



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
ESCUELA DE AGRICULTURA

**COMPARACION DE 4 CICLOS DE SELECCION
MASAL Y FAMILIAL COMBINADA EN UNA VA-
RIEDAD DE MAIZ (Zea mays L) BAJO EL ES-
QUEMA RIEGO - SEQUIA EN DURANGO.**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO
FITOTECNISTA

P R E S E N T A

JOSE RICARDO GUTIERREZ SANCHEZ

GUADALAJARA, JAL. 1980

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 12 de Marzo de 1980

C. ING. ANTONIO ALVAREZ GONZALEZ
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E .

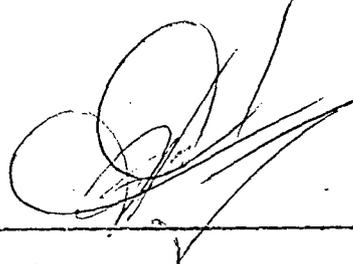
Habiendo revisado la Tesis del PASANTE _____

JOSE RICARDO GUTIERREZ SANCHEZ Titulada:

" COMPARACION DE CUATRO CICLOS DE SELECCION MASAL Y FAMILIAL EN LA
VARIEDAD DE MAIZ (Zea Maiz L.) vs.-201, BAJO EL ESQUEMA DE - -
RIEGO_SEQUIA."

Damos nuestra aprobación para la Impresión de la-
mi sma.

DIRECTOR DE TESIS



ING. SALVADOR HURTADO Y DE LA PEÑA

ASESOR



ING. MANUEL OYERVIDES GARCIA

ASESOR



ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

A. 6/44

COMPARACION DE 4 CICLOS DE SELECCION MASAL Y
FAMILIAL COMBINADA EN UNA VARIEDAD DE MAIZ
(*Zea mays* L.) BAJO EL ESQUEMA RIEGO-SEQUIA EN
DURANGO

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Maximino Luna Flores, por su orientación y enseñanza, su dirección, aportaciones, revisión del presente trabajo y sobre todo por su gran amistad.

Al Ing. M.C. Salvador Hurtado de la Peña Director de esta Tesis, por sus valiosas sugerencias.

Al Ing. M.C. Victor M. Castro Robles por la implementación de los experimentos.

Al Ing. M.C. Raúl Wong R. por su desinteresada amistad y por sus buenas intenciones de que este trabajo se concluyera.

A los Ingenieros Salvador Mena y Manuel Oyervides asesores de esta Tesis, por las revisiones hechas a la misma.

A la Srta. Elizabeth Leyva F. y a la Sra. Alicia Rueda de Jaques por su excelente trabajo mecánico-gráfico.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.

Al personal de Campo del Programa de Maíz del
Campo Agrícola Experimental Valle del Guadiana.

Y a todas aquellas personas que de una mane-
ra u otra colaboraron para que este trabajo se reali-
zara.

DEDICATORIA

A mis padres, por su esfuerzo de verme formado.

A mis hermanos.

A Carlitos, como un estímulo para su superación.

A mi Escuela de Agricultura.

CONTENIDO	PAGINA
Lista de cuadros	iii
Lista de figuras	iv
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
2.1. Resistencia a la sequía	5
2.2. Selección masal	7
2.3. Selección familiar mazorca por surco modificada	10
III. MATERIALES Y METODOS	13
3.1. Lugar de trabajo	13
3.2. Material genético	13
3.3. Métodos	17
3.3.1. Tratamientos de sequía	17
3.3.2. Toma de datos	19
3.4. Análisis estadístico	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	23
4.1. Análisis de varianza	23
4.2. Medias de rendimiento	24
4.3. Otros caracteres medidos	35
4.4. Regresión	35
V. CONCLUSIONES	41
VI. RESUMEN	43
VII. BIBLIOGRAFIA	46
VIII. APENDICE	51

LISTA DE CUADROS

CUADRO	PAG.
1. Algunas características generales de la región semiárida de altura de México.	2
2. Características morfológicas de la variedad de maíz VS-201.	15
3. Algunas características morfológicas de la variedad de maíz Cafime.	16
4. Análisis de varianza del rendimiento del experimento en riego.	25
5. Análisis de varianza del rendimiento del experimento en sequía.	26
6. Medias de rendimiento y su significancia en el experimento de sequía.	27
7. Medias de rendimiento y su significancia en el experimento de riego.	29
8. Rendimiento y ganancias relativas de cuatro ciclos de selección familiar ensayados en condiciones de riego.	32
9. Rendimiento y ganancias relativas de cuatro ciclos de selección familiar ensayados bajo condiciones de sequía.	32
10. Rendimiento y ganancias relativas de	33

LISTA DE CUADROS

CUADRO	PAG.
cuatro ciclos de selección masal ensayados bajo condiciones de riego.	
11. Rendimiento y ganancias relativas de cuatro ciclos de selección masal ensayados bajo condiciones de sequía.	34
12. Ganancias promedio (4 ciclos) de los compuestos respecto a la variedad original (%).	34
13. Días a floración masculina de 4 ciclos de selección riego-sequía (R-S), masal y familiar ensayados en R-S.	36

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PAG.
1. Croquis de siembra de los experimentos de riego sequía.	18
2. Precipitación pluvial decenal registrada en los experimentos de riego-sequía.	20
3. Tendencia de la respuesta de cuatro ciclos de selección masal en riego-sequía (R-S) ensayados bajo R-S.	38
4. Tendencia de la respuesta de cuatro ciclos de selección familiar en riego-sequía (R-S) ensayados bajo R-S.	39
5. Tendencia de la respuesta de cuatro ciclos de selección masal y familiar en riego-sequía (R-S) ensayados en R-S.	40

I. INTRODUCCION

El cultivo de plantas en algunos lugares está limitado con frecuencia por factores meteorológicos como la sequía, el frío, el viento, etc., y por factores edáficos como sales solubles, mal drenaje y otros. Algunas de estas limitaciones son radicales y no permiten cultivar plantas, mientras que otras pueden corregirse en forma artificial para lograr el cultivo.

En la región semiárida de altura de México se siembran anualmente más de dos millones de hectáreas con diversas especies, ocupando los cultivos de temporal cerca del 90%, de lo cual a maíz corresponde un 50%.

El rendimiento medio de maíz en esta región es de unos 650 kg/ha, el cual en comparación con el promedio nacional, apenas representa el 50%. Las causas que en apariencia son responsables en mayor magnitud de los bajos rendimientos son: la escasa precipitación la cual oscila en general de 250 a 600 mm anuales, lo irregular del inicio de las lluvias y durante el ciclo del cultivo, la presencia de heladas tempranas, así como otras causas ecológicas, de cultivo y humanas que también influyen y que ayudan a explicar el por qué, año con año, además de los bajos rendimientos se pierden en promedio 21% del área sembrada con maíz por causa de la sequía,

CUADRO 1. ALGUNAS CARACTERISTICAS GENERALES
DE LA REGION SEMIARIDA DE ALTURA
EN MEXICO.

AREAS QUE ABARCA:	Zonas grandes de los estados de: Aguascalientes, Zacatecas, Durango, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Chihuahua y regiones pequeñas de Jalisco, Hidalgo y Nuevo León.
CLASIFICACION CLIMATICA (Köppen-García):	BS ₁ (W) que se define como: el más húmedo de los secos con lluvias en verano y temperatura media anual sobre 18°C.
ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR:	Entre 1700 m y 2200 m.
PRECIPITACIONES DURANTE EL CICLO VEGETATIVO:	Críticos 225 mm; medios 390 mm; buenos 500 mm (de junio a octubre).
PERIODO LIBRE DE HELADAS:	Crítico 90 días o menos; medio 110 días; bueno 130 días.
HECTAREAS SEMBRADAS ANUALMENTE CON MAIZ:	1.2 a 2.0 millones
USO DE SEMILLA MEJORADA DE MAIZ:	Entre 5 y 10%
USO DE FERTILIZANTES:	Entre 5 y 10%
USO DE HERBICIDAS:	Insignificante
PERDIDAS TOTALES DE MAIZ ATRIBUIDAS A SEQUIA:	21%

FUENTE: Subproyecto de investigación: "Metodología de Campo para seleccionar variedades de maíz resistentes a sequía" CIANOC-INIA-SARH-DURANGO. 1977.

el 3.4% por heladas y el 3.1% por otras causas (Cuadro 1).

