un máximo avance genético de 8.17% como promedio por ciclo consiguiendo se con la SCMH una superioridad del 37% sobre la SM.

## 2.9. La selección y el aspecto social.

Márquez (1972), afirma que existe una estrecha relación entre el proceso de mejoramiento genético, específicamente en el cultivo del maíz, y el proceso evolutivo socioeconómico de sus cultivadores. En un principio el mejoramiento genético debe avocarse a la simple selección de individuos más notables de las variedades de polinización libre, previamente identificadas, es decir, a la selección masal tal y como se aplica en la actualidad. Los frutos de esta selección que va a utilizar el campesino en su beneficio, semillas de una población mejorada, concuerdan en alto grado con su capacidad económica inicial; tendrá a su disposición semilla barata que no deberá adquirir año tras año, de variedades mejoradas con características cualitativas semejantes a las variedades que él acostumbra cultivar (puesto que se han derivado de estas), que si bien no producirán tanto como los híbridos, sí rendirán más significativamente que sus variedades criollas originales. Por su estructura todavía heterogénea, además tendrán un comportamiento más estable que los híbridos a través de las fluctuaciones del medio ambiente, particularmente-

de las de la precipitación que sucede en las regiones donde se efectúa este tipo de agricultura.

## MATERIALES Y METODOS

### I. FASE DE SELECCION

#### 3.1. Lugar de trabajo

El presente trabajo se llevó a cabo en los ciclos agrícolas de primavera-verano de 1982 y 1983.

En el primer ciclo se ubica la fase de selección, en dos localidades las que se describen a continuación.

a). Un lote de selección quedó establecido en Escobedo, N.L. (Febrero 25 de 1982), a una altitud de 489 msnm y una latitud de 25°49' N; en este lote se utilizaron aguas negras para el riego del cultivo. Las condiciones ambientales prevalecientes durante el ciclo de cultivo se reportan en las Figura A1 y Cuadro A1.

b). Un segundo lote se estableció en la Estación Agrícola Experimental de la FAUANL en Marín, N.L. (marzo 1° de 1982), situado a una altitud de 375 msnm y una latitud de 25°53' N. A diferencia del lote anterior, aquí se utilizó agua de riego de los vasos de almacenamiento. También se presentan los datos climáticos y edáficos que prevalecieron durante la conducción del experimento (Figura A2 y Cuadro A2).

En el segundo ciclo agrícola, primavera-verano de 1983, se realizó la fase de evaluación de compuestos y únicamente en el lote de Marín, N.L.

#### 3.2. Materiales usados (Ciclo P-V-82)

Para realizar el trabajo se utilizaron dos variedades; la primera, proporcionada por el agricultor Sr. Jesús Treviño, conocida regionalmente como "Ranchero", con antecedentes de selección masal, reportada por García et al. (1976), quienes afirman que por sus características de producción en el ejido San Nicolás, en el municipio de Gral. Escobedo, N.L., es bastante aceptada por los agricultores, ya que puede utilizarse para forraje, elote o grano. La segunda, proporcionada por el

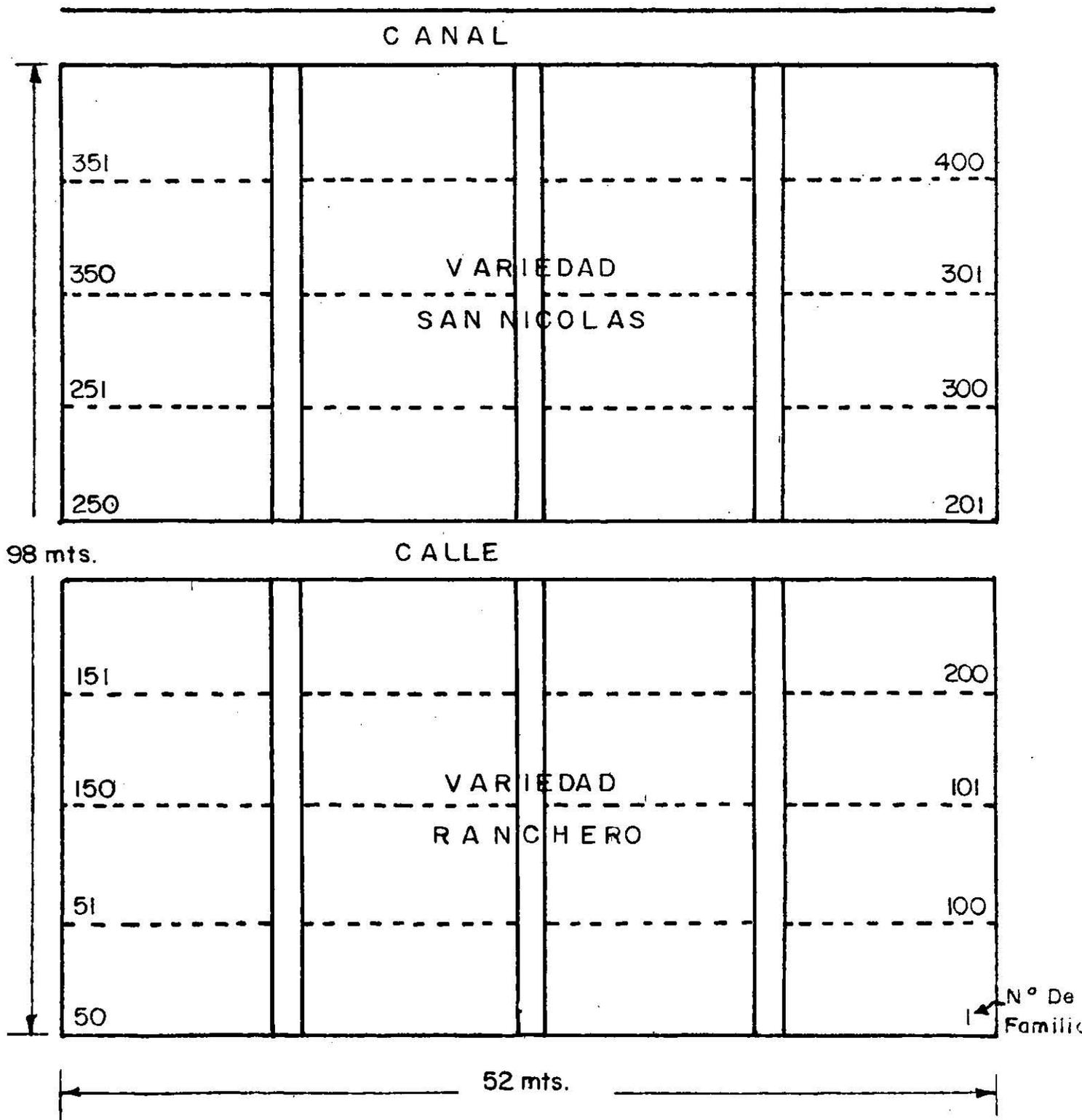


FIGURA 1.- Distribución de las familias en el terreno localidad de Escobedo, N.L.

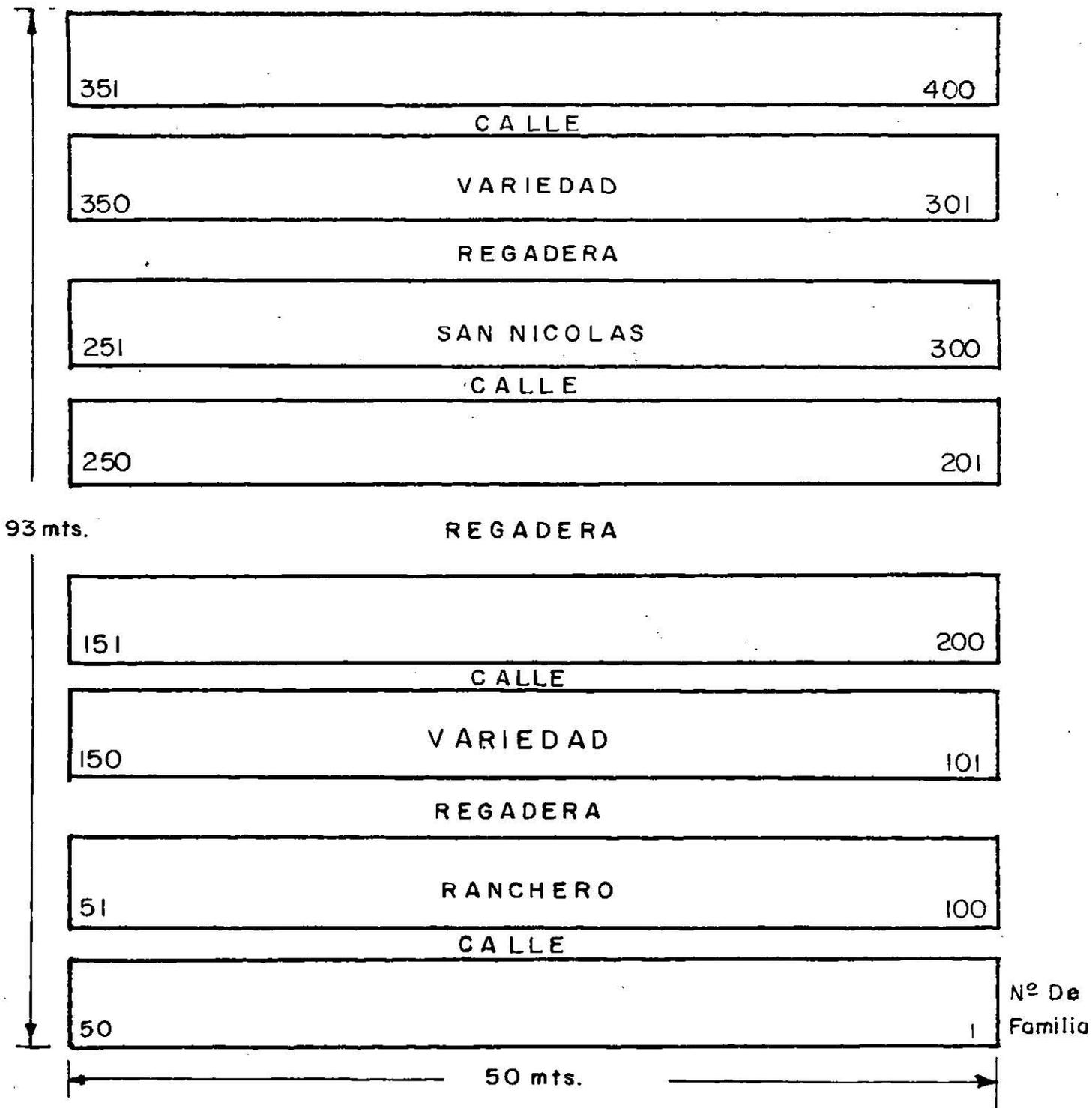
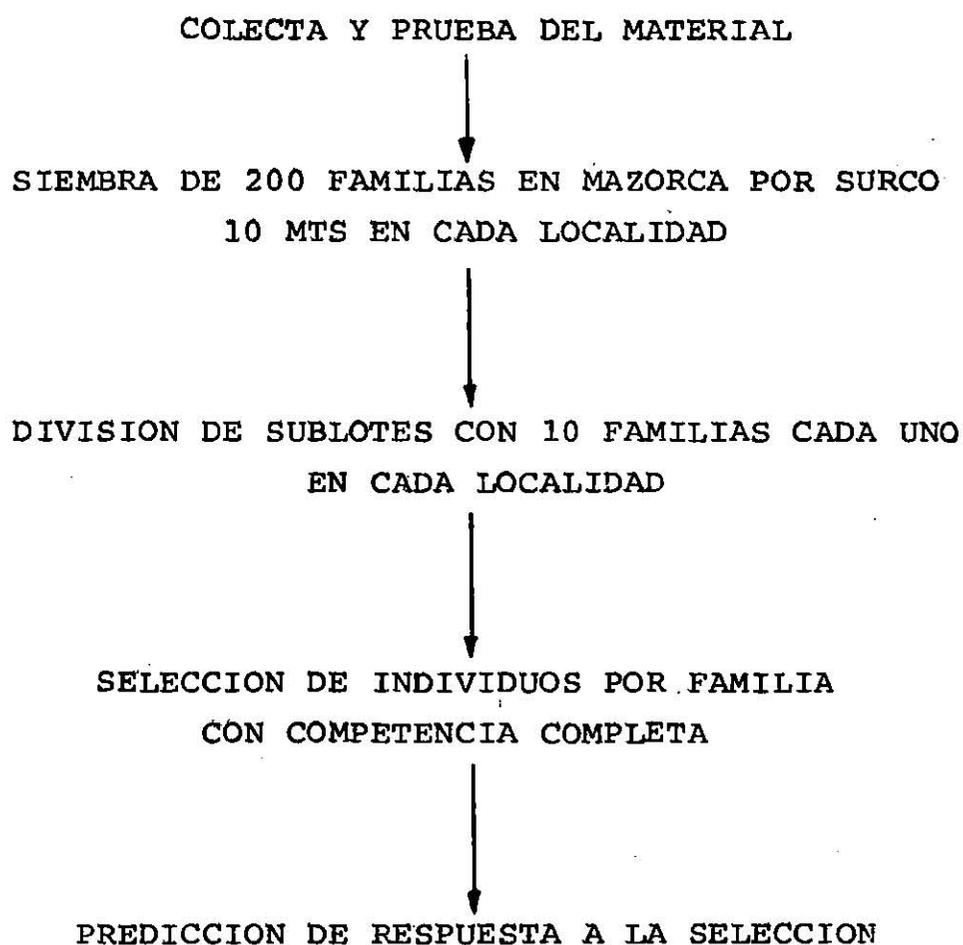


FIGURA 2.- Distribución de las familias en el terreno localidad de Marin, N.L.

FIGURA 3. Metodología de Selección mazorca por surco estratificada



Sr. José Sánchez, es el criollo "San Nicolás", una de las variedades más cultivadas en los municipios de Escobedo y Salinas Victoria, Nuevo León.

Se realizó un muestreo aleatorio por variedad, consistiendo en 200 mazorcas para representar y establecer el lote de selección, por lo tanto, se inició con familias de medios hermanos.

### 3.3. Labores agrícolas

En cada localidad se llevaron a cabo las labores agrícolas comunes de: roturación, rastreo, surcado, siembra en húmedo y manual, aclareos, deshierbes, aporques, riegos de auxilio, tratando de realizarlas de manera similar a los agricultores de la región, utilizando implementos y períodos de tiempo similares, por lo que se suprimió las prácticas de fertilización y aplicación de insecticidas. El riego para la localidad de Escobedo se realizó por melgas, debido al gasto utilizado; en Marín se hizo por surcos.

### 3.4. Establecimiento del lote de Selección

Como ya se mencionó anteriormente, en el ciclo primavera-verano de 1982, se establecieron los lotes de selección, partiendo de 200 familias por variedad, siguiendo la Figura 3 que detalla la selección mazorca por surco con semilla remanente, como se indica a continuación.

#### 3.4.1. Procedimiento

1. Se desgranó manualmente cada mazorca, dividiéndola en tres sobres, dos con un contenido de 80 semillas para utilizar se en la siembra de cada localidad, y el tercer sobre como remanente, todos previamente identificados.

2. Cada familia se estableció en un surco de 10 m de largo variando la separación entre surcos, siendo de 75 cm en Escobedo y 80 cm en Marín, la separación entre plantas en ambos lotes

fue de 25 cm, buscando tener 40 plantas por surco.

3. La distribución de familias para las dos localidades se describen en las Figuras 1 y 2; las primeras 200 familias corresponden a la variedad "Ranchero", las siguientes (201-400), a la variedad "San Nicolás".

4. En cada localidad se estratificó el lote de prueba, en varios sublotes de 10 familias cada uno, utilizándose la fórmula de ajuste de Molina (1961), interpretada por Márquez (1980), la cual se describe a continuación:

$$\hat{Y}_{ij} = \bar{Y}_{..} + (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.})$$

donde:

$\hat{Y}_{ij}$  = Rendimiento ajustado de la planta j en el sublote i.

$\bar{Y}_{..}$  = Media de todas las plantas del lote.

$Y_{ij}$  = Rendimiento real de la misma planta.

$\bar{Y}_{i.}$  = Media de las plantas del sublote i.

### 3.5. Cosecha

La cosecha se realizó en Marín el día 22 de Junio, y en Escobedo el 28 de Julio de 1982, se registraron datos de cinco características de mazorca, llevándose a peso constante y considerando un 14% de humedad. Cada surco se cosechó por separado y se tomaron los datos de 20 plantas por surco, número considerado como el tamaño de familia, excepto para aquellas donde hubo muchas fallas.

### 3.6. Datos registrados en la cosecha

LM = Longitud de mazorca = Distancia desde la base hasta la punta (cm).

DM = Diámetro de mazorca = Medido con vernier en la parte media de la mazorca (cm).

NH = Número de hileras por mazorca.

NGH = Número de granos por hilera.

PM = Peso de mazorca (g).

### 3.7. Formación de compuestos

Se formaron un total de 32 compuestos balanceados, tomando como criterio de selección el peso de mazorca (Cuadro 1), a cada compuesto se le identificó con una clave que incluye: localidad, variedad, método de selección y presión de selección. Además del peso de la mazorca, se le registraron los datos de: longitud, diámetro, número de hileras y número de granos por hilera.

A continuación se describe el procedimiento de formación de compuestos:

#### 3.7.1. Método

1. Se establecieron 200 familias por variedad en cada localidad.

2. En cada una de las familias se muestrearon 20 plantas con competencia completa, teniendo un total de 4,000 plantas por variedad y por localidad.

3. Además, se aplicaron las metodologías de selección (individual, familiar, intrafamiliar y combinada) con las dos presiones de selección (10 y 5%).

4. Para selección individual se seleccionaron 400 plantas para la presión de selección del 10% y 200 plantas para 5%, estas plantas seleccionadas corresponden a los valores fenotípicos más altos, incluyéndose igual número de granos por mazorca.

5. En la selección intrafamiliar se incluyen todas las familias, aportando dos mazorcas para la presión de 10% y una mazorca para 5%.

6. Al realizarse la selección familiar se tomaron las primeras 20 familias, con respecto a su medida, para la presión de 10% y 10 familias para 5%, dentro de cada una de ellas, se muestrearon todos sus individuos.

CUADRO 1. Genealogía de los compuestos.

LOCALIDAD	VARIEDAD	METODO DE SELECCION	PRESION DE SELECCION	COMPUESTO
ESCOBEDO, NL EX. HDA. EL CANADA	RANCHERO	Individual	5%	1. CARA S.I. 5%
			10%	2. CARA S.I. 10%
		Intrafamiliar	5%	3. CARA SIF. 5%
			10%	4. CARA SIF. 10%
		Familiar	5%	5. CARA S.F. 5%
			10%	6. CARA S.F. 10%
		Combinada	5%	7. CARA S.C. 5%
			10%	8. CARA S.C. 10%
	SN NICOLAS	Individual	5%	9. CASN S.I. 5%
			10%	10. CASN S.I. 10%
		Intrafamiliar	5%	11. CASN SIF. 5%
			10%	12. CASN SIF. 10%
		Familiar	5%	13. CASN S.F. 5%
			10%	14. CASN S.F. 10%
		Combinada	5%	15. CASN S.C. 5%
			10%	16. CASN S.C. 10%
MARIN, N.L. (FAUANL).	RANCHERO	Individual	5%	17. MARA S.I. 5%
			10%	18. MARA S.I. 10%
		Intrafamiliar	5%	19. MARA SIF. 5%
			10%	20. MARA SIF. 10%
		Familiar	5%	21. MARA S.F. 5%
			10%	22. MARA S.F. 10%
		Combinada	5%	23. MARA S.C. 5%
			10%	24. MARA S.C. 10%
	SN NICOLAS	Individual	5%	25. MASN S.I. 5%
			10%	26. MASN S.I. 10%
		Intrafamiliar	5%	27. MASN S.I. 5%
			10%	28. MASN S.I. 10%
		Familiar	5%	29. MASN S.F. 5%
			10%	30. MASN S.F. 10%
		Combinada	5%	31. MASN S.C. 5%
			10%	32. MASN S.C. 10%

7. Para la selección combinada, cabe aclarar que esta descripción es bajo el supuesto de que se conservaron las 200 familias y un tamaño de 20 plantas por familia, se aplicó la siguiente ecuación:

$$P^C = P^I \cdot P^F$$

donde:

$P^C$  = Presión de selección combinada

$P^I$  = Presión de selección intrafamiliar (individuos por familia).

$P^F$  = Presión de selección familiar (familias seleccionadas).

a). Para  $P^C = 10\%$  y  $P^F = 40\%$

$$P^I = \frac{P^C}{P^F} = \frac{0.10}{0.40} = (25\%)$$

Se seleccionaron 80 familias y 5 plantas en cada una de ellas.

b). Para  $P^C = 5\%$  y  $P^F = 50\%$

$$P^I = \frac{0.05}{0.5} = 0.1 = (10\%)$$

Se seleccionaron 100 familias cada una con dos individuos superiores.

### 3.8. Modelo estadístico (Modelo II)

a). Modelo fenotípico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij} \quad E_{ij} \sim NI(0, \sigma^2)$$

donde:

$Y_{ij}$  j-ésima planta en la i-ésima familia

$\mu$  efecto medio común a cada observación

$T_i$  efecto de la i-ésima familia (componentes entre grupos)

$E_{ij}$  efecto de la desviación intrafamiliar (componentes entre grupos).

$i=1,2,\dots$  f familia o grupo

$j=1,2,\dots$   $n_i$  tamaño de la  $i$ -ésima familia o grupo

b). Efecto

$$\hat{\mu} = \bar{Y}_{..} = \frac{Y_{..}}{N}$$

$$\hat{T} = t_i = \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}$$

$$\hat{E}_{ij} = e_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_{j.}$$

$$Y_{ij} = \bar{Y}_{..} + (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}) + (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{i.})$$

$$Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} = (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.}) = (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{i.}) - Y_{ij} + \bar{Y}_{i.}$$

Efectos: Total = Entre + Dentro.

c). Sumas de Cuadrados.

$$SCT = \sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{(Y_{..})^2}{N} \quad (\text{TOTAL})$$

$$SCE = \sum_{i=1}^f \frac{Y_{i.}^2}{n_i} - \frac{(Y_{..})^2}{N} \quad (\text{ENTRE GRUPOS})$$

$$SCD = \sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^f \frac{Y_{i.}^2}{n_i} \quad (\text{DENTRO DE GRUPOS})$$

$n_i$  = Tamaño del  $i$ -ésimo grupo o familia

$$N = \sum_{i=1}^f n_i = n^1 + n^2 + \dots + n^f = n.$$

d). Cuadrados medios

$$CMT = \frac{SCT}{N-1} ; N-1 = \text{Grados de libertad del total}$$

$$CME = \frac{SCE}{f-1} ; f-1 = \text{Grados de libertad de tratamientos o grupos.}$$

$$CMD = \frac{SCD}{\sum_{i=1}^f (ni-1)} ; \sum_{i=1}^f (ni-1) = \text{Grados de libertad dentro de grupos.}$$

e). Tabla de análisis de varianza.

CUADRO NO. 2. Análisis de varianza y esperanzas de cuadrados medios.

F. V.	G.L.	SC	CM	ECM
Entre grupos	f-1	SCE	CME	$\sigma_D^2 + K\sigma_E^2$
Dentro de grupos	$\sum_{i=1}^f (ni-1)$	SCD	CMD	$\sigma_D^2$
TOTAL	N - 1	SCT	CMT	

f). Estimación de componentes de varianza y parámetros genéticos.

$$\hat{\sigma}_D^2 = CMD$$

$$\hat{\sigma}_E^2 = \frac{CME-CMD}{K} = COV (MH) * = 1/4 \sigma_A^2$$

K = constante que estima el tamaño de familias o grupo.

$$K = \frac{1}{f-1} \left( N - \frac{\sum_{i=1}^f ni^2}{N} \right)$$

\* Las familias son de medios hermanos.

$$\hat{\sigma}_T^2 = \sigma_D^2 + \sigma_E^2 = \text{CMD} + \frac{\text{CME} - \text{CMD}}{k}$$

$$t_{\text{MH}} = \frac{\hat{\sigma}_E^2}{\hat{\sigma}_D^2 + \hat{\sigma}_E^2} = \text{Correlación intraclase de medios hermanos.}$$

$\sigma$ ). Heredabilidad en sentido estricto ( $h^2$ )

$$h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_F^2} = 4 t_{\text{MH}} = \frac{4 \text{COV (MH)}}{\hat{\sigma}_T^2} = \frac{4 (1/4 \sigma_A^2)}{\hat{\sigma}_T^2}$$

CUADRO 3. Heredabilidad y respuesta esperada bajo diferentes métodos de selección (Falconer, 1980).

METODO DE SELECCION	HEREDABILIDAD	RESPUESTA ESPERADA
Individual	$h^2$	$R = 1 \sigma_p h^2$
Familiar	$h_F^2 = h^2 \cdot \left[ \frac{1 + (n-1)r}{1 + (n-1)t} \right]$	$R_F = i \sigma_p h^2 \cdot \left[ \frac{1 + (n-1)r}{\sqrt{(n-1)t + 1}} \right]$
Intrafamiliar	$h_W^2 = h^2 \cdot \left[ \frac{(1-r)}{(1-t)} \right]$	$R_W = i \sigma_p h^2 \cdot \left[ (1-r) \sqrt{\frac{(n-1)}{n(1-t)}} \right]$
Combinada	_____	$R_C = i \sigma_p h^2 \sqrt{1 + \left[ \frac{(r-t)^2}{(1-t)} \right] \left[ \frac{(n-1)}{1 + (n-1)t} \right]}$

$i$  = Intensidad de selección

$\sigma_p$  = Desviación estandar de los valores fenotípicos de los individuos.

$h_F^2$  = Heredabilidad considerando la varianza entre familias.

$h_W^2$  = Heredabilidad considerando la varianza dentro de familias.

$r$  = Correlación aditiva entre gametos: de medios hermanos =  $2C_{xy} = 1/4$

$t$  = Correlación intracalse de valores fenotípicos de los miembros de las familias.

$n$  = Número de individuos de las familias.

## II.- FASE DE EVALUACION

### 3.9. Comparación de Compuestos

#### 3.9.1. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \varepsilon_{ij} \sim \text{NI}(0, \sigma^2)$$

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

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

Donde:  $Y_{ij}$  es el valor de la variable bajo estudio observado en el  $i$ -ésimo tratamiento y  $j$ -ésimo bloque.

$\mu$  es el efecto de la media general.

$T_i$  es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\beta_j$  es el efecto del  $j$ -ésimo bloque.

$\varepsilon_{ij}$  es el error aleatorio asociado a la unidad experimental que recibió el  $i$ -ésimo tratamiento con la  $j$ -ésima repetición.

#### 3.9.1.1. Diseño Experimental

Inicialmente el diseño planteado fue un látice simple parcialmente balanceado duplicado  $6 \times 6$  pero debido a la pérdida de parcelas el diseño original fué cambiado por un diseño de bloques al azar.

#### 3.9.1.2. Tratamientos

En esta fase se evaluaron los 32 compuestos formados en la fase de selección (Cuadro 1) además se incluyeron como testigos los híbridos H-4186 (t-34) H-503 (t-35) y doblemente la variedad "Blanco alemán" (t-33 y t-36).

### 3.9.1.3. Parcela experimental y parcela útil

Se realizó la distribución de los tratamientos (compuestos) como se muestra en la Figura 4. Cada parcela experimental consistió en 6 surcos de 5 m de largo y la separación entre plantas fué de 25 cm, entre surcos 80 cm.

Como parcela útil se realizó un muestreo de 20 plantas con competencia completa.

### 3.9.4.1. Características de estudio

Se tomaron las mismas variables que en la fase de selección, solo aumentando la del carácter rendimiento. Estas son:

LM = Longitud de mazorca  
 DM = Diámetro de mazorca  
 NH = Número de hileras  
 NHG = Número de granos por hilera  
 PM = Peso de mazorca  
 RTO = Rendimiento.

### 3.9.1.5. Manejo del cultivo

La siembra se realizó el día 16 de marzo de 1983, considerando las características de la parcela experimental, en general las labores de cultivo fueron las tradicionales excluyéndose las de control de plagas y fertilización.

### 3.9.1.6. Cosecha

Al igual que en la fase de selección el material se llevó a un peso constante con un 14% de humedad, cada parcela se cosechó por separado muestreándose 20 plantas con competencia a las que se les tomaron las variables de interés.

REPETICIÓN IV						REPETICIÓN III					
10	9	12	7	8	11	23	21	20	9	24	22
139	140	141	142	14	144	103	104	105	106	107	108
25	26	28	31	27	32	5	4	3	1	6	2
138	137	136	135	134	133	102	101	100	99	98	97
1	3	6	2	5	4	12	9	7	8	11	10
127	128	129	130	131	132	91	92	93	94	95	96
16	18	15	17	14	13	27	28	25	26	31	32
126	125	124	123	122	121	90	89	88	87	86	85
23	20	22	29	24	21	34	36	30	33	29	35
115	116	117	118	119	120	79	80	81	82	83	84
30	34	36	35	33	29	17	14	13	18	16	15
114	113	112	111	110	109	78	77	76	75	74	73

REPETICIÓN II						REPETICIÓN I					
24	18	12	32	6	36	23	31	11	35	5	17
67	68	69	70	71	72	31	32	33	34	35	36
19	1	13	7	25	26	3	27	21	15	33	9
66	65	64	63	62	61	30	29	28	27	26	25
21	15	33	9	27	3	16	34	4	10	28	22
55	56	57	58	59	60	19	20	21	22	23	24
8	14	20	30	29	2	13	29	19	7	25	1
54	53	52	51	50	49	18	17	16	15	14	13
4	34	28	16	22	10	8	26	20	14	30	2
43	44	45	46	47	48	7	8	9	10	11	12
23	5	17	35	11	31	6	24	32	36	12	18
42	41	40	39	38	37	6	5	4	3	2	1

Nº de tratamiento  
Nº de parcela

FIGURA 4. Distribución de los compuestos en la fase de evaluación (Primavera, 1983).

## RESULTADOS

### 4.1. Fase de Selección

#### 4.1.1 Comparación de parámetros.

A partir de los valores de los cuadrados medios que se obtuvieron del diseño completamente al azar, Cuadro A3, se estimaron los parámetros que caracterizan a las variedades bajo estudio.

En el Cuadro 4 se comparan los parámetros de diferentes caracteres de mazorca, medidos en las variedades "Ranchero" y "San Nicolás", las cuales se establecieron en Marín, N.L., y Escobedo, N.L. Para todas las variables se observó que -- los medias más altos se encontraron en Escobedo, N.L. (El Canadá), siendo la variedad "Ranchero" la que exhibió los valores más altos en ambas localidades, excepto para el carácter peso de mazorca (135.85 grs) Por el contrario, las varianzas más altas de los caracteres se observaron en la variedad "San Nicolás", excepto para el carácter peso de mazorca evaluada en Marín, N.L. que fué ligeramente menor que "Ranchero" -- ( $\sigma_p = 40.41$ ), aunque en Escobedo, N.L. se vió claramente que "San Nicolás" es de una mayor varianza ( $\sigma_p = 63.88$ ).