Se considera que en las áreas más secas de la región semiárida de altura no debiera cultivarse maíz porque existe alto riesgo de no obtener cosecha y obtenerla muy baja, y sería además muy difícil generar variedades mejoradas que hicieran recomendable el cultivo; sin embargo, mediante un mejor aprovechamiento del agua de lluvia con algunas prácticas culturales y con el uso de variedades mejoradas, se ha encontrado que en el área con condiciones de precipitación regular o buena los rendimientos se han duplicado y en algunos casos las diferencias han sido más espectaculares. Se ha observado también que esas variedades mejoradas poseen mecanismos que les permiten resistir la sequía en mayor magnitud que otros maíces.

Los esfuerzos realizados hasta ahora por algunos programas de mejoramiento genético del INIA, CP. UAAAN, CIMMYT, etc., han demostrado que es posible mediante pruebas de laboratorio y/o de campo, lograr variedades que entre sus características incluyan la de tolerar la sequía más que las variedades usadas tradicionalmente y producir buenas cosechas.

Con el objeto de lograr obtener variedades mejoradas que las existentes para estas zonas, el INIA inició

un programa de mejoramiento genético en la variedad VS-201 para las regiones temporaleras de Durango en 1975. Ese programa consistió en la ejecución de una serie de metodologías de selección, de las cuales en el presente trabajo se hará referencia al método de "selección mazorca por surco modificada" propuesto por Lonquist (1964), contra el método "selección masal estratificada" propuesto por Gardner (1961). Ambas metodologías se desarrollaron bajo el esquema riego-sequia (Muñoz, 1973).

De acuerdo a la respuesta esperada (Falconer, 1970), con la selección mazorca por surco modificada debe obtenerse mayor ganancia por ciclo que con la selección masal estratificada, y ésta es la hipótesis de trabajo bajo la que se desarrolló la presente investigación.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

En 1957, año muy seco para México, Palacios (1959) observó que entre las líneas de maíz que estaban sometidas a condiciones de sequía, después de unos 45 días de no haber recibido agua de riego ni de lluvia existían algunas plantas que no habían muerto. Al regar estas líneas hubo una en particular (la Michoacán 21 compuesto 1-104) que no solamente reaccionó a la aplicación del agua, sino que comenzó a crecer nuevamente hasta alcanzar una altura de 2 m, después de lo cual espigó y jiloteó produciendo una cosecha más alta que las demás líneas. A este tipo de reacción a la sequía se le denominó "latencia".

Bucio (1963) determinó que los híbridos y variedades más productivas necesitan mayor cantidad de agua para su desarrollo, pero al mismo tiempo producen mayor cantidad de materia seca, de modo que cuando se compara la cantidad de materia seca producida con la cantidad de agua transpirada, resulta que los mejores híbridos y variedades tienen una eficiencia mayor.

Muñoz (1964) estudió la llamada línea latente de maíz en su comportamiento con respecto a la transpiración y a la apertura estomatal en comparación con otras dos líneas, concluyendo que la línea latente tiene un sistema estomatal más sensible que las líneas susceptibles a la sequía, pues cuando le empieza a faltar agua, sus estomas

se cierran más pronto que en las otras líneas, y por lo tanto su transpiración es menor. Estos resultados están de acuerdo con lo mencionado por Stoquer 1948 (citado por Brauer, 1969), quien indica que una mayor sensibilidad estomatal significa una resistencia moderada a la sequía por apertura temprana de los estomas y cierre previo a la pérdida de agua.

Muñoz (1973) hace un resumen de experiencias relacionadas con la problemática de la sequía; finaliza proponiendo algunas metodologías para lograr variedades resistentes, donde destacan los trabajos de invernadero para hacer selección de plántulas sometidas un período de tiempo determinado a punto de marchitamiento permanente, y la selección y evaluación de campo mediante lotes gemelos de riego-sequía, usando como principal criterio de selección el diferencial riego-sequía. Ese criterio consiste en considerar el rendimiento bajo riego como testigo en relación al de sequía, de tal forma que los genotipos que disminuyan más los rendimientos relativos se desecharán.

Castro (1975) indica que en aquellos sitios donde han de someterse genotipos a fuertes tensiones de humedad, el comportamiento de las variedades de maíz provenientes de una región dada correlacionan su producción al ser desarrolladas en lugares de altura sobre el nivel del mar semejantes, pero con diferentes grados de precipitación y variables de sitio.

Medina (1978) estudió la resistencia a sequía en arroz y trigo bajo el esquema riego-sequía. Concluye que en ambos cultivos la sequía abate el rendimiento según la etapa de desarrollo en que se aplique, que hay variación en la respuesta a la sequía entre genotipos, y que la mayor parte de las características estudiadas presentaron reducción en su expresión por efecto de la misma. En arroz, la floración para algunas variedades se adelantó y para otras se retrasó.

Castellón (1979), evaluando la respuesta de maíces de Valles altos a heladas y sequía bajo el esquema R-S (sequía de 38 días), encontró que el rendimiento de grano se redujo considerablemente por efecto de la sequía, reduciéndose también los componentes del mismo, como granos por mazorca y área foliar.

Wong (1979), al aplicar el esquema R-S (41 días de sequía a un grupo de genotipos de sorgo, encontró que los caracteres rendimiento económico, ahijamiento, número de granos por panoja y altura de planta mostraron mayor variabilidad al pasar de la condición de riego a la de sequía.

Muñoz (1980) define la resistencia de una variedad a la sequía como su capacidad para reducir menos su rendimiento en relación a otra en función de su potencial genético y de su diferencial R-S.

2.2. Selección masal

Wellhausen (1963) cita que la selección masal es

el método de mejoramiento más antiguo y simple. Este fue practicado por la población indígena de México y Centroamérica desde la domesticación de las plantas de maíz aproximadamente hace 7000 años, y mediante este procedimiento se desarrollaron un sinúmero de variedades con diferentes niveles de producción.

Gardner (1961) propuso la sublotificación o estratificación y la cosecha de plantas con competencia completa como criterio para obtener mayor ganancia mediante selección masal, al reducir con ello la componente ambiental del valor genotípico.

Angeles (1961) hizo una revisión y puntualizó los pasos a seguir para realizar la selección masal estratificada propuesta por Gardner (1961). Los pasos principales que presenta son:

1. Sembrar una población de 7500 plantas distribuidas en un cuarto de hectárea.
2. Dividir el lote en parcelas (estratificar) con el objeto de eliminar la variación ambiental que confiere la heterogeneidad del suelo.
3. Seleccionar sólo plantas con competencia completa, y de éstas desechar las dañadas por enfermedades o pájaros.
4. Pesar la producción de cada planta.
5. Aplicar una presión de selección del 5% sobre las plantas cosechadas.

6. Tomar de las mazorcas cosechadas tres mazas para igual número de compuestos, que sirvan uno para continuar la selección, otro para realizar el ensayo de rendimiento y el tercero como reserva.

A la fecha existen bastantes trabajos en los que se demuestran ganancias mediante la aplicación de la selección masal estratificada, casi todas para condiciones de humedad no tan limitantes como las de la región semi-árida de altura. A continuación se mencionan algunos de estos trabajos.