Los coeficientes de variación fueron mas altos en la localidad de Marín, N.L. en la mayoría de los casos, y en todos los casos la variedad "San Nicolás" exhibió los valores de -- coeficiente de variación mayores que "Ranchero" (Cuadro 4).

#### 4.1.2 Componentes de varianza fenotípica.

En el Cuadro 5 se observa que las componentes de varianza dentro de grupos fué mayor en todos los casos, correspondiendo el valor más alto a la variedad "San Nicolás" evaluada en Escobedo, N.L. (86%), exhibiendo la mayor varianza fenotípica (4077.92) que fué 2.5 veces mayor que las tres poblaciones restantes. La menor varianza dentro de grupos corres

CUADRO 4. Comparación de parámetros de dos variedades de maíz y cinco caracteres de mazorca y respuesta esperada a la selección.

CARACTER	LOCAL	RESPUESTA ESPERADA A LA SELECCION p.s. 10 y 58											
		$\bar{x}$	$\sigma^2_p$	t	C.V.	INDIVIDUAL		FAMILIAL	INTRAFAMILIAL		COMBINADA		
LONGITUD DE MAZORCA	MARA	142.81	26.43	0.27	18.50	45.46	53.92	25.84	30.26	42.26	49.50	50.12	58.69
	MASN	136.36	27.44	0.18	20.10	35.37	41.42	21.57	25.27	28.30	33.14	35.80	41.92
	CARA	157.60	26.41	1.16	16.80	30.14	35.30	19.14	22.41	23.92	28.02	30.53	35.75
	CASN	149.18	37.02	0.09	24.80	23.21	27.18	17.50	20.39	17.87	20.93	25.30	29.63
DIAMETRO DE MAZORCA	MARA	4.02	4.72	0.24	119.50	7.96	9.33	5.10	5.97	6.62	7.75	7.97	9.33
	MASN	3.80	5.02	0.16	127.10	5.62	6.58	3.58	4.19	4.42	5.18	5.70	6.68
	CARA	4.40	3.78	0.23	85.90	5.94	6.95	3.32	3.89	5.39	6.31	5.94	6.95
	CASN	4.40	3.92	0.18	89.10	5.03	5.81	3.08	3.61	4.09	4.79	5.15	6.03
NUMERO DE HILERAS	MARA	11.82	1.63	0.08	13.80	0.94	1.11	0.74	0.87	0.70	0.82	0.98	1.14
	MASN	11.73	2.90	0.09	24.70	1.77	2.13	1.36	1.64	1.39	1.68	1.91	2.30
	CARA	12.59	1.65	0.09	13.10	1.06	1.24	0.82	0.96	0.81	0.94	1.13	1.32
	CASN	12.53	1.75	0.11	14.0	1.13	1.50	0.98	1.15	1.03	1.21	1.26	1.68
GRANOS POR MAZORCA	MARA	26.25	7.98	0.25	30.40	13.98	16.38	7.65	8.95	11.54	13.51	13.98	16.38
	MASN	23.80	8.00	0.19	33.60	10.93	12.80	6.52	7.64	8.80	10.31	11.19	13.11
	CARA	32.34	6.60	0.13	20.40	5.90	6.90	4.05	4.75	4.52	5.29	5.96	7.00
	CASN	31.20	6.90	0.16	22.10	7.80	9.10	5.04	5.90	6.30	7.37	8.10	9.49
PESO DE MAZORCA	MARA	91.20	40.56	0.33	44.40	70.65	82.74	48.13	56.36	62.18	72.81	71.36	83.60
	MASN	74.14	40.41	0.20	54.50	55.46	64.94	35.48	41.55	45.61	53.42	55.46	64.94
	CARA	134.06	40.21	0.19	30.00	52.46	61.44	32.04	57.53	42.55	49.82	52.46	61.44
	CASN	135.85	63.88	0.14	47.00	62.18	71.80	41.75	48.89	48.61	56.92	64.81	75.85

CUADRO 5. Componentes de varianza fenotípica para el caracter peso mazorca en dos variedades de maíz criollo evaluados en dos localidades (Primavera, 1982).

LOCALIDAD	VARIEDAD	NUMERO DE FAMILIAS	$\sigma_D^2$	%	$\sigma_E^2$	%	$\sigma_T^2$	C.V.G. (%) *
Marín, N.L.	Ranchero	200	1140.24	67	534.05	31	1642.65	25.3
	Sar. Nicolás	200	1311.56	80	315.67	20	1631.79	24.0
Escobedo, N.L.	Ranchero	200	1314.14	81	309.38	19	1615.50	13.12
	Sar. Nicolás	200	3509.63	86	583.58	14	4077.92	17.8

\* C.V.G. (%) = Coeficiente de variación genética =  $\frac{\sigma_E}{\bar{X}} \times 100$



FIGURA 5. Correlación intraclase del caracter número de hileras con relación con el ambiente y variedad.

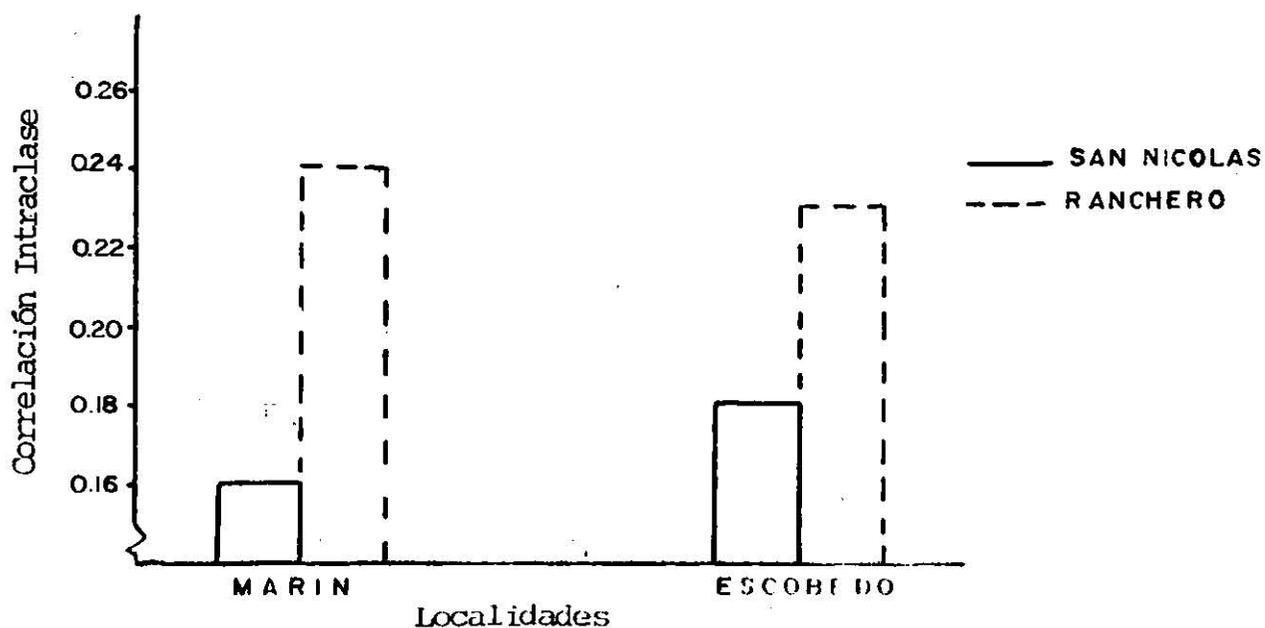


FIGURA 6. Correlación intraclase del caracter diámetro de mazorca con relación con el ambiente y variedad.

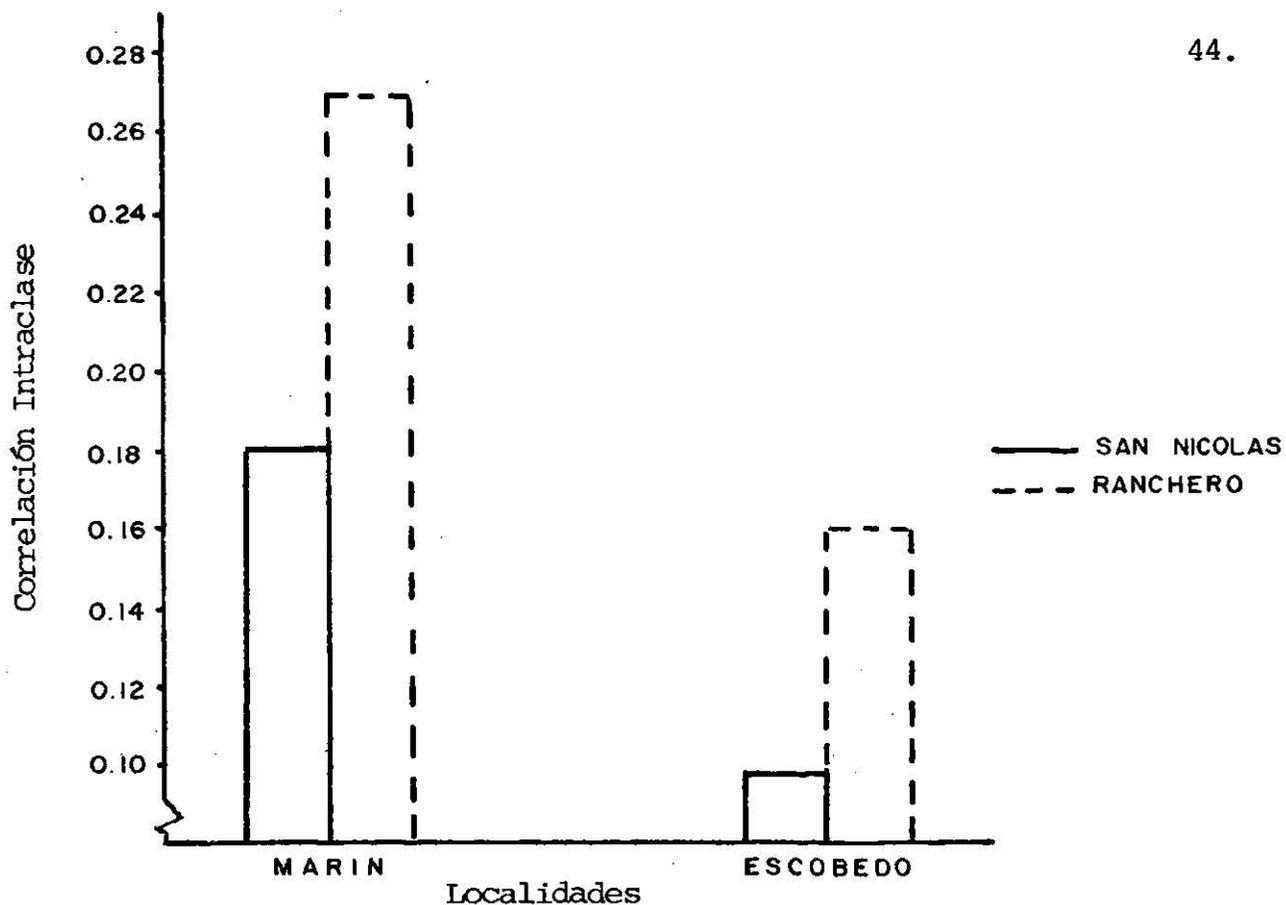


FIGURA 7. Correlación intraclase del caracter longitud de mazorca y su relación con el ambiente y variedad.

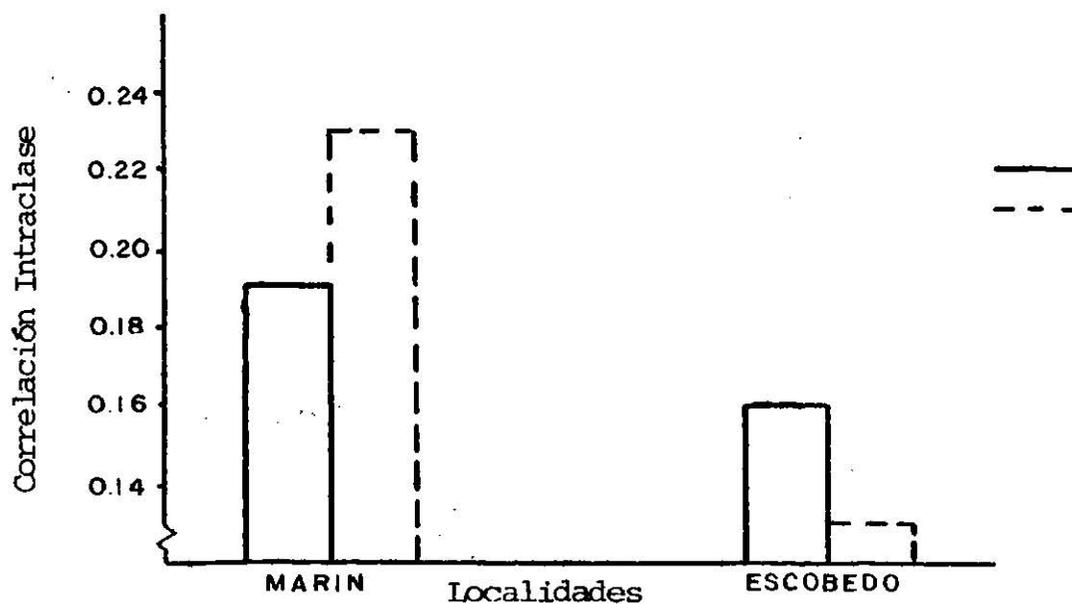


FIGURA 8. Correlación intraclase del caracter granos por hilera y su relación con el ambiente y variedad.

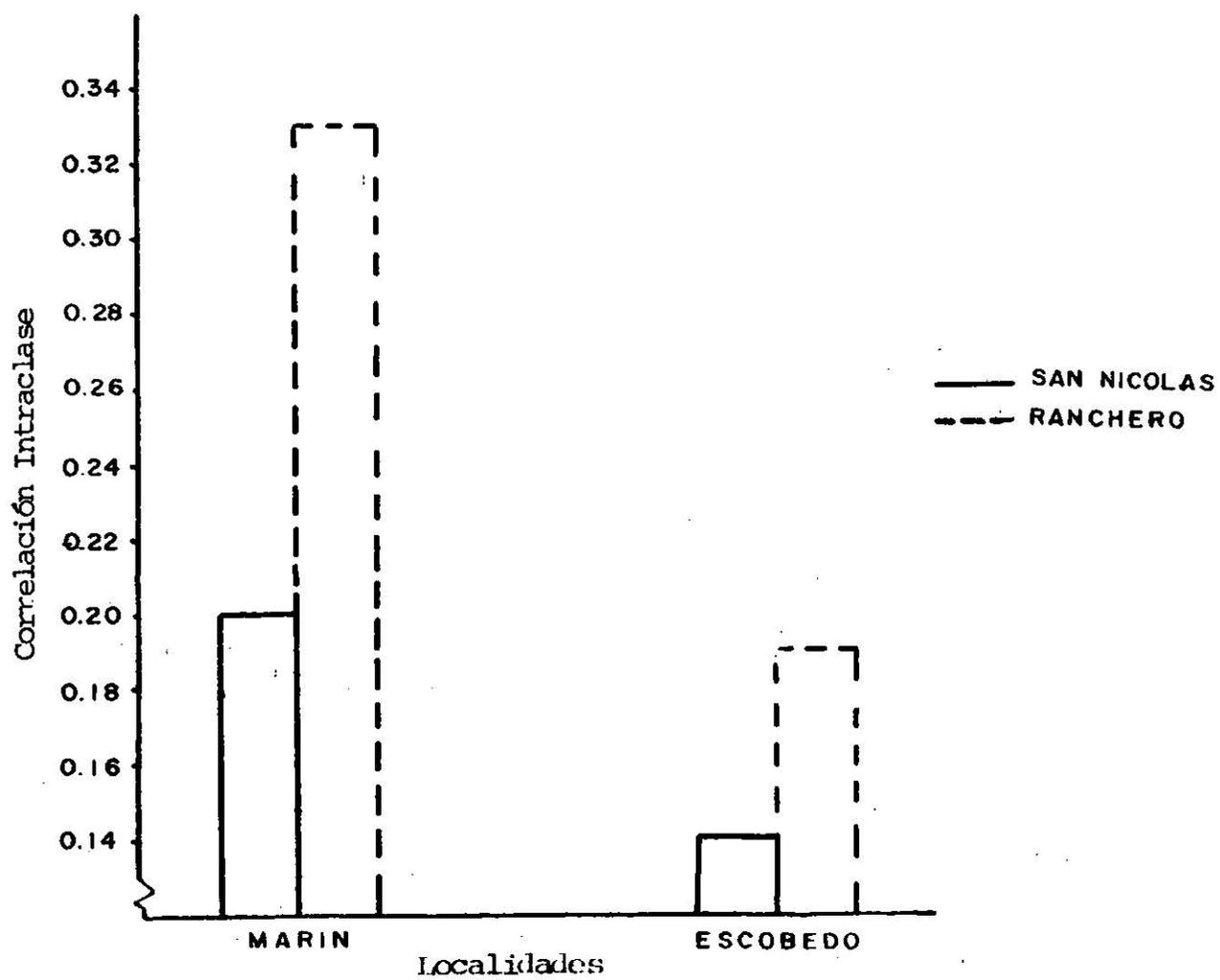


FIGURA 9. Correlación intraclase del caracter peso de mazorca y su relación con el ambiente y variedad.

pondió a la variedad "Ranchero" sembrada en Marín, N.L. (67%), la cuál presentó una varianza mayor al sembrarse en Escobedo, N.L.

En el mismo Cuadro 5 puede observarse como disminuyó - el coeficiente de variación genético (C.V.G.%) al pasar de la localidad de Marín, N.L. a Escobedo, N.L., en las dos variedades.

#### 4.1.3 Correlación intraclase (t)

Los valores de la correlación intraclase (t) fueron en general más altos en Marín, N.L. que en Escobedo, N.L. y la variedad "Ranchero" mostró en la mayoría de los casos la correlación intraclase más alta comparada con "San Nicolás" --- (Cuadro 4).

En la Figura 5 se comparan las correlaciones intraclase para el carácter número de hileras. Para la variedad "Ranchero" t es igual a 0.08 estimado en Marín, N.L. y se modifica ligeramente a 0.09 en la localidad de Escobedo, N.L. Para la variedad "San Nicolás" t es igual a 0.09 estimada en Marín, N.L. y se manifiesta un cambio a 0.011 al estimarse en Escobedo, N.L..

La correlación intraclase para el carácter diámetro de mazorca (Figura 6) mayor para la variedad "Ranchero" en las dos localidades observándose una disminución en este caso al pasar de Marín, N.L. a Escobedo, N.L. Lo contrario se obtiene para la variedad "San Nicolás". En la variedad "Ranchero", t desciende de 0.24 a 0.23 al pasar de Marín, N.L. a Escobedo, N.L. y en la variedad "San Nicolás" t aumenta de --- 0.16 a 0.18 con el mismo cambio de localidades.

En el carácter longitud de mazorca se puede observar mayor cambio en el valor de t para los dos ambientes, - Figura 7, la variedad "Ranchero" en la localidad de Marín, - N.L. tiene un valor de 0.27 modificandose a 0.16 para Escobedo,

CUADRO 6. Cuadros medios y significancia estadística de seis características de mazorca de treinta y seis compuestos de maíz (Primavera, 1983).

F.V.	G.L.	CUADROS MEDIOS					
		LONGITUD DE MAZORCA	DIAMETRO DE MAZORCA	NUMERO DE HILERA	GRANOS POR HILERA	PESO DE MAZORCA	RENDIMIENTO DE GRANC
REPETICION	2	13.180**	2.231**	6.08**	224.72**	19876.23**	21016445**
COMPUESTO	35	1.275 N.S	0.139 N.S	0.485 N.S	9.32 N.S	615.25 N.S.	549234 N.S
ERROR	70	1.118	0.132	0.498	7.8	595.29	646303
TOTAL	107	1.395	0.173	0.598	12.34	929.503	995302

do, N.L. Para la variedad "San Nicolás" en Marín, N.L. se estima un valor de  $t$  igual a 0.18 combinando su valor a 0.09 en Escobedo, N.L.

En el carácter número de granos por hilera se observa la variedad "Ranchero" interaccionando en mayor proporción con el ambiente que la variedad "San Nicolás". Estimándose para la primera variedad una valor de  $t$  igual a 0.25 en la localidad de Marín, N.L., y en Escobedo, N.L. un valor de --- 0.13; en cambio, en la variedad "San Nicolás" fue menos marcado al pasar de un valor de 0.10 en Marín, N.L. a 0.16 en Escobedo, N.L. (Figura 8).

En la Figura 9 se comparan los valores de la correlación intraclase para el carácter peso de mazorca, en donde se observa una interrelación descendente en las dos variedades al cambio de localidad. La variedad "Ranchero" presenta un valor de  $t$  igual a 0.33 para la localidad de Marín, N.L. y se estimó un valor de 0.10 para Escobedo, N.L.; con respecto a la variedad "San Nicolás" se observa que  $t$  es igual a 0.20 en Marín, N.L. y baja a 0.14 en Escobedo, N.L.

#### 4.1.4 Predicción de la respuesta a la selección.

Se hicieron las predicciones de las respuestas a la selección para cada uno de los métodos y presiones de selección, aplicados a las variedades del estudio, cuyos lotes se establecieron en Marín, N.L. y Escobedo, N.L. (El Canadá). Las respuestas teóricas fueron más altas para la selección combinada, seguidas de la selección individual, intrafamiliar y familiar; esto se observó para las dos presiones de selección aplicadas, aunque fué mayor en todos los casos, con la presión del 5% (Cuadro 4).

Como se puede apreciar en las Figuras 10, 11, 12, 13 y 14 la tendencia de respuesta es similar en los análisis hechos por localidad y variedad para los caracteres estudiados, en

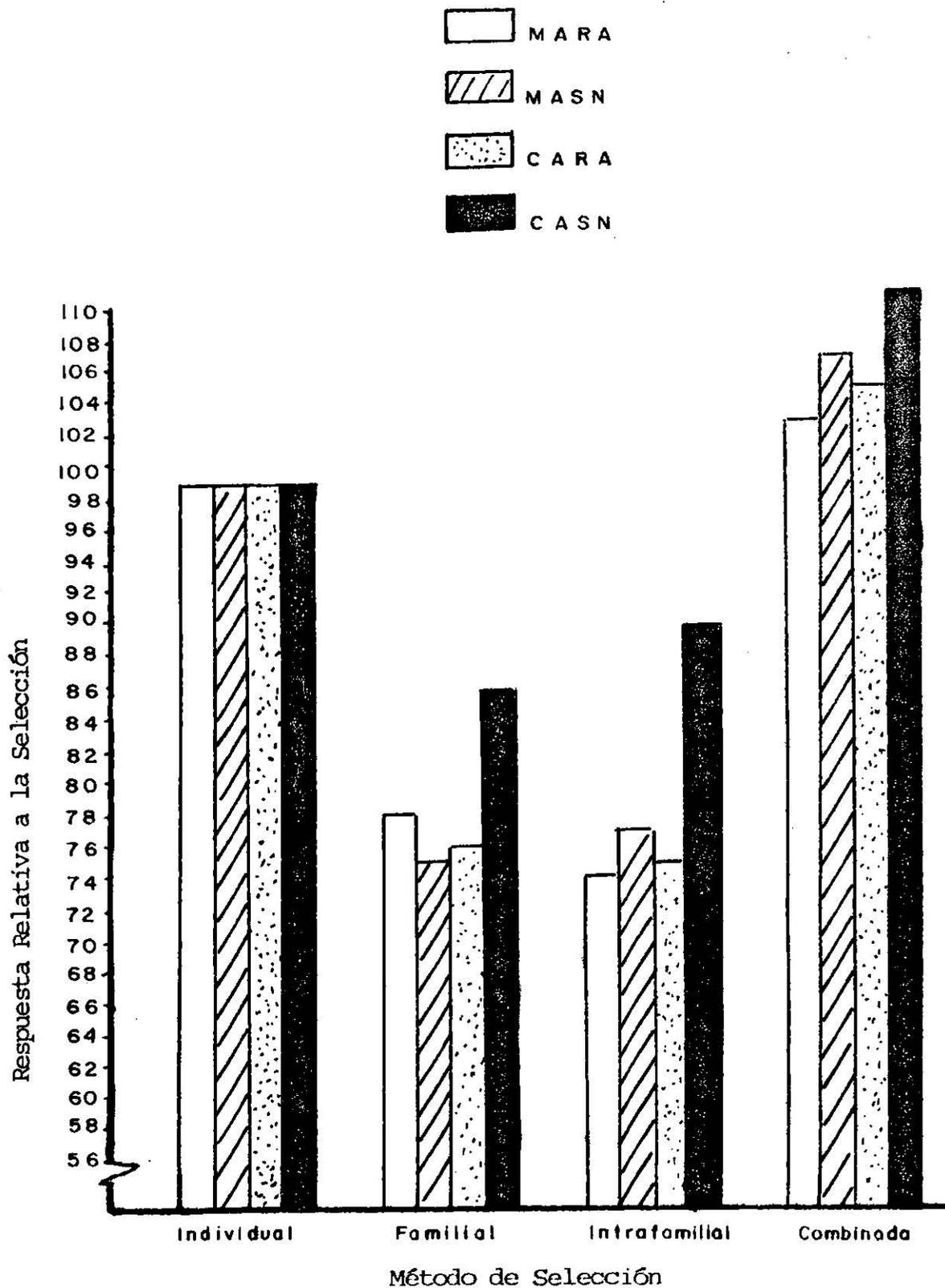


FIGURA 10. Comparación de la respuesta a la selección para dos variedades y localidades (número de hileras).

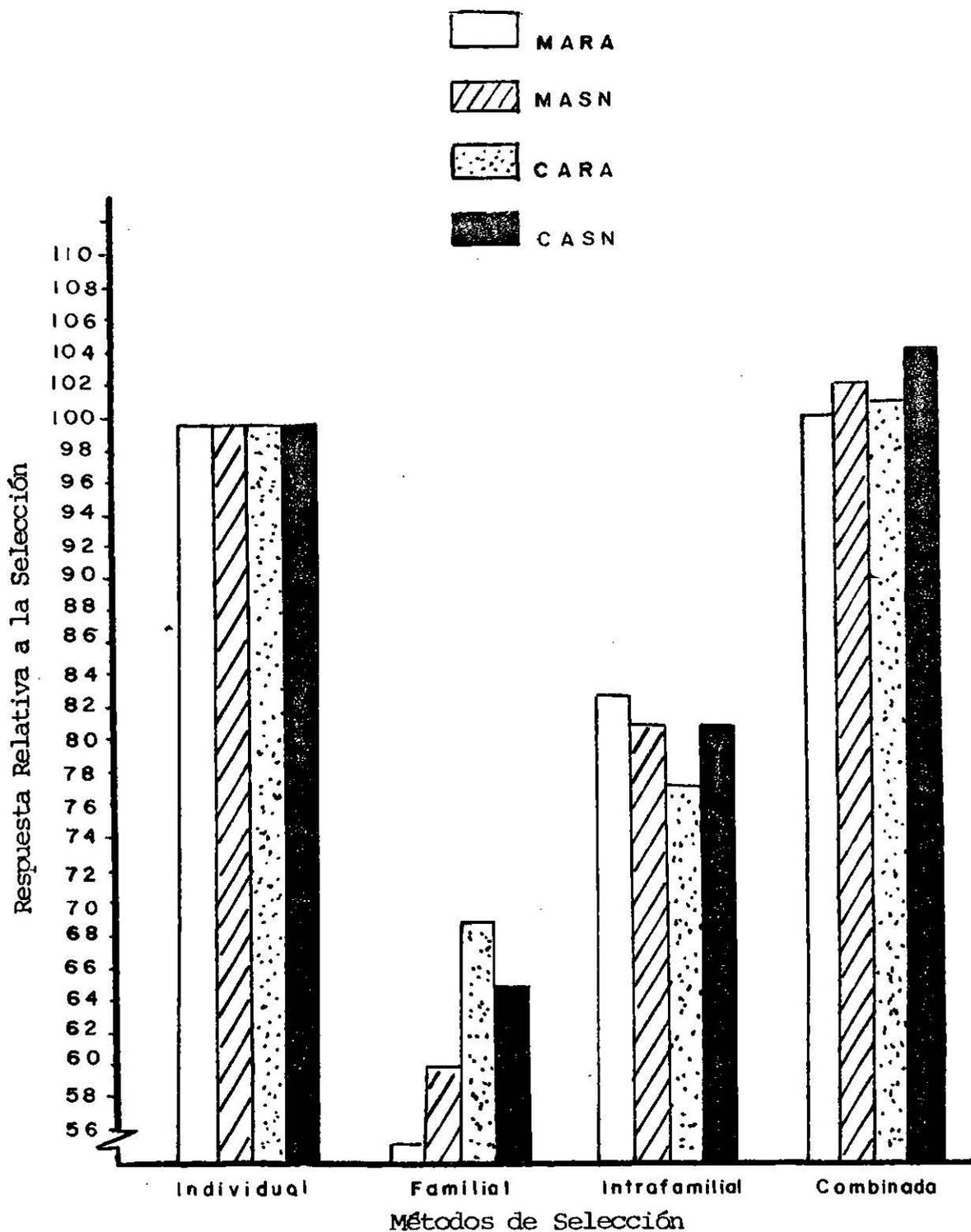


FIGURA 11. Comparación de la respuesta a cuatro métodos de selección para dos variedades y localidades (granos por hilera).