Sears (1965), aplicando selección masal durante tres ciclos sobre la variedad de maíz conocida como *Chalchicomula*, obtuvo un incremento promedio de rendimiento por ciclo de 8%; a la vez señala que hubo un incremento en la altura de planta y período a floración.

Lonnquist (1967), al aplicar selección masal escogiendo sólo una de las dos mazorcas de plantas cuaternas, logró en una variedad de polinización libre y en cinco ciclos de selección, un incremento de 6.28% por ciclo sobre la variedad original.

Hallauer y Sears (1968), seleccionando masalmente dos variedades de polinización abierta durante 5 y 6 ciclos, probándolos durante cuatro años, no encontraron incrementos significativos en los compuestos seleccionados.

Barrios (1970), utilizando dos variedades com-

puestas a las cuales aplicó selección masal, obtuvo incrementos de 11.2% y 9.7% en el rendimiento después de tres ciclos de selección.

Calzada (1970), en dos ciclos de selección masal practicados en la variedad Celaya II, no encontró incrementos significativos para el primer ciclo y en el segundo informa de un incremento de rendimiento sobre la variedad original de 2.84%.

Betancourt (1970), después de cuatro ciclos de selección masal sobre la variedad Tlacolula, obtuvo una ganancia en rendimiento de 10% por ciclo y señala que se observó un incremento en la duración del ciclo vegetativo y en el número de plantas con dos mazorcas.

Bonilla (1971), al evaluar la variedad México 208 y sus siete ciclos de selección masal, encontró un incremento promedio de 5.06% por ciclo. También hace notar que el número de tallos secundarios improductivos, el número de plantas con dos mazorcas en el tallo principal y el número de días a floración, se incrementaron al aumentar los ciclos de selección.

2.3. Selección familiar mazorca por surco modificada.

Lonnquist (1964) (citado por Gerón, 1972), propone una modificación al método de selección mazorca por surco. El método modificado propuesto señala como pasos esenciales:

1. Partir de 200 a 300 mazorcas como material inicial desgranándose cada una por separado.

2. Sembrarlas todas en varias localidades mazorcas por surco, incluyendo testigos todos los años.

3. En un lote aislado poner a todas las familias desepigándolas antes de la dehiscencia, utilizando como polinizador un compuesto de todas ellas.

4. En base al rendimiento promedio de todas las localidades seleccionar una quinta parte de las familias sobresalientes.

En el lote aislado y dentro de cada una de las familias escogidas, tomar las cinco mazorcas de mayor peso. Estas mazorcas formarán el material que se evaluará en la forma antes descrita en el siguiente ciclo.

Webel y Lonquist (1967) siguiendo el esquema propuesto por Lonquist (1964), partieron de 220 mazorcas y durante cuatro ciclos de selección obtuvieron un incremento promedio por ciclo de 9.44% con respecto de la variedad original. Señalan que de la ganancia total lograda, un 54% se debió a la selección entre familias y un 46% a la selección dentro de las familias. Comparando estos resultados con los obtenidos por Gardner (1961) con selección masal, en la cual obtuvo un incremento de 4% por ciclo, la selección mazorca por surco modificada fue más efectiva que la selección masal, aun-

que ésta comparación no sea muy válida por tratarse de trabajos independientes.

Paterniani (1967), utilizando el método modificado de mazorca por surco y partiendo de 227 mazorcas, encontró un incremento en rendimiento de 42% sobre la población parental con tres ciclos de selección, es decir, un promedio de 14% por ciclo.

Ripol (1969) llevó hasta cinco ciclos de selección mazorca por surco modificado a una población de maíz, encontrando que de la ganancia total un 70% se debió a la selección dentro de familias y el 30% restante a la selección entre las familias.

Existen muy pocas evidencias de las ventajas de aplicar la selección mazorca por surco modificada, no obstante, como lo indica Falconer (1970), teóricamente es el método más efectivo en la explotación de la varianza genética aditiva.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de trabajo

Los experimentos fueron establecidos en terrenos del Campo Agrícola Experimental Valle del Guadiana del INIA*, situado a los 24° de latitud Norte y 104° de longitud Oeste. La altitud es de 1889 msnm, la precipitación pluvial media es de 477 mm y la temperatura media anual es de 17.5°C (Cuadro 1 del apéndice).

3.2. Material genético

Se utilizaron compuesto derivados de la variedad VS-201 (Cuadro 2), los cuales se describen a continuación:

3.2.1. VS-201. Variedad sin selección.

3.2.2. Ciclos I al IV** de SMR. Compuestos formados por mazorcas de plantas sin cuateo y una de dos mazorcas de plan-

* Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

** Claves de los tipos de compuestos; en lo sucesivo, la presencia de estas claves tendrán el mismo significado:

C = ciclo

S = selección

M = masal

F = familiar

R = riego

S = sequía

P = prolificidad

T = total

tas cuateras seleccionadas. Se obtuvieron en condiciones de riego y con una presión de selección del 5%.

- 3.2.3. I al IV CSMS. Compuestos formados por mazorcas de plantas sin cuateo y una de dos mazorcas de plantas cuateras seleccionadas. Se obtuvieron en condiciones de sequía y con una presión de selección del 5%.
- 3.2.4. I al IV CSMPR. Compuestos formados por una de dos mazorcas de plantas cuateras obtenidas en el lote de riego y sin presión de selección.
- 3.2.5. I al III CSMPS. Compuestos formados por una de dos mazorcas de plantas cuateras obtenidas en el lote de sequía y sin presión de selección.
- 3.2.6. I y II CSMR 1%. Compuestos formados como en el punto 1 pero con 1% de presión de selección.
- 3.2.7. I y II CSMS 1%. Compuestos formados como en el punto 2 pero con 1% de presión de selección.
- 3.2.8. I al IV CSFR. Compuestos formados por

familias superiores en riego sin importar su comportamiento bajo sequía y con 5% de presión de selección.

CUADRO 2. CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LA VARIEDAD DE MAIZ VS-201.

Característica	Magnitud
Variedad obtenida por el INIA en 1963 a partir de la variedad CAFIME, la cual proviene de la raza Bolita.	
Altura de planta (m)	1.56
Altura de mazorca (cm)	69
No. de entrenudos	9.9
Diámetro de tallo (cm)	1.6
Días a floración masculina	59
Días a maduréz fisiológica	110
Longitud de mazorca (cm)	9
Diámetro de mazorca (cm)	3.8
No. de hileras en la mazorca	13.5
No. de granos/hilera	22.3
No. de granos/mazorca	301
Rendimiento semicomercial (kg/ha)	1500

3.2.9. I al IV CSFS. Compuestos formados por familias superiores en sequía sin importar su comportamiento bajo riego y con 5% de presión de selección.

- 3.2.10. I al IV CSFRS. Compuestos formados por familias superiores a la media general que lograron los menores valores del cociente rendimiento bajo riego dividido entre rendimiento bajo sequía (R/S).
- 3.2.11. I al III CSFRST. Compuestos que incluyeron las familias con menores valores del cociente R/S sin restricción de su rendimiento.
- 3.2.12. Compuestos formados con 4, 8 y 12 familias superiores en las selecciones FR, FRS, FRST, dando presiones de selección entre familias de 3.7, 7.4 y 11.1% respectivamente.
- 3.2.13. Dos ciclos de selección de la variedad mejoradas regional CAFIME (Cuadro 3).

CUADRO 3. ALGUNAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LA VARIEDAD SINTETICA DE MAIZ CAFIME.