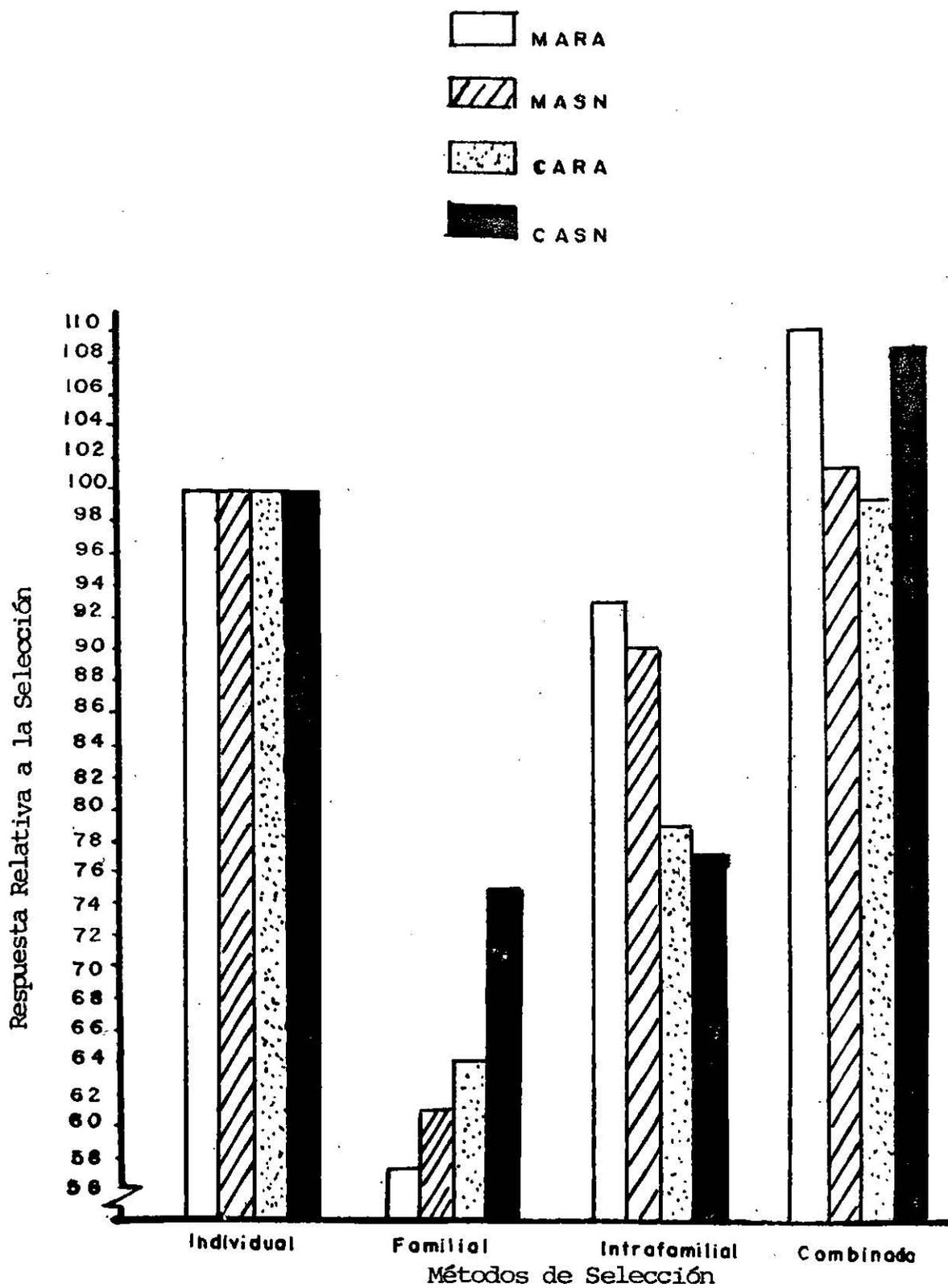


FIGURA 12. Comparación de la respuesta a cuatro métodos de selección para dos variedades y localidades (longitud de mazorca).

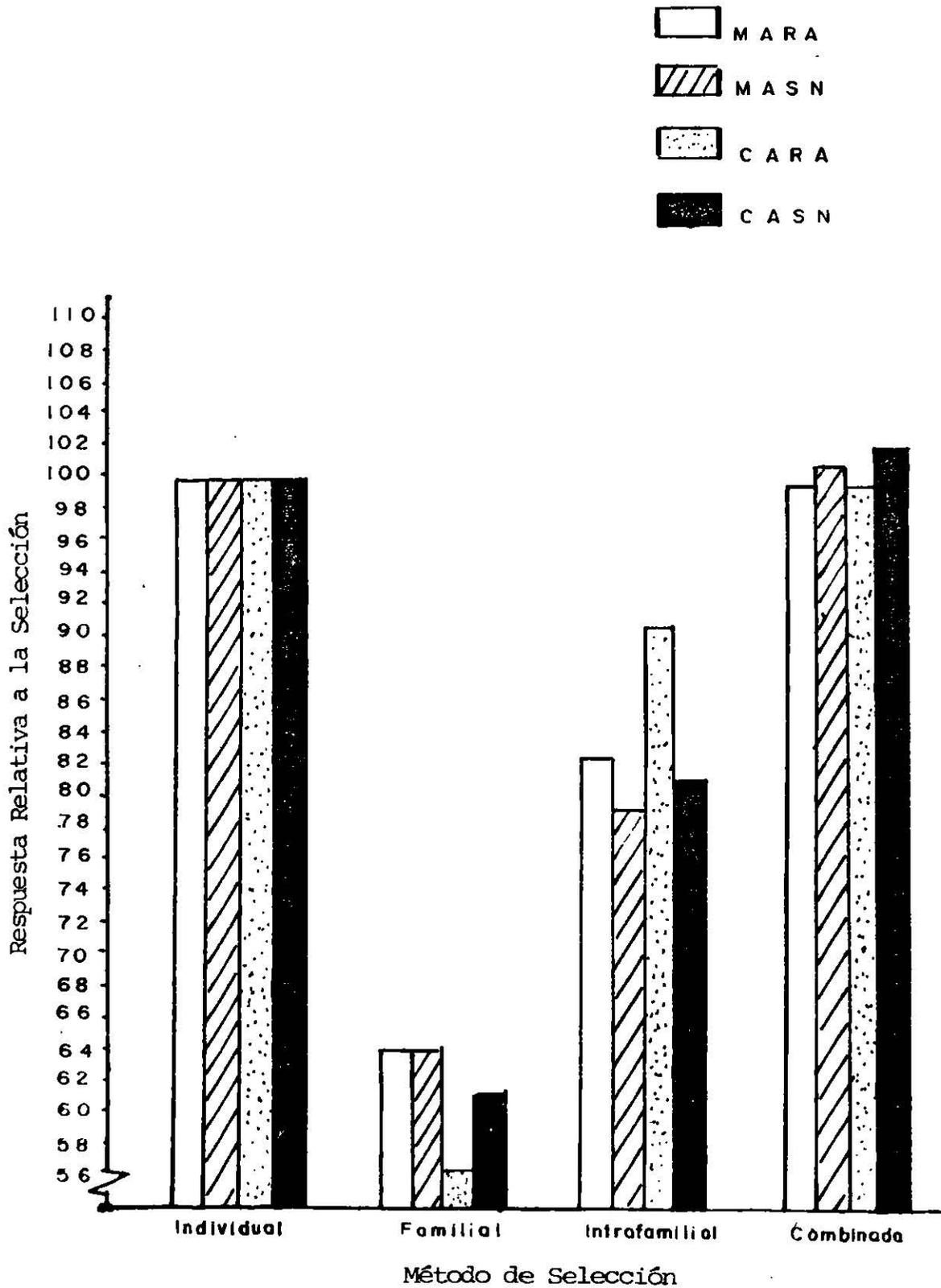


FIGURA 13. Comparación de la respuesta a cuatro métodos de selección para dos variedades y localidades (Diámetro de mazorca).

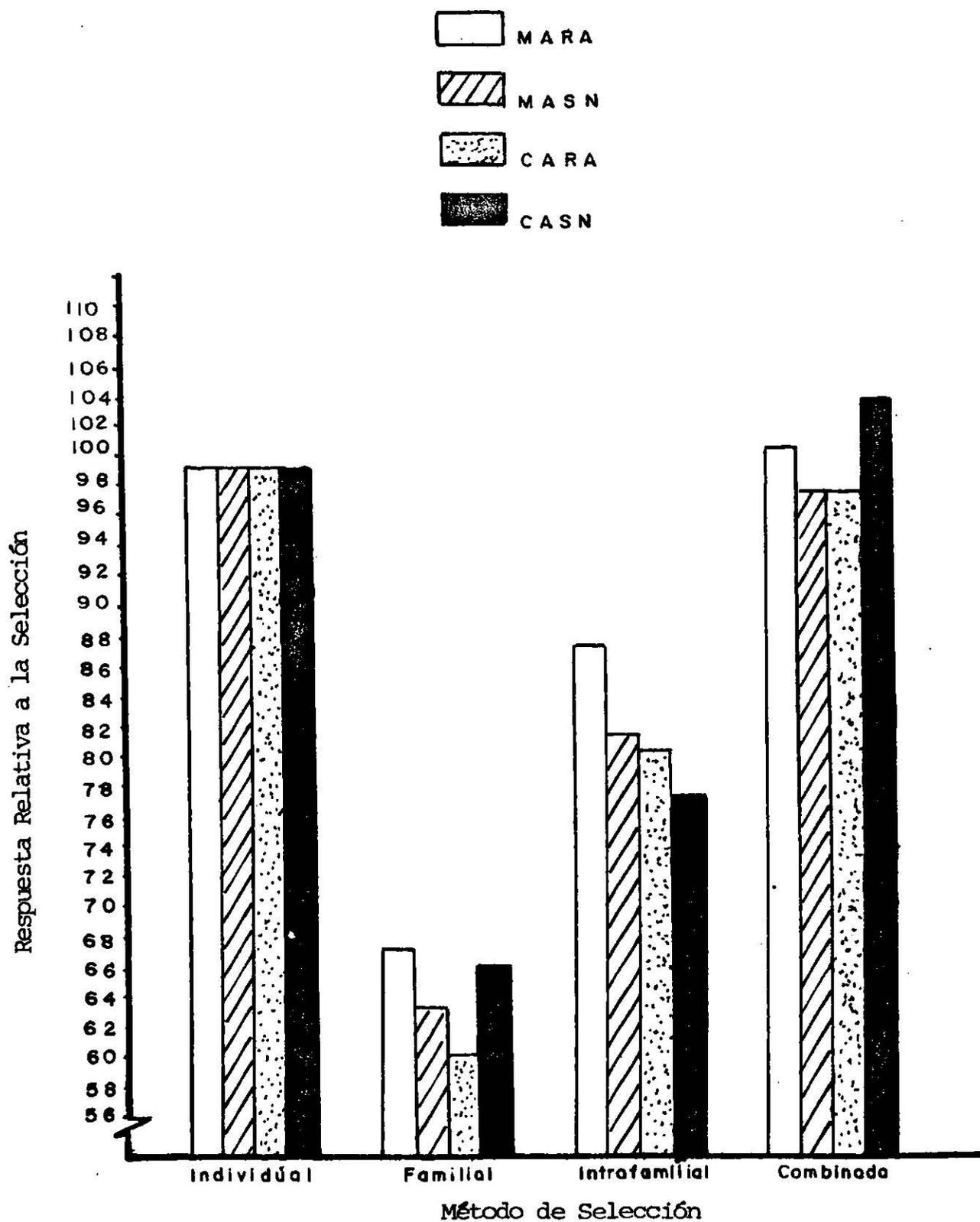


FIGURA 14. Comparación de la respuesta a la selección para dos variedades y localidades (Peso de mazorca).

CUADRO 7. Comparación de compuestos seleccionados de la variedad "Ranchero" en las localidades Marín, N.L. y Escobedo, N.L. (El Canadá) en el ciclo primavera 82.

LOCALIDAD DE SELECCION	PRESION DE SELECCION	METODO DE SELECCION	RENDIMIENTO KG/HA		
			kg/ha	(%) <sup>1</sup>	(%) <sup>2</sup>
Marín, N.L.	10	Individual	2614	81	72
"	10	Intrafamiliar	3428	106	94
"	10	Familial	4218	130	116
"	10	Combinada	3234	100	89
"	5	Individual	3906	121	107
"	5	Intrafamiliar	3073	95	84
"	5	Familial	3142	97	86
"	5	Combinada	3533	109	97
Escobedo, NL.	10	Individual	3290	102	90
"	10	Intrafamiliar	3464	107	95
"	10	Familial	3601	111	99
"	10	Combinada	2581	80	71
"	5	Individual	2962	92	81
"	5	Intrafamiliar	3441	106	94
"	5	Familial	3372	104	92
"	5	Combinada	2575	80	70
Blanco Alemán	-	- - - -	3132	97	86
H - 418	-	- - - -	3651	113	100

<sup>1</sup> Tomando como testigo: Marín Sel. Comb. 10%

<sup>2</sup> Tomando como testigo el híbrido H-418.

los cuatro métodos de selección; como ejemplo, en el carácter peso de mazorca en promedio presenta una frecuencia relativa del 101.3% con respecto a la selección individual (100%), superior a la selección interfamiliar y familiar, las que presentan avances relativos en promedio de 82.35% y 65.07% respectivamente.

#### 4.2. Fase de Evaluación

##### 4.2.1 Análisis de varianza.

Como se puede apreciar en el Cuadro 6, no hubo diferencia significativa entre los compuestos evaluados y los testigos incluidos en el experimento, en ninguna de las características; sin embargo, para todas las variedades se encontraron diferencias altamente significativas entre las tres repeticiones (una de ellas se eliminó por fallas en la germinación)

##### 4.2.2 Efecto del lugar y presión de selección.

Los compuestos seleccionados en Marín, N.L. (Cuadro 9), tuvieron una ligera ventaja con respecto a aquellas seleccionadas en Escobedo, N.L., sin considerar la presión de selección que se les aplicó. También se apreció una ligera ventaja de la presión de selección del 10% comparandola con la de 5% con excepción del "Ranchero" seleccionado en Marín, N.L., donde con la P.S. del 5% se obtuvo un rendimiento de 3,419 kg/ha y con la P.S. del 10% este fue de 3,373 kg/ha.

##### 4.2.3 Comparación de Compuestos.

En la variedad "Ranchero" se obtuvieron solo dos compuestos que superaron al H-418, (Cuadro 7), aunque no fueron estadísticamente significativas las diferencias, estos fueron MARA sel fam 10% (116%) y MARA sel ind 5% (107%), el tercer lugar lo ocupó el compuesto CARA sel fam 10% (99%).

Comparando los compuestos de la variedad "San Nicolás",

CUADRO 8. Comparación de compuestos seleccionados de la variedad "San Nicolás" en las localidades de Marín, N.L. y Escobedo, N.L. (El Canadá) en el ciclo primavera-82.

LOCALIDAD DE SELECCION	PRESION DE SELECCION (%)	METODO DE SELECCION	RENDIMIENTO KG/HA		
			Kg/ha	% <sup>1</sup>	% <sup>2</sup>
Marín, N.L.	10	Individual	3769	144	103
"	10	Intrafamiliar	3706	141	101
"	10	Familiar	3054	117	84
"	10	Combinada	2621	100	72
"	5	Individual	3000	114	82
"	5	Intrafamiliar	2926	112	80
"	5	Familiar	3040	116	83
"	5	Combinada	3887	148	106
Escobedo, NL.	10	Individual	3572	136	98
"	10	Intrafamiliar	2598	99	71
"	10	Familiar	2939	112	80
"	10	Combinada	3759	143	103
"	5	Individual	2929	118	80
"	5	Intrafamiliar	3526	134	97
"	5	Familiar	3349	128	92
"	5	Combinada	2821	108	77
Blanco Alemán	-	Testigo	3132	120	86
H - 418	-	Testigo	3651	139	100

<sup>1</sup> Tomando como testigo: Marín SEL Comb. 10%

<sup>2</sup> Tomando como testigo el Híbrido H-418

CUADRO 9. Efecto de la localidad de selección y la presión de selección sobre el rendimiento (kg/ha) de dos variedades de maíz evaluadas en Marín, N.L. (Primavera 83).

POBLACIONES	LOCALIDAD DE SELECCION	PRESION DE SELECCION (*)		M E D I A S
		5%	10%	
RANCHERO	Marín, N.L.	3414 (100)	3373 ( 99)	3393 (100)
	Escobedo, N.L.	3087 ( 90)	3275 ( 96)	3181 ( 94)
Medias para Ranchero:				
SAN NICOLAS	Marín, N.L.	3213 (100)	3287 (102)	3250 (100)
	Escobedo, N.L.	3156 ( 98)	3217 (100)	3186 ( 98)
Medias para San Nicolás:				
PROMEDIOS GENERALES	Marín, N.L. y Escobedo, N.L.	3184 (100)	3252 (102)	3218 ( 98)
	Marín, N.L. y Escobedo, N.L.	3217 (100)	3278 (102)	3321 (100)
				3183 ( 96)

(\*) El número dentro del paréntesis, representa el rendimiento expresado en porcentaje (%), tomando diferentes factores de comparación.