Característica	Magnitud
Altura de planta	1.64 m
Altura de mazorca	70.7 cm
No. de entrenudos	11.6
Diámetro de tallo	1.6 cm
Días a floración masculina	58
Rendimiento semicomercial	1197 kg/ha

3.3. Métodos

Para la evaluación se implementaron dos experimentos en látice simple 7 x 7 duplicado, proporcionándole a uno los riegos necesarios para que no hubiera limitaciones por humedad, y al otro castigos de sequía que abarcaron el período de floración, con posteriores riegos de recuperación.

Los experimentos se establecieron el 29 de marzo, para lo cual se dio un riego de presiembra 10 días antes.

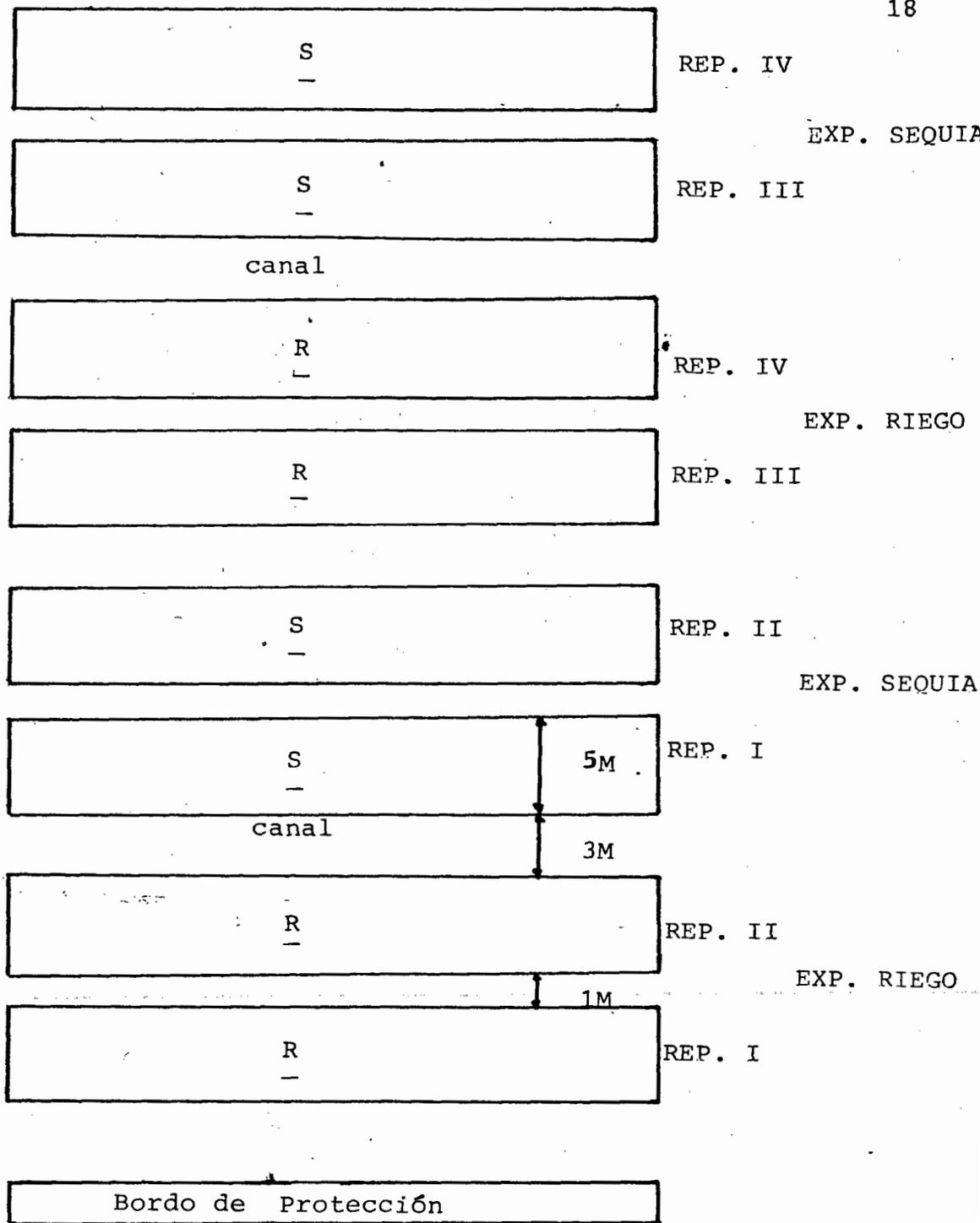
La parcela experimental constó de un surco de 4.50 m de largo y 0.81 m de ancho, con 15 plantas por parcela (Fig. 1).

Se fertilizó al momento de la escarda con la fórmula 40-40-00. Se deshirió a mano y se aplicó insecticida contra el ataque de "araña roja" *Oligonychus mexicanus* (Mc Gregor y Ortega) y contra "gusano cogollero" *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). El resto de labores culturales se desarrollaron en la forma convencional de la región.

3.3.1. Tratamientos de sequía

En ambos experimentos los primeros riegos de auxilio y el de presiembra fueron simultáneos.

En el experimento de riego se aplicaron los



R = riego S = sequía

Fig. 1. Croquis de siembra de los experimentos de riego-sequía.

riegos necesarios para que no faltara humedad aprovechable en el suelo, dándose un total de 5 riegos.

Después del segundo riego de auxilio se le suspendió el agua al experimento de sequía durante un período de 45 días, después de los cuales se le proporcionó nuevamente el agua.

Se establecieron los experimentos alternando dos repeticiones de riego y dos de sequía, preparando canales estratégicamente establecidos con el objeto de dar riegos a voluntad al par de repeticiones correspondientes.

Las lluvias se iniciaron el 5 de julio, lo que permitió proporcionar la sequía programada en la etapa de floración y llenado de grano; esta última etapa coincidió con la presencia de algunas lluvias esporádicas y de escaso volumen, lo cual no alteró el tratamiento de sequía que se pretendía dar (Fig. 2).

3.3.2. Toma de datos

Se tomaron notas que se consideró aportarían una información complementaria para inferir conclusiones.

Las notas tomadas son las que a continuación se detallan:

- Peso húmedo. Peso de todas las mazorcas cosechadas de la parcela correspondiente con una aproximación al décimo de gramo.

- % de materia seca (100 - % de humedad). Se

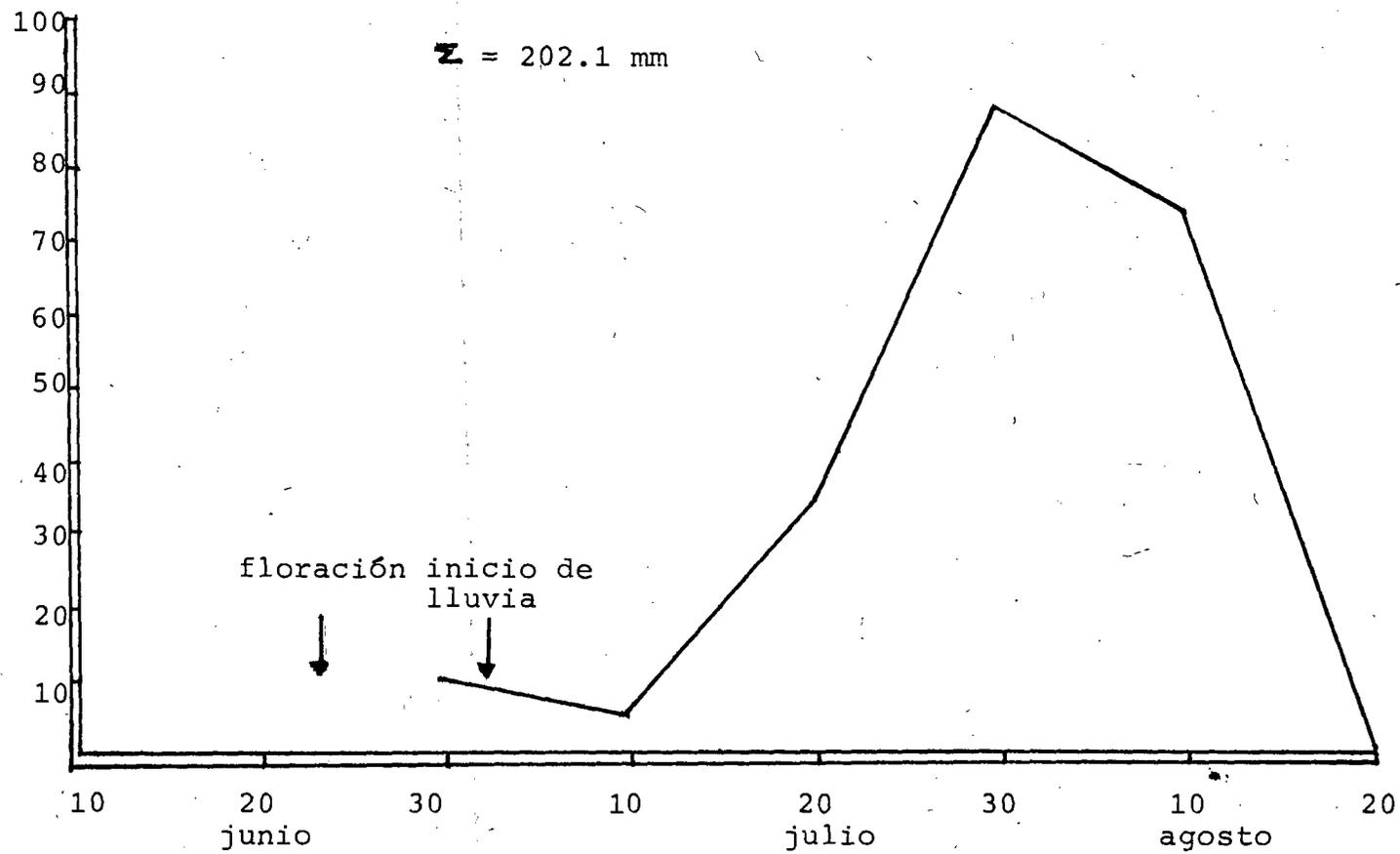


FIG. 2. PRECIPITACION PLUVIAL DECENAL REGISTRADA EN LOS EXPERIMENTOS DE RIEGO-SEQUIA.

desprendieron dos hileras de granos de diez mazorcas tomadas al azar del montón correspondiente a la parcela cosechada, se recibió la muestra de unos 200 gr en una bolsa de polietileno y se le anexó una etiqueta de identificación. El % de humedad se obtuvo en un determinador Steinlite.

- Número de plantas. Consistió en contar las plantas que había en cada parcela; esto se hizo para ver si era necesario hacer un análisis de covarianza.

- Días a floración. Estimados por apreciación visual en días de la siembra a la fecha en que se observaba aproximadamente un 50% de plantas en períodos de antesis.

- Cuateo. Se cuantificó en número de plantas con más de una mazorca.

- No. de mazorcas podridas, y/o dañadas. Conteo del número de mazorcas con más de un 10% de pudrición, de cada parcela.

3.4. Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos que fueron aplicados a este trabajo y los criterios de su aplicación fueron los siguientes:

- a) Análisis de varianza para la variable rendimiento.
- b) Comparación de medias de tratamientos me-

diante el estadístico DMS.

- c) Regresión lineal. Se hizo para los ciclos de selección con el objeto de observar la tendencia de la respuesta a la selección.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis de varianza

Los resultados obtenidos para rendimiento de grano al 12% de humedad se sometieron a análisis de varianza, los cuales se presentan en los Cuadros 4 y 5. Se observa en ambos cuadros diferencias significativas entre tratamientos para el experimento de riego y diferencias altamente significativas para el experimento de sequía, lo que indica diferencias entre el comportamiento de los compuestos.

Con el objeto de detectar posibles interacciones entre niveles de humedad y variedades, se vio la posibilidad de efectuar un análisis de varianza conjunto, para lo cual se tuvo que hacer previamente la prueba de la hipótesis de igualdad de varianza ($H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$) mediante la prueba de F:

$$f = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$$

Para los presentes resultados:

$$f = \frac{62301892}{28366696} = 2.20$$

Esta F al compararla con valores tabulados, se obtuvo una alta significancia al nivel de probabilidad del 1%, por lo cual se rechaza la H_0 , concluyendo que no hay homogeneidad de varianzas, y por lo tanto no procede el análisis conjunto.

4.2. Medias de rendimiento

En los Cuadros 6 y 7 de medias de rendimiento se observa en general que un gran número de tratamientos resultaron estadísticamente iguales, y más aún en el Cuadro 7. Esto posiblemente se explica por el bajo número de repeticiones de la prueba y porque los incrementos esperados por efecto de selección son bajos. Se obtuvo un coeficiente de variación alto (34%), como consecuencia probable entre otras causas de los castigos de sequía dados durante la etapa de floración. Esta magnitud de coeficiente de variación es similar a los obtenidos en experimentos comunes bajo temporal en Durango.

En los Cuadros 8 al 11, al agrupar promedios, se observa que los compuestos ensayados bajo riego no mostraron ganancias en comparación con la variedad original; en cambio, los ensayados bajo condiciones de sequía muestran ganancias que van de 41% a 69%. Los compuestos masales (Cuadros 10 y 11) al ensayarse bajo condiciones de riego rinden igual que la variedad original, mientras que en sequía rindieron de 24% a 68% más que la población original. Los compuestos seleccionados familiarmente, ensayados en riego, no mostraron diferencias con respecto a la variedad original pero en sequía

CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DEL EXPERI-
 MENTO EN RIEGO.

Factor de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Repeticiones	3	15130368.0000	5043456.0000	9.7142**
Bloques dentro de repeticio- nes	24	44138102.5715	1839087.6071	
Componente A	12	36618450.1919	3051537.5160	
Componente B	12	7519652.3796	626637.6983	
Tratamientos	48	40804864.0000	850101.3333	1.6374*
Error intrabloque	120	62301892.7714	519182.4397	
Error bloques completos	144	106439995.3430	739166.6343	
Total	195	162375220.7714	832693.4398	

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

C.V. = 21%

D.M.S. 0.05 = 998.62 kg/ha

CUADRO 5. ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DEL EXPERIMENTO DE SEQUIA.

Factor de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Repeticiones	3	84928256.00	28309418.67	119.76*
Bloques dentro de repeticiones	24	57815877.36	2408994.89	
Componente A	12	41654880.26	3471240.02	
Componente B	12	16160997.10	1346749.76	
Tratamientos	48	30752512.00	640677.33	2.71*
Error intrabloques	120	28366696.28	236289.14	
Error bloques completos	144	86182573.64	598490.09	
Total	195	201863336.	1035196.60	

** Significativos al 1% de probabilidad

C.V. = 33.9%

D.M.S -674 kg/ha

CUADRO 6. MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y SU SIGNIFICANCIA EN EL EXPERIMENTO DE SEQUIA.