CUADRO 10. Comparación del rendimiento (kg/ha) de 32 compuestos de maíz seleccionados bajo cuatro métodos de selección y dos presiones de selección, realizada en dos localidades y dos criollos (Marín, N.L. Primavera 83).

PRESION (%)	POBLACION	LOCALIDAD DE SELECCION	METODOS DE SELECCION*			
			Individual	Intrafamiliar	Familiar	Combinada
5	Ranchero	Marín, NL.	3906 (110)	3073 ( 87)	3143 ( 89)	3533 (100)
10	Ranchero	Marín, NL.	2614 ( 81)	3428 (106)	4218 (130)	3234 (100)
			3260 ( 96)	3250 ( 96)	3680 (109)	3383 (100)
5	Ranchero	Escobedo, NL	2962 (115)	3441 (134)	3372 (131)	2575 (100)
10	Ranchero	Escobedo, NL	3290 (127)	3464 (134)	3601 (140)	2581 (100)
			3126 (121)	3452 (134)	3487 (135)	2578 (100)
PROMEDIOS DE RANCHERO:			3193 (107)	3351 (112)	3583 (120)	2981 (100)
5	Sn. Nicolás	Marín, NL.	3000 ( 77)	2926 ( 75)	3040 ( 78)	3887 (100)
10	Sn. Nicolás	Marín, NL.	3769 (144)	3706 (141)	3054 (117)	2621 (100)
			3385 (104)	3316 (102)	3047 ( 94)	3254 (100)
5	Sn. Nicolás	Escobedo, NL.	2929 (104)	3526 (125)	3349 (119)	2821 (100)
10	Sn. Nicolás	Escobedo, NL.	3572 ( 95)	2598 ( 69)	2939 ( 78)	3759 (100)
			3250 ( 99)	3062 ( 93)	3144 ( 96)	3290 (100)
PROMEDIOS DE SAN NICOLAS:			3318 (101)	3189 ( 97)	3096 ( 95)	3272 (100)
PROMEDIOS GENERALES PARA CADA METODO			3256 (104)	3270 (105)	3340 (107)	3127 (100)

(\*) Los números encerrados dentro del paréntesis, representan al rendimiento de grano expresado en porcentaje (%).

Cuadro 8, se obtuvo que el compuesto MASN sel Comb 10%, que se esperaba resultaría superior, fué superado por catorce -- compuestos y solo uno resultó inferior, quedando además en desventaja con el H-418, este testigo fue superado por cuatro compuestos: MASN sel Comb 5% (106%), CASN sel Comb 10% - (103%); MASN sel ind 10% (103%) y MASN sel Inf 10% (101%).

Al comparar los métodos de selección, en el Cuadro 10 se puede notar que en la variedad "Ranchero" lo seleccionado en Marín, N.L. con P.S. del 10% resultó superior a todos los compuestos con un rendimiento estimado de 4218 kg/ha, y en general en esta variedad el mejor método de selección resultó ser la selección familiar que superó a la selección combinada en un 20%, seguida por la selección intrafamiliar e individual que superaron a la selección combinada en un 12 y 7% respectivamente.

En cambio, en la variedad "San Nicolás", en compuesto seleccionado en Marín, N.L. bajo selección individual con una P.S. del 10% resultó ser el material superior con un -- rendimiento estimado de 3769 kg/ha, y en general para esta variedad el método de selección que resultó superior fué la selección individual que supero en 1% a la combinada y menor á esta, la selección intrafamiliar y por último, la selec--- ción familiar.

En promedio, para las dos variedades, los métodos de selección se pueden ordenar de la siguiente manera: selec--- ción familiar (107% de eficiencia comparado con el método -- combinado); selección intrafamiliar (105%); selección individual (104%) y selección combinada (100% ó referencia).

En la Figura 15 puede observarse el comportamiento de los 16 compuestos seleccionados con la presión del 5%, apreciándose una tendencia muy clara de los materiales provenientes de "Ranchero" y "San Nicolás" seleccionados en Escobedo, N.L. (El Canadá), siendo la selección intrafamiliar y familiar las que produjeron los mas altos rendimientos y la com

binada los mas bajos. Sin embargo, para los compuestos seleccionados en Marín, N.L., se encontró una tendencia opuesta, - que favoreció a la selección combinada (excepto para la selección individual aplicada a "Ranchero", es decir MARAN). Se encontró también que la mayor varianza entre compuestos fué - producida bajo el método de selección combinada.

Cuando se aplicó la presión de selección del 10% los 16 compuestos formados mostraron una tendencia diferente a aquella en que se usó la presión del 5%. Como puede observarse en la Figura 16, la variedad "Ranchero" seleccionada en ambas localidades, produjo 8 compuestos con un comportamiento parecido, siendo la selección familiar el valor más alto para luego bajar el rendimiento en la selección combinada.

La variedad "San Nicolás" presentó un comportamiento -- muy diferente siendo el rendimiento más bajo para el compuesto obtenido por selección combinada en Marín, N.L. ----- (MASAN), y el más alto fué el formado mediante selección combinada en Escobedo, N.L. (CASAN). El rendimiento más alto se obtuvo con el compuesto formado en Marín, N.L. a partir de "Ranchero" (MARAN).

En la Figura 17 se comparan los compuestos derivados de las variedades "Ranchero" y "San Nicolás" que fueron seleccionados en Marín, N.L. y Escobedo, N.L. durante el ciclo primavera-verano 82. Cada punto representa el promedio de dos presiones de selección (5 y 10%) Se puede apreciar con claridad que el rendimiento de grano de los cuatro compuestos obtenidos por selección individual es muy similar, en tanto que la selección combinada propició una mayor varianza entre los compuestos derivados con este método, seguido por la selección familiar, y la selección intrafamiliar, La selección practicada sobre la variedad "Ranchero" en la localidad de Escobedo, N.L. (CARAN) exhibió el comportamiento más inestable al practicarse los cuatro métodos de selección, mientras que la selección de "San Nicolás" en Marín, N.L. (MASAN) y Es

cobedo, N.L. (CASAN) tuvieron relativamente mayor estabilidad, es decir, fueron más similares sus rendimientos.

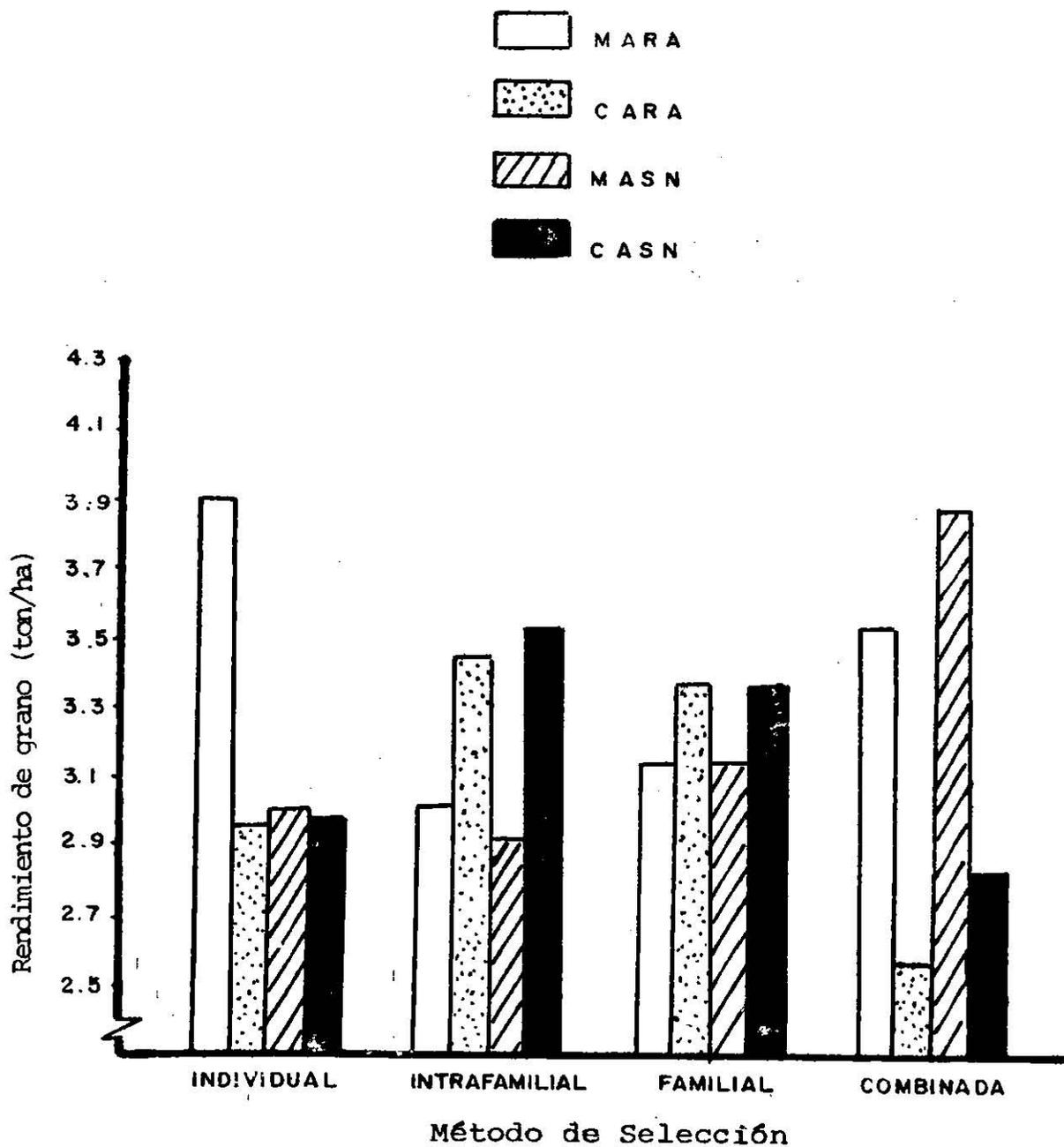


FIGURA 15. Rendimiento de grano de diferentes compuestos formados a partir de dos poblaciones seleccionadas con una presión de selección del 5% en dos localidades en el ciclo Primavera-82 (Marín, N.L. Primavera-Verano-83).

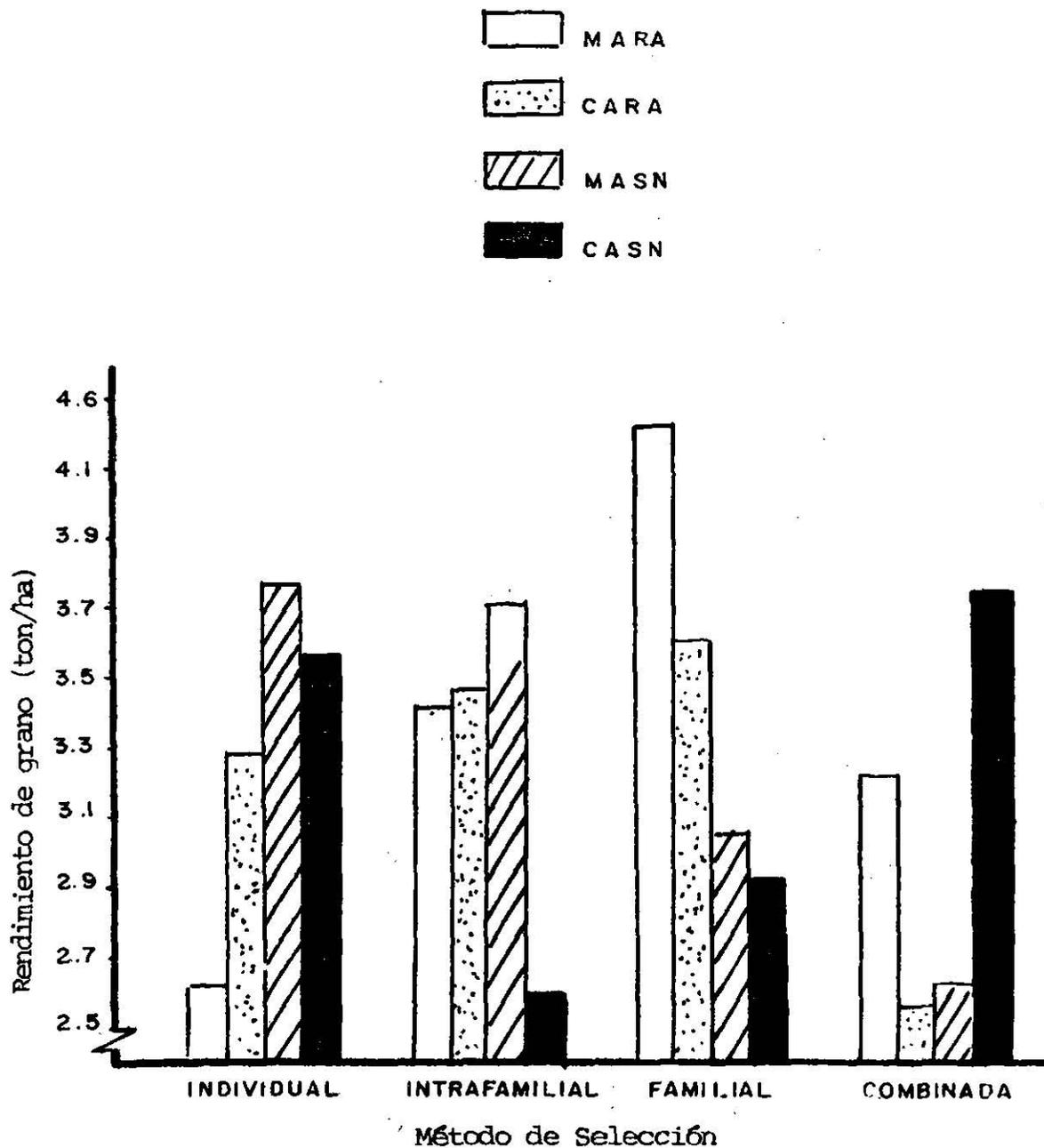


FIGURA 16. Rendimiento de grano de diferentes compuestos formados a partir de dos poblaciones seleccionadas con una presión de selección del 10% en dos localidades en el ciclo Primavera-82 (Marín, N.L., Primavera-Verano-83).