Tratamiento	Rénd. kg/ha
IV CSFRS	2115*
IV CSFRS (12 FAMS)	2061*
IV CSFS (4 FAMS)	1987*
IV CSFRST (4 FAMS)	1901*
III CSFRS	1888*
III CSMPS	1743*
IV CSFS (8 FAMS)	1724*
I CSMR	1702*
IV CSFS	1601*
III CSMR	1668*
IV CSFRST	1657*
II CSFRST	1637*
II CSFRS	1625*
IV CSMS	1616*
II CSMPR	1597*
II CSFR	1596*
I CSMPS	1580*
I C SPR	1552*
IV CSFRST (12 FAMS)	1552*
IV CSMPR	1530*
IV CSMR	1523*
IV CSFRS (8 FAMS)	1516*
IV CSFS	1513*
I CSMPR	1463*
II CSMPS	1434
II CSMR	1404
CAFIME SM ₂	1395
IV CSFR (4 FAMS)	1342
II CSMS 1%	1325
CAFIME PRECOZ	1300
I CSMS 1%	1300
I CSFRS	1289

Tratamiento	Rend. kg/ha
II CSMR 1%	1233
IV CSFRS (4FAMS)	1231
II CSFR (12 FAMS)	1226
II CSMR 1%	1223
III CSFR	1182
I CSFS	1167
II CSFS	1166
II CSMS	1144
III CSFS	1138
IV CSFRST (8 FAMS)	1137
III CSMPR	1095
III CSFRST	1073
III CSMS	973
VS-201 ORIGINAL	943
I CSMS	933
IV CSFR	902
IV CSFR (8 FAMS)	824

C.V. = 34%

D.M.S. 0.05 = 674 kg/ha

* Tratamientos estadísticamente superiores al 5% de probabilidad.

CUADRO 7. MEDIAS DEL RENDIMIENTO Y SU SIGNIFICANCIA EN EL EXPERIMENTO DE RIEGO.

Tratamientos	Rend. kg/ha
II CSMR	4056 *
II CSFR	3959 *
IV CSFRST	3926 *
IV CSFS	2823 *
II CSFRS	3796 *
III CSMPR	3784 *
II CSMPR	3775 *
I CSMPS	3773 *
III CSMR	3769 *
III CSFRS	3744 *
IV CSFRS (8 FAMS)	3714 *
IV CSFR	3646 *
III CSFRST	3621 *
III CSMPS	3605 *
VS-201 ORIGINAL	3593 *
IV CSMR	3560 *
ICSFS	3541 *
IV CSFR (8 FAMS)	3521 *
III CSFS	3514 *
II CSMPS	3509 *
IV CSFRS (4 FAMS)	3497 *
I CSFRS	3489 *
III CSFR	3484 *
IV CSFS (4 FAMS)	3437 *
II CSMS	3434 *
II CSFRST	3434 *
I CSMPR	3432 *
IV CSFRS (8 FAMS)	3422 *
IV CSFR (12 FAMS)	3410 *
II CSFS	3371 *

Tratamiento	Rend. kg/ha
I CSFR	3344 *
IV CSFS (12 FAMS)	3336 *
IV CSFRST (12 FAMS)	3304 *
CAFIME SM ₂	3289 *
I CSMR	3230 *
IV CSFRS	3200 *
IV CSMPR	3169 *
I CSMS	3127 *
III CSMS	3122 *
IV CSFRST (4FAMS)	3088 *
IV CSFR (4 FAMS)	3073 *
II CSMS 1%	2936
IV CSMS	2917
IV CSFS (8 FAMS)	2842
CAFIME PRECOZ	2939
II CSMR 1%	2673
IV CSFRST (8 FAMS)	2596

C.V. = 21%

D.M.S. 0.05 = 998 kg/ha

* Tratamientos estadísticamente superiores al 5% de probabilidad.

se tuvieron incrementos que van del 42% al 69%. Lo anterior muestra que se están obteniendo ganancias para el caso que interesa, que es de sequía, y que tanto con selección masal como familiar, se pueden obtener ganancias comerciales.

El hecho que no se obtengan ganancias en las evaluaciones bajo riego puede deberse a que no se ha incrementado el potencial de la variedad original, el cual ha sido expresado bajo las buenas condiciones de cultivo, como lo menciona Muñoz (1973); en cambio, se ha incrementado el potencial para condiciones críticas.

A pesar de todo la falta de respuesta en riego y la alta respuesta en sequía, estos resultados no pueden considerarse concluyentes, ya que los resultados corresponden a un solo año de prueba y son relativamente pocas repeticiones; quizás con más años y repeticiones los resultados puedan cambiar.

En el Cuadro 12 se muestra la comparación promedio de las ganancias obtenidas con selección masal y con selección familiar; no obstante que no se trata de las mismas modalidades en ambos tipos de selección, puede observarse que en promedio ambas selecciones llevaron a las mismas ganancias (Cuadro 12); sin embargo, al observar dentro de ellas, con la modalidad de selec-

CUADRO 8. RENDIMIENTO Y GANANCIAS RELATIVAS DE CUATRO CICLOS DE SELECCION FAMILIAL ENSAYADOS EN CONDICIONES DE RIEGO.

	CSFR	CSFS	CSFRS	CSRST	ORIGINAL	\bar{X}	% SOBRE ORIGINAL
I	3344	3541	3489			3458	96.0
II	3959	3371	3796	3434		3640	101.0
III	3484	3514	3744	3621		3590	100.0
IV	3646	3823	3200	3926		3648	102.0
\bar{X}	3608	3562	3527	3660	3593		
% Sobre original							
	100.0	99.0	98.0	102.0	100.0		

CUADRO 9. RENDIMIENTO Y GANANCIAS RELATIVAS DE CUATRO CICLOS DE SELECCION FAMILIAL ENSAYADOS BAJO CONDICIONES DE SEQUIA.

	CSFR	CSFS	CSFRS	CSFRST	X ORIGINAL	% SOBRE ORIGINAL
I	1552	1167	1289		1336	142.0
II	1596	1226	1625	1637	1521	141.0
III		1138	1888	1073	1366	145.0
IV	902	1691	2115	1657		169.0
\bar{X}	1350	1305	1729	1455	943	
% SOBRE ORIGINAL						
	143.0	138.0	183.0	154.0	100.0	

CUADRO 10. RENDIMIENTO Y GANANCIAS RELATIVAS DE CUATRO CICLOS DE SELECCION MASAL ENSAYADOS BAJO CONDICIONES DE RIEGO.

	CSMR	CSMS	CSMPR	CSMPS	ORIGINAL	\bar{X}	% SOBRE ORIGINAL
I	3230	3127	3432	3773		3391	94.0
II	5056	3434	3775			3755	105.0
III	3760	3122	3784	3509		3543	99.0
IV	3560	2917	3169			3215	89.0
\bar{X}	3651	3150	3590	3641	3593		
% SOBRE ORIGINAL	102.0	88.0	99.0	101.0	100.0		

ción familiar riego-sequía (CSFRS) se logró la mayor ganancia, seguida de las masales bajo riego (CSMR) y para prolificidad bajo sequía (CSMPS).

Con lo anterior se confirma parcialmente la aseveración de que la selección masal es menos efectiva que la familiar combinada; aunque es aplicable la suposición hecha anteriormente de que posiblemente con más pruebas se modifiquen los resultados.

Así mismo, las condiciones limitantes de selección posiblemente no permitan seleccionar lo deseado porque ésto no alcanza a manifestarse apropiadamente.

CUADRO 11. RENDIMIENTO Y GANANCIAS RELATIVAS DE CUATRO CICLOS DE SELECCION MASAL ENSAYADOS BAJO CON-
DICIONES DE SEQUIA.

	CSMR	CSMS	CSMPR	CSMPS	X	ORIGINAL	% SOBRE O.
I	1702	933	1463	1580	1419		150.0
II	1404	1166	1597	1434	1400		148.0
III	1688	976	1182	1743	1396		148.0
IV	1523	1616	1530		1556		165.0
\bar{X}	1579	1172	1443		1585	943	
% Sobre original							
	167.0	124.0	153.0	168.0			100.0

CUADRO 12. GANANCIAS PROMEDIO (4 CICLOS) DE LOS COMPUESTOS RES-
PECTO A LA VARIEDAD ORIGINAL %.