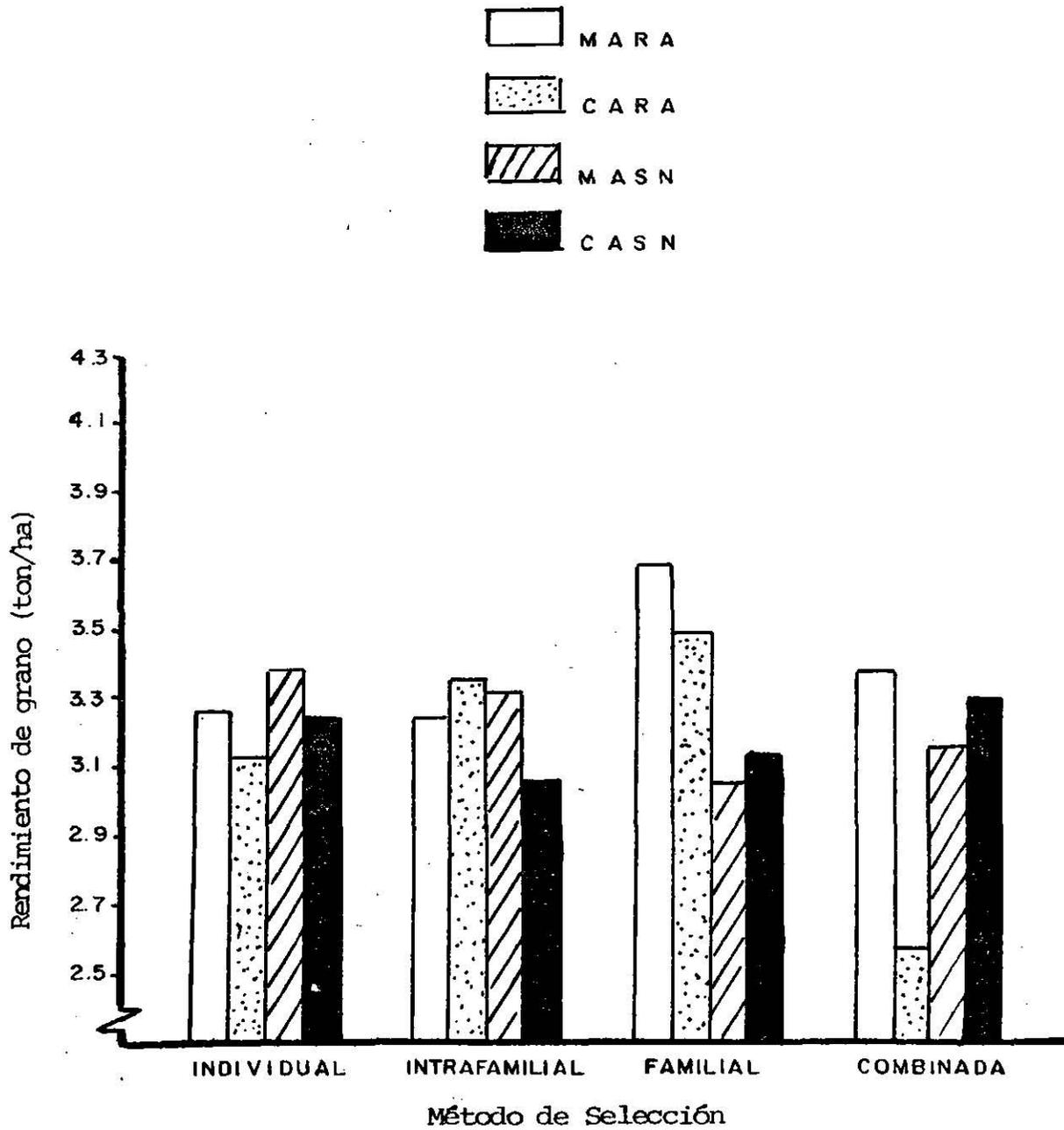


FIGURA 17. Rendimiento de grano de diferentes compuestos formados a partir de dos poblaciones seleccionadas en dos localidades en el ciclo Primavera-82. (Marín, N.L. Primavera-Verano-83).

## DISCUSION

En el Cuadro A5, se presentan los resultados del análisis de varianza de las variedades "Ranchero" y "San Nicolás", establecidas en Marín, N.L. y Escobedo, N.L. (El Canadá) durante el ciclo primavera-verano (1983); como era de esperarse, la proporción de la varianza entre grupos resultó mayor que la componente dentro de ellos, esto se repitió en las cinco características del estudio. La variedad "San Nicolás" -- exhibió frecuentemente los cuadrados medios o varianzas más altos, porque presenta mayor varianza genética que "Ranchero" incluso llegó a superar varias veces a esta variedad como se observó en el carácter peso de mazorca, variable más influenciada por el ambiente y por la interacción genético-ambiental.

Una comparación más precisa se puede realizar con los parámetros estimados (Cuadro 4), observándose que las medias de la variedad "Ranchero" fueron comúnmente mayores que "San Nicolás", para cuatro de las variables, lo que sugiere que aquella variedad es de mayor potencial que ésta última, que recientemente se ha estado cultivando en la localidad de Escobedo, N.L. Sin embargo, las varianzas de la variedad "San Nicolás", superaron en todos los casos al "Ranchero", lo cual puede explicarse porque esta variedad ha sido muy seleccionada para alto rendimiento y su varianza se ha ido reduciendo en comparación con "San Nicolás", criollo que recientemente se ha difundido entre los agricultores. Esto último se confirma al comparar las proporciones de las componentes dentro de grupos, que en la mayoría de las variables fué mayor en "San Nicolás" excepto para el carácter número de hileras, que es relativamente constante en los dos ambientes y para cada genotipo que pertenecen al mismo grupo racial. En los Cuadros 4 y 5 se aprecia claramente como influyó la localidad de Escobedo, N.L. sobre la varianza total y sus componentes ( $\sigma_E^2$  y  $\sigma_D^2$ ); sin embargo, los caracteres diámetro de mazorca, número de hileras y granos por hilera redujeron la varianza, mientras que longitud de mazorca y peso de mazorca lo aumentaron. Este último cambio sugiere que la selección

en Escobedo, N.L. para aumentar el peso y longitud de mazorca, tendrá mas éxito por que hay una mayor expresividad de los genes, sugiriéndose explotar más la variedad "San Nicolas" -- que tuvo una varianza total (4077) aproximadamente 2.5 veces mayor que "Ranchero" (1615).

Como puede apreciarse en las Figuras 5 a 9, la correlación intraclase para las características bajo estudio, estuvo influenciada no solo por el genotipo (variedad) sino también dependió de la localidad en que se determinó (ambiente) y, además, por la componente de la interacción genético-ambiental (genotipo-ambiente). tal como se esperaba de ---- acuerdo al modelo fenotípico ( $F=G+E+GE$ ). Nótese como los caracteres longitud y peso de mazorca tuvieron un comportamiento muy similar (Figura 7 y 9), esto puede explicar que frecuentemente aparecen correlacionadas positivamente ya que el ambiente afecta de manera similar su comportamiento. También el número de granos por hilera exhibió menor correlación intraclase en Escobedo, N.L. (El Canadá), que en Marín, N.L.

Una observación cuidadosa de los valores de correlación intraclase graficados en las Figuras 5 a 9, demuestra claramente que la variedad "Ranchero" presentó en la mayoría de los casos las correlaciones más altas, es decir, mayor grado de parecido fenotípico que "San Nicolas" debido a que la selección ha traído un aumento en la homocigocidad de la población, concretamente dentro de cada progenie; como ya se había señalado anteriormente, la variedad "San Nicolás" no ha estado sometida a un proceso de selección tan rígido como "Ranchero". Si se deseara explotar la varianza aditiva al máximo, sería de esperarse menor tiempo en "Ranchero" que "San Nicolas", ya que la correlación intraclase ( $t$ ) estima un cuarto de la heredabilidad ( $t = 1/4 h^2$ ). Por otro lado, cuando la selección para peso de mazorca se practica en Marín, N.L., sería de esperarse una mayor respuesta a la selección por ser  $t$  más alta (por tanto  $h^2$  mayor), que la estimada en Escobedo, N.L. Esto se confirma en la evaluación de compuestos que se hizo en la localidad de Marín, N.L. para el carácter rendimiento-

de grano (kg/ha), como se observa en el Cuadro 9, para las dos presiones de selección aplicadas a las variedades del presente estudio.

Al realizar el análisis de varianza de los compuestos formados mediante los cuatro métodos de selección resultó no significativa la varianza (Cuadro 6), para todas las variables, en cambio, si hubo diferencias significativas entre repeticiones. Esto puede explicarse por la eliminación de una de las cuatro repeticiones del diseño látice simplificado elegido de antemano, por tanto, se analizó como un bloque al azar con tres repeticiones. Al mismo tiempo, el hecho de no haberse incluido las dos variedades originales y, en cambio, haber incluido como testigos híbridos y variedades sobresalientes pudo influir en estos resultados. Es importante señalar como el suelo de Marín, N.L., presenta un alto grado de heterogeneidad, principalmente debido al problema de sales y al manejo del riego que es menos uniforme comparado con el de Escobedo, N.L., por lo que sería deseable realizar una segunda evaluación en ambas localidades.

Desde el punto de vista teórico, la respuesta esperada a la selección para cada uno de las cinco características, se esperaba favoreciera al método de selección combinada y, en último término, a la selección familiar.

Debe hacerse notar que los valores de las respuestas relativa a la selección, estimados con los valores de los parámetros ( $p$ ,  $\sigma_f$  y  $h^2$ ) y el tamaño ponderado de la familia ( $k$ ), fueron muy similares para cada variedad y localidad, como puede pareciarse por las gráficas de las cuatro poblaciones (Figuras 10 a 14), lo que indica que sí son útiles dichos parámetros no obstante ser diferentes los ambientes y variedades de la prueba. En el ciclo primavera-verano (1983) se estableció el lote de evaluación de los 32 compuestos seleccionados por los distintos métodos, pero no se incluyeron las variedades originales para medir el valor de la respuesta a la selección y, así poder comparar con los valores predichos, pe

ro indirectamente puede conocerse la eficiencia de los métodos de selección, considerando las medidas de los compuestos (Cuadro 7 y 8); considerando como criterio de comparación el híbrido H-418 (testigo), se observó que no concuerda con lo esperado, pues la selección familiar en promedio resultó ser la mayor, seguida de la intrafamiliar (Cuadro 10). Esto puede deberse, por un lado, a la interacción genotipo-año y genotipo-ambiente; también pudo haber incluido grandemente el no haber recombinado los compuestos seleccionados (se considera como 1/2 ciclo de selección), lo que no dio oportunidad a recombinarse los genes; por último, la presión de selección tuvo quizá influencia al generar endogamia ya que se partió de 200 mazorcas (plantas), muestra que se considera óptima para representar la variación genética de una variedad de polinización libre de maíz, de tal modo que aplicar una presión de -- 10% representa 20 plantas ( o 20 progenies ) y 5% de presión solo representarían 10 plantas ( o progenies ). Por lo tanto, conviene probar presiones de selección mas altas, para poder confirmar esta suposición (Cuadro 9). Sin embargo, al aplicar  $p=5\%$  y  $10\%$  los resultados fueron en promedio muy similares, aunque se favoreció ligeramente a la del  $10\%$  (3278 Kg/ha- que representa un  $2\%$  más que la del  $5\%$  de selección).

Como puede apreciarse en las Figuras 15 y 16, la presión de selección tiene un efecto marcado sobre el rendimiento de los compuestos formados, notándose como la mano y presión ( $p=5\%$ ) produjo tendencias más claras, como el patrón que presenta lo seleccionado en Escobedo, N.L. (El Canadá), pero también el patrón de lo seleccionado en Marín, N.L. excepto para la selección individual aplicada a la variedad "Rancho", que ocupó el primer lugar (3414 kg/ha). También se observa que lo seleccionado en Marín, N.L. evaluado en esta misma localidad ( $p=5\%$ ), produjo por selección combinada los rendimientos más altos, debido a la interacción genético-ambiental, por haberse evaluado en una localidad diferente a donde se seleccionó. En la presión del  $10\%$  las tendencias fueron

muy diferentes (Figura 16), ya que la selección combinada ocupó el último sitio en tres de los cuatro casos, notándose que el rendimiento aumenta al cambiar de la selección individual a la intrafamiliar y familiar, para decrecer en la combinada (excepto para CASAN), se requiere realizar un experimento considerando otras presiones de selección, recombinando el material seleccionado y comparar con la variedad original para poder resolver estas interrogantes.

Finalmente, en la Figura 16 se grafican los valores medios para cada población y localidad de selección, seleccionadas por los cuatro métodos de selección, se puede observar como con la selección combinada las medidas de los compuestos presentan la máxima varianza, mientras que en la selección individual es mínima.

La variedad "Ranchero" seleccionada combinadamente en Escobedo, N.L. (CARAN), produjo el rendimiento más bajo, quizá por interaccionar más fuertemente con el ambiente, en tanto que, la variedad "San Nicolás" tuvo una interacción positiva con la localidad Marín, N.L. (CASAN), esto puede deberse al diferente grado de adaptabilidad de estas variedades.

## CONCLUSIONES

1. La selección familiar mostró en promedio una ligera superioridad seguida de la selección intrafamiliar, aunque se observó que la selección combinada produjo la mayor varianza entre medias de compuesto.
2. La presión de selección del 10% superó ligeramente a la del 5%, por tanto debe preferirse aquella, considerando que se evitan problemas de endogamia y es más eficaz para elevar el rendimiento.
3. Las variedades "Ranchero" y "San Nicolás" son genéticamente diferentes. La segunda exhibió una mayor varianza para todas las variables, y la primera, las medias más altas. Escobedo, N.L. permite una mayor expresión del genotipo que Marín, N.L. (medias más altas).
4. La correlación interclase para cada carácter y variedad fué diferente en los dos ambientes, observándose que las diferencias entre variedades fueron mayores en Marín, N.L. que en Escobedo, N.L. debido a la interacción genotipo-ambiente.
5. El rendimiento más alto correspondió a la variedad "Ranchero" seleccionada familiarmente (P=10%) en Marín, N.L. (4218 kg/ha)
6. Para mejorar más el rendimiento de un criollo debe seleccionarse para adaptabilidad estableciendo el lote de selección en varias localidades contrastantes.

## RESUMEN

En 1982, dos criollos regionales fueron seleccionados en dos localidades bajo cuatro métodos de selección y dos presiones de selección, con la finalidad de proporcionar mayor evidencia sobre los métodos de selección en el cultivo del maíz, evaluando bajo las mismas condiciones ambientales, y además; tratar de mejorar los criollos para proporcionar semilla mejorada a los agricultores de las zonas bajas del estado de Nuevo León.

De esta selección se formaron un total de 32 compuestos sin recombinación genética (medio ciclo de selección) que fueron evaluados en 1983, solamente en la localidad de Marín, N. L..

El principal objetivo del estudio era evaluar la eficiencia relativa de cada método de selección comparada con los valores de predicción, para elegir el esquema genotecnio más adecuado y buscar la presión de selección que permita obtener la máxima ganancia genética. Además, se busca caracterizar las variedades de estudio, "Ranchero" y "San Nicolás", para definir si éstas son genéticamente diferentes.

En la fase de selección se siguió el esquema de mazorca por surco estratificado, partiendo de 200 familias de medios hermanos, a los que se les estimó los parámetros genéticos como: media, varianza, correlación intraclase, heredabilidad, intensidad de selección y partición de la varianza fenotípica, a partir de las cuales se predijo la respuesta a la selección.

En la fase de evaluación se compararon los compuestos formados mediante un diseño de bloques al azar y, a la vez, se hizo la comparación de la respuesta a la selección.

Como era de esperarse, los resultados mostraron que las variedades "Ranchero" y "San Nicolás" tuvieron un mejor comportamiento en Escobedo, N.L. que en Marín, N.L.; esta interacción es debida a que se riega con aguas negras y el ambiente es más favorable.

Se pudo aclarar que las variedades del estudio son genéticamente diferentes, esto en base a los valores de los parámetros estimados. Además, en promedio general el mejor método de selección resultó ser el método de selección familiar seguido de la selección interfamiliar; y la mejor presión de selección fue la del 10% superando a la de 5%.

Específicamente, se observó que la selección familiar fue menos efectiva que los otros métodos en la variedad "San Nicolás", por el contrario, en la variedad "Ranchero" la selección familiar produjo las mayores respuestas comparada con los otros métodos, lo que demuestra que la variabilidad de una población repercute en el método de selección.

## BIBLIOGRAFIA

- Becker, A.W. 1975. Manual of quantitative genetics, Third Ed. Washington. Washington State University. 147-160.
- Benitez R., I. 1977. Una modificación al método de selección mazorca por surco para rendimiento en maíz de temporal y sus avances, Tesis. Escuela Nacional de Agricultura.
- Brauer, H.O. 1980. Fitogenética Aplicada. Ed. Limusa, México.
- Bucio A., L. 1969. El método de selección masal y su relación con el medio ambiente. Agrociencia Vol. I, No. 1, 39-45.
- Claure, I.V.T. 1980. Mejoramiento de maíz en el Centro de Fitoecnia de Pairumani, Bolivia por selección masal y selección combinada de medios hermanos. Tesis Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
- Coordinación General de Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados (COPLAMAR) 1982. Necesidades Esenciales en México; situación actual perspectivas al año 2,000. 1 alimentación siglo XXI. Editores, México, P. 146-147.
- Darwin, Ch. 1859. El origen de las especies (por medio de la selección natural. Ed. Diana, 9a. reimpresión, México, 1971.
- Falconer, D.S. 1980. Introducción a la Genética Cuantitativa Ed. CECSA, México.
- García G., J.; Solís V., J; García S., A.; Martínez R., M.; Bravo L., A y Martínez R., L.A. 1976. Evaluación de métodos de selección modificada en la variedad de maíz "Ranchero". Memorias del Sexto Congreso Nacional de Fitogenética SOMEFI. 156-164.
- Gardner, C.O. and J.H. Lonquist. 1967. Results of ten cycles of mass selection for high yield in an open pollinated variety of corn.

- Ibarra T., A.R. 1976. Evaluación de dos métodos de selección masal modificada en la variedad de maíz (Zea mays L.) Pedro García el municipio de Gral. Escobedo, N.L. Tesis F.A.U.A.N.L.
- Kempthorne, O. 1954. The theoretical values of correlation between relatives in random mating populations. Statistical Laboratory, Iowa State College, Amer. Iowa, USA.
- \_\_\_\_\_. 1969. An introduction to genetic statistics, the Iowa State University, Press. Amer. Iowa, USA.
- Lerner, M.I. 1964. La base genética de la selección. Trad. José Ma. Soler. Edición GEA, Barcelona, España.
- Loma, J.S. de la 1963. Genética general aplicada. Ed. U.T. E.H.A., México. 248-276.
- Lonquist, J.H. 1964. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. Crop Sci. 4:227-228.
- Márquez, S. F. 1972. Social and economic orientation of crop improvement: An approach to maize breeding. Genes, Enzymes and populations, edited by Adrion M. Srb Plenum Press. New York-London.
- \_\_\_\_\_. 1979. Respuesta esperada a la selección a largo plazo en maíz, en base a un estudio de una mezcla intervarietal. Rama de Genética. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México.
- \_\_\_\_\_. 1979. Mejoramiento de plantas alógamas. Ponencia presentada en Portoviejo, Ecuador ante el Colegio de Ingenieros Agrónomos.
- \_\_\_\_\_. 1980. Sistemas de selección combinada, familiar e individual en el mejoramiento genético del maíz (Zea mays L.). Revista Fitotecnia No. 4, SOMEFI.

- \_\_\_\_\_ 1980. Alternativas para la selección familiar en maíz. Ponencia presentada en la III Reunión del Departamento de Maíz y Sorgo del INIA, celebrado del 26-29 de Julio de 1977 en Puebla, Pueb. México.
- Molina G., J. 1976. El método de selección masal visual es tratificado. Rama de Genética C.P. ENA, Chapingo, México publicada en el VI Congreso Nacional de Fitogenética, Monterrey, N.L.
- \_\_\_\_\_ 1979. Selección familiar de progenies autofecundadas. Revista Agrociencia No. 37:131-138.
- Ostle, B. 1979. Estadística Aplicada, Ed. Limusa, México.
- Paterniani, E. 1967. Selection among and whiting half-sib families in a Brazilian population of maize. Crop Sci. 212-216.
- 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 Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
- Sánchez-Monge, P.E. 1966. Genética. Ed. Passen Lumen, 3a. Edición, Madrid, España. 199-218.
- Stebbins, A.L. 1978. Proceso de la evaluación orgánica Ed. Prentice Hall Internacional México. 18-31.
- Webel, O.D. and J.H. Lonquist. 1967. An evaluation of modi field ear-to-row selection in a population of corn. Crop Sci. 7:651-655.
- West, D.R.; Compton, W.A.; Thomas, M.A. 1980. A comparisión of replicated  $S_1$  per-se Vs reciprocal full-sib index selection in corn. Indirect response to population densi ties. Crop. Sci. 20(1):35-42.

Zavala G., F. 1982. Interacción entre los caracteres fisiotécnicos del híbrido y sus progenitores sobre el rendimiento de grano y estimación de parámetros genéticos en sorgo para grano [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados Chapingo, México. 57-65.

A P E N D I C E

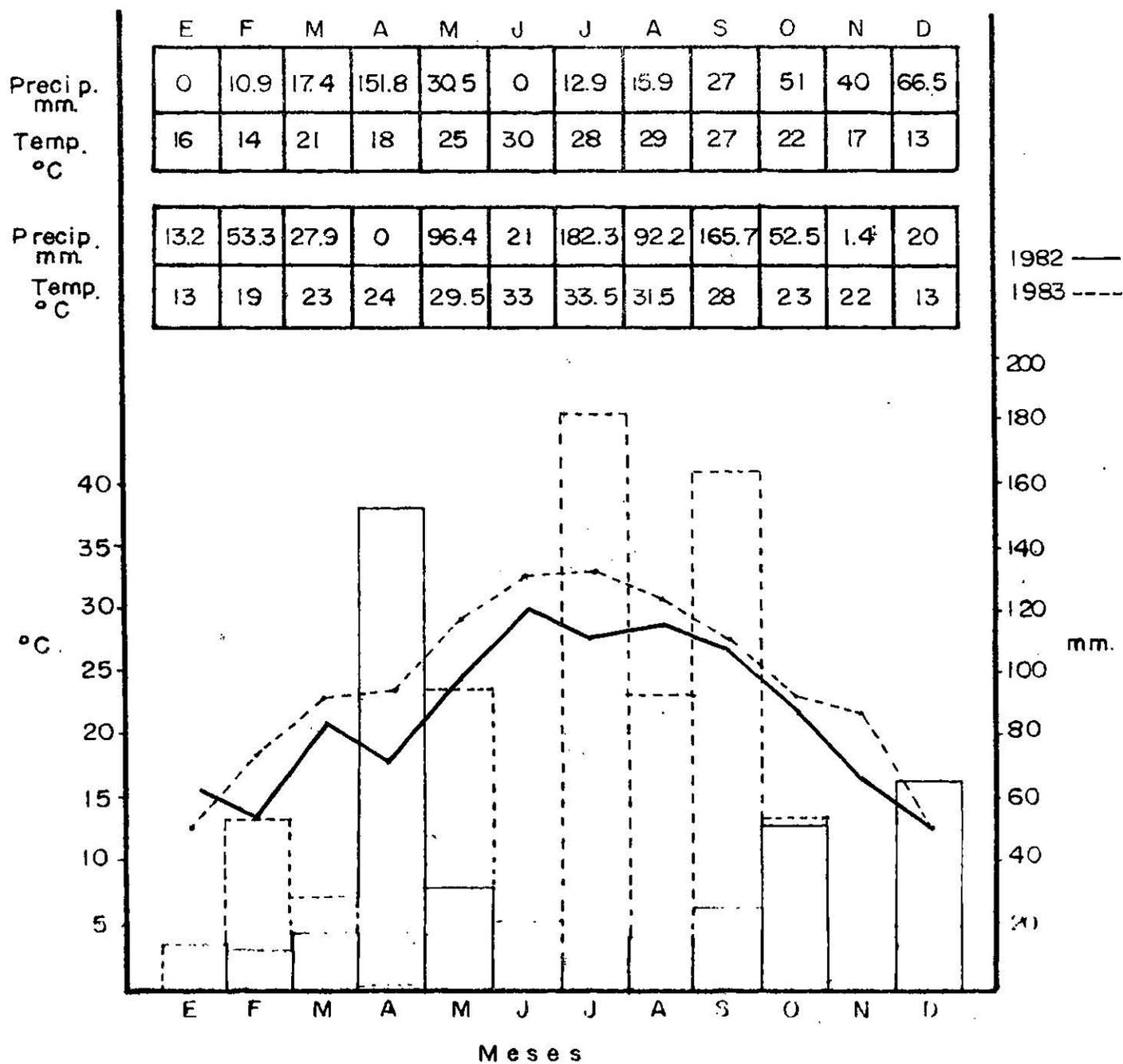


FIGURA A1. Distribución promedio de temperatura y precipitación en Escobedo, N.L.

CUADRO A1. Determinación fisicoquímica del suelo en la localidad de Escobedo. N.L.

DETERMINACION	ANALISIS	CLASIFICACION AGRONOMICA
COLOR (Escala munsell)	Seco 10 YR 4/2 Húmedo 10 YR 3/1	Café grisaseo oscuro gris muy oscuro
REACCION (Relación Suelo-Agua 1:2)	pH 8.25	Medianamente alcalino
TEXTURA (Método del hidrómetro)	Arena 20.6% Limo 22.9 % Arcilla 57.4%	Arcilloso
MATERIA ORGANICA (Método Walkley y Black)	2.415%	Medianamente pobre
NITROGENO TOTAL (Método Kjeldahl)	0.1207%	Muy rico
FOSFORO APROVECHABLE (Método Olsen)	112 kg/ha	Muy rico
POTASIO APROVECHABLE (Método Peech y English)	1 705.9 kg/ha	Extremadamente rico
SALES SOLUBLES TOTALES Puente Wheatstone	Cond. 14 mmhos/cm Elect. a 25°C	No Salino

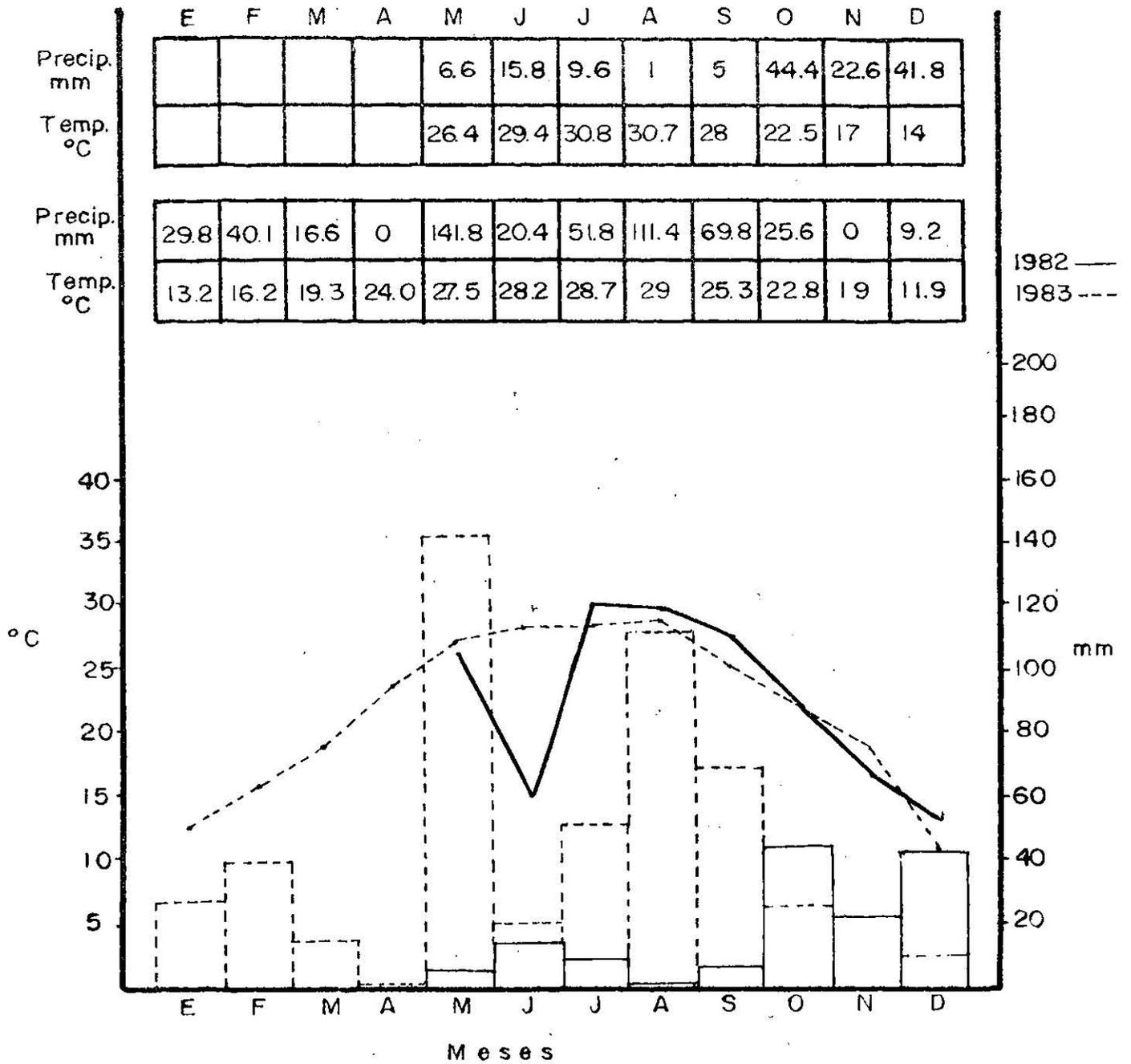


FIGURA 2A. Distribución promedio de temperatura y precipitación en Marín, N.L.

CUADRO A2. Determinación fisicoquímica del suelo en la localidad de Marín, N.L.

DETERMINACION	ANALISIS	CLASIFICACION AGRONOMICA
COLOR (Escala munsell)	Seco 10 YR 6/3 Húmedo 10 YR 5/4	Café pálido Café amarillento
REACCION (Relación Suelo-Agua 1:2)	pH 7.9	Moderadamente alcalino
TEXTURA (Método del hidrómetro)	Arena 16% Limo 56% Arcilla 28%	Arcilla
MATERIA ORGANICA (Método Walkley y Black)	2.139 %	Medio
NITROGENO TOTAL (Método Kjeldahl)	0.10%	Medianamente pobre
FOSFORO APROVECHABLE (Método Olsen)	22 kg/ha	Medianamente pobre
POTASIO APROVECHABLE (Método Peech y English)	383 kg/ha	Muy rico
SALES SOLUBLES TOTALES Puente Wheatstone	Cond. Elect. 1.9 mmhos/cm a 25°C	No salino

CUADRO A3. Cuadrados medios de cinco caracteres de maíz en las variedades "Ranchero" y "San Nicolás" (Marín y Escobedo, N.L., Primavera, 1982).

CARACTER	FUENTE DE VARIACION	L O C A L I D A D Y V A R I E D A D			
		MARA	MASN	CARA	CASN
Longitud De Mazorca	Entre grupos	3124.42	2798.02	2571.53	3422.51
	Dentro de grupos	518.07	614.53	583.66	1246.10
	Total	698.07	752.96	697.56	1370.77
Diámetro De Mazorca	Entre grupos	91.86	116.56	67.07	61.89
	Dentro de grupos	16.92	18.94	11.05	12.56
	Total	22.32	25.14	14.26	15.39
Número de Hileras por Mazorca	Entre grupos	5.47	8.97	6.82	8.56
	Dentro de grupos	2.42	3.40	2.47	2.74
	Total	2.64	3.75	2.72	3.07
Número de Granos por hilera	Entre grupos	269.09	248.63	136.20	176.92
	Dentro de grupos	47.67	51.51	38.54	40.40
	Total	63.61	64.01	44.14	48.22
Peso de Mazorca	Entre grupos	8580.97	6362.41	6573.14	13430.52
	Dentro de grupos	1104.24	1311.56	1314.14	3509.63
	Total	1642.65	1631.79	1615.50	4077.92