Selección familiar		Selección masal	
CSFR	9.7	CSMR	16.9
CSFS	9.6	CSMS	6.06
CSFRS	20.8	CSMPR	13.06
CSFRST	13.6	CSMPS	17.08
\bar{X}	13.43	\bar{X}	13.41

4.3. Otras características

En general se observó que los demás caracteres medidos: cueteo, plantas "jorras" y mazorcas podridas no presentaron variación entre tratamientos, a excepción de la variable días a floración la cual presentó en general un pequeño retraso que se acentúa en los compuestos sometidos a condiciones de sequía, como puede verse en el Cuadro 13.

Esto quiere decir que paralelamente al rendimiento se va incrementando el ciclo vegetativo de la variedad, lo que es inconveniente para las condiciones para las que se requiere el maíz mejorado en el presente trabajo, en los que lo mejor son variedades precoces con resistencia a sequía.

4.4. Regresión

Al obtener las líneas de regresión de los compuestos a través de los ciclos de selección, se advierte una clara tendencia de los compuestos, bien sean masales o familiares, a responder en forma notable a la selección cuando fueron ensayados bajo condiciones de sequía.

En la Fig. 3 se observa la respuesta de los compuestos desarrollados masalmente, en donde los ensayados bajo condiciones de sequía responden a la selección, pero de los ensayados bajo riego, solo uno de los compuestos, el MR, responde levemente.

CUADRO 13. DIAS A FLORACION, MASCULINA DE 4 CICLOS DE SELECCION RIEGO-SEQUIA (R-S), MASAL Y FAMILIAL ENSAYADOS EN RIEGO Y EN SEQUIA.

	Días a floración	
	riego	sequía
<u>Selección familiar</u>		
VS-201 original	80.0	80.0
Ciclos I	80.0	82.75
II	80.75	82.25
III	80.5	82.50
IV	81.66	81.33
\bar{X}	80.72	82.20
<u>Selección masal</u>		
Ciclos I	81.75	82.75
II	81.75	83.50
III	82.25	84.75
IV	82.86	83.66
\bar{X}	82.10	83.66

En la Fig. 4 se muestra la respuesta de los compuestos seleccionados familiarmente; se observa que solamente al ser ensayados bajo sequía responden a este tipo de selección. El compuesto obtenido bajo condiciones de riego muestra una línea con coeficiente de regresión negativo; esto indica que a través de los ciclos de selección hubo detrimentos en rendimiento. En condiciones de riego el compuesto RST muestra buenos incrementos a través de los cuatro ciclos de selección.

Conjuntando todos los compuestos en dos grupos (Fig. 5), esto es: selección familiar versus selección masal sin considerar R-S, y utilizando promedios de rendimiento, la tendencia de respuesta permanece constante como se enunció anteriormente; ambos tipos de selección responden a los ciclos durante los que se mejoraron solamente al ser ensayados bajo condiciones de sequía. Según la regresión, con la selección masal bajo sequía se obtuvo 11.95% de ganancia por ciclo en el ensayo bajo sequía, y muy pequeña ganancia bajo riego.

En los cuadros 3 a 4 del apéndice se muestran las ecuaciones de regresión calculadas para cada modalidad de selección, y en el Cuadro 5 los valores de t para la prueba de significancia de los coeficientes de regresión, donde se observa en casi todos ellos ganancias significativas o altamente significativas.

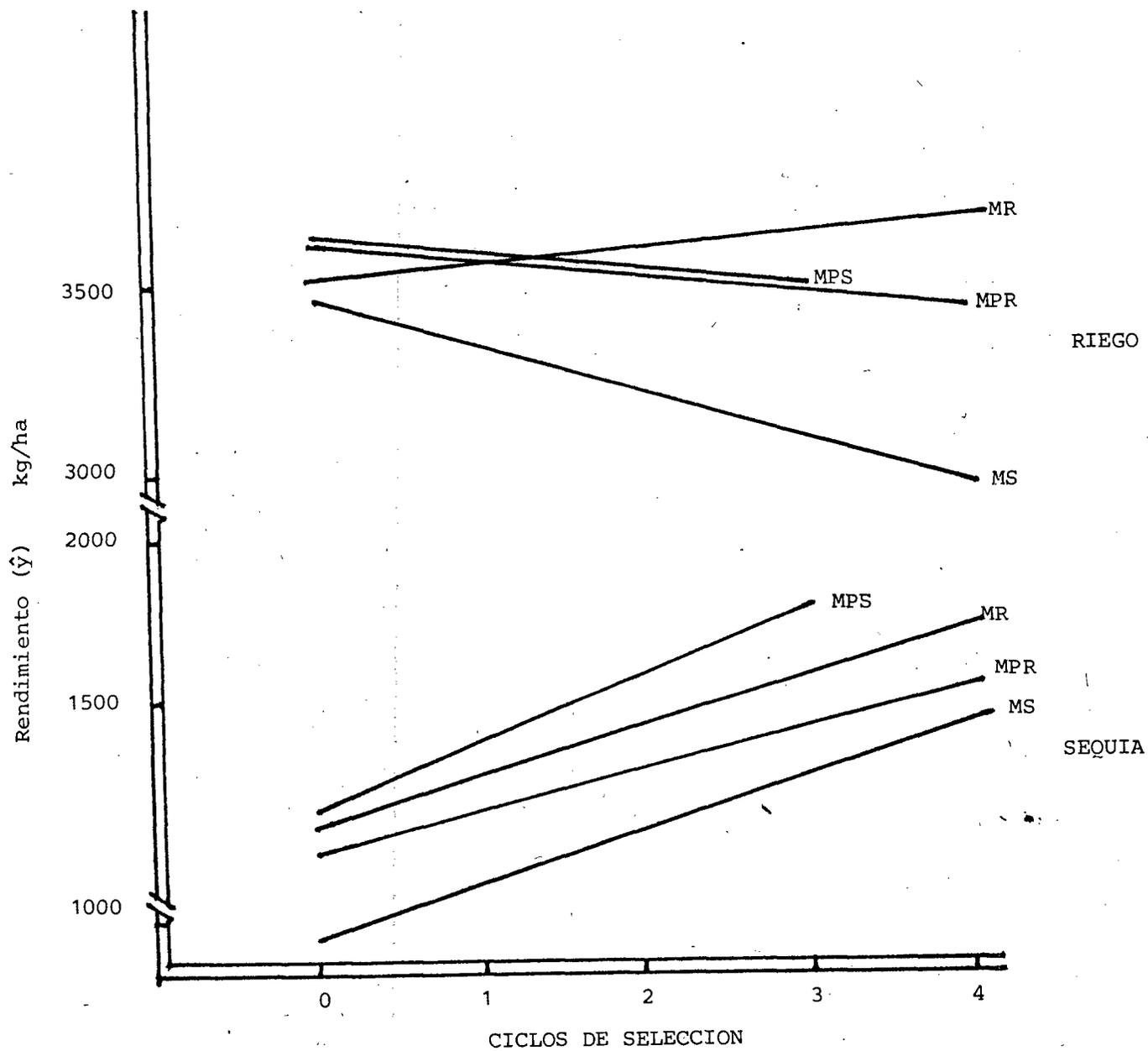


FIGURA 3. TENDENCIA DE LA RESPUESTA DE CUATRO CICLOS DE SELECCION MASAL EN RIEGO-SEQUIA (R-S) ENSAYADOS BAJO RIEGO-SEQUIA.

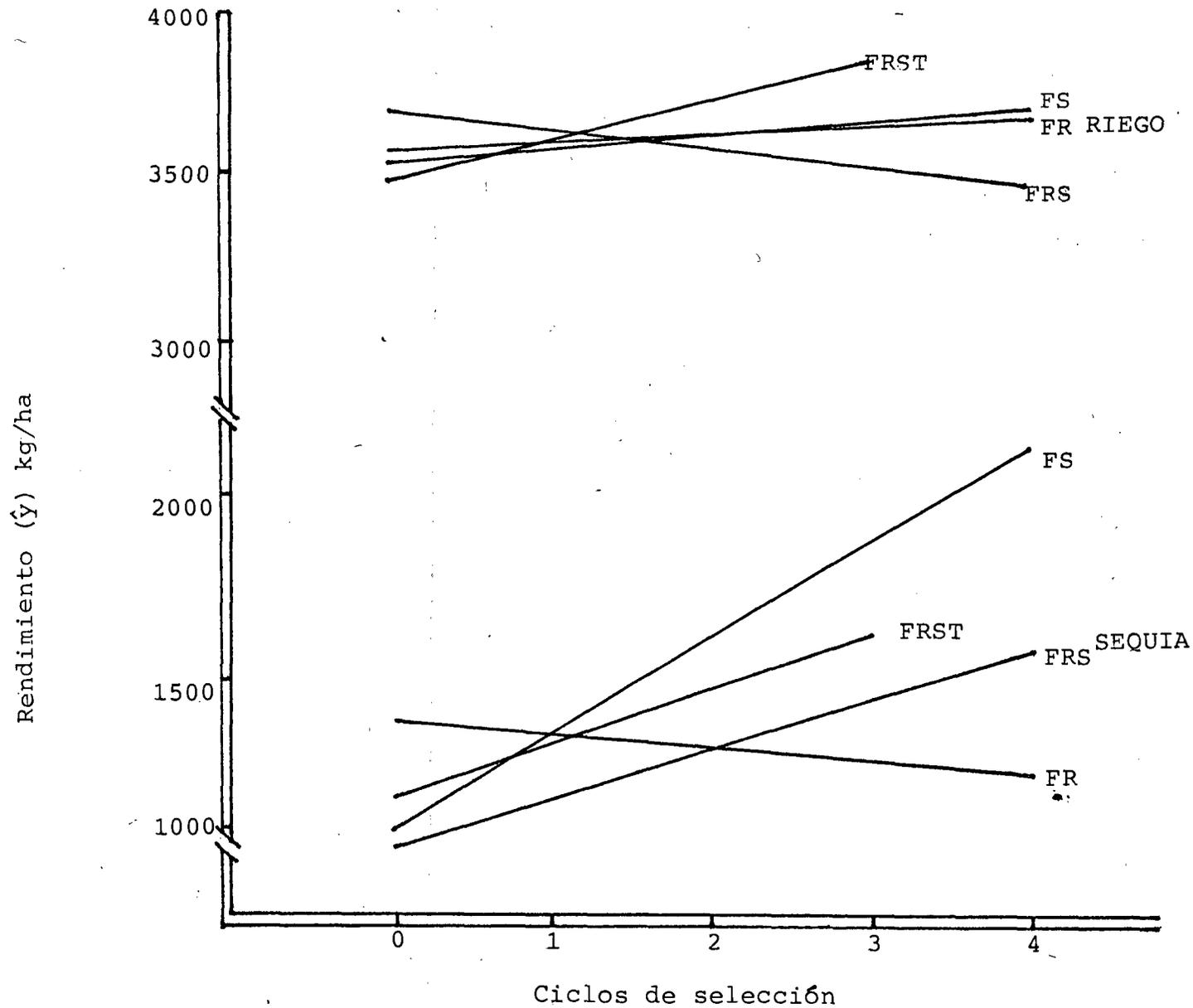


FIG. 4. TENDENCIA DE LA RESPUESTA DE CUATRO CICLOS DE SELECCION FAMILIAR EN RIEGO-SEQUIA (R-S) ENSAYADOS BAJO RIEGO Y SEQUIA.

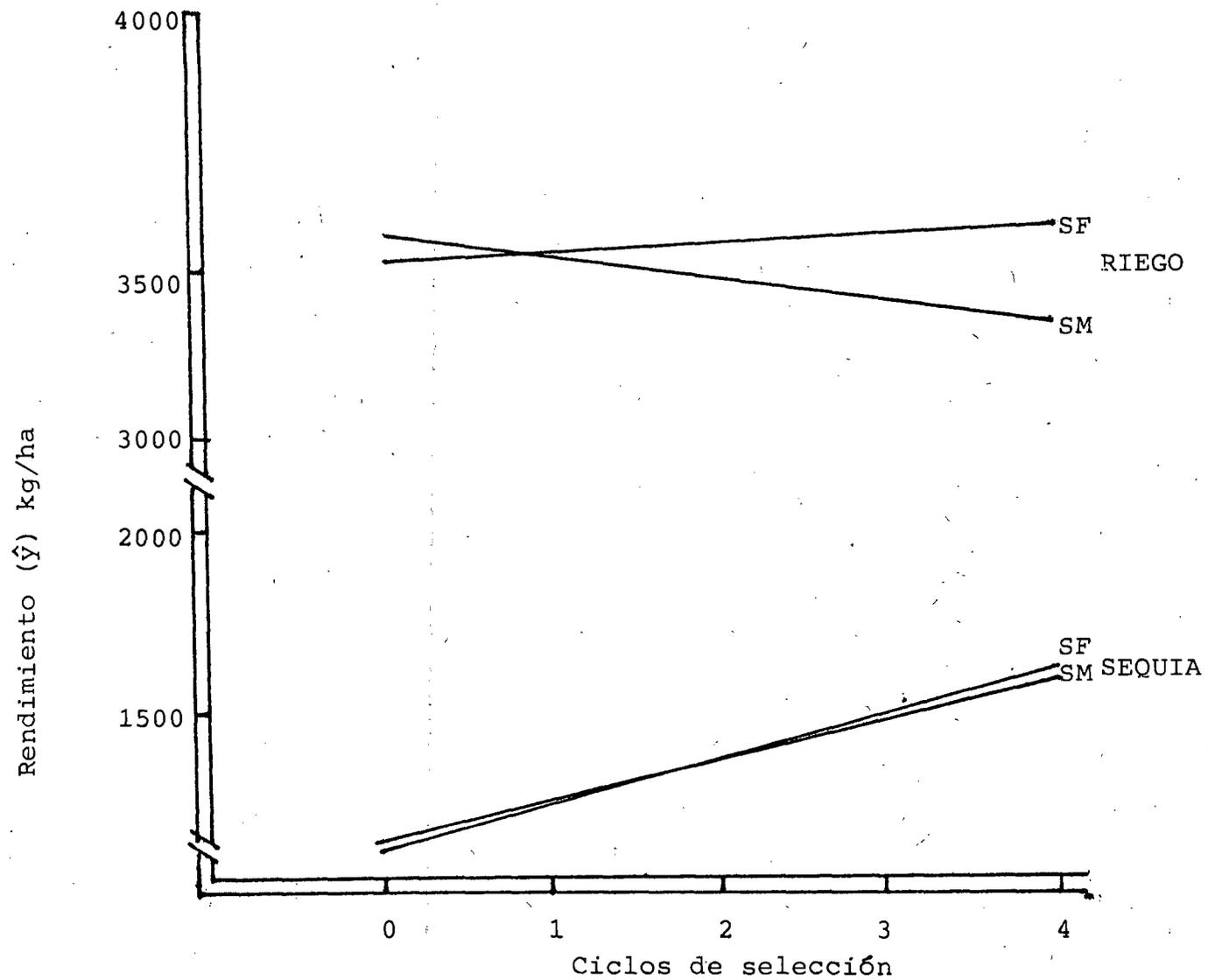


FIG. 5. TENDENCIA DE LA RESPUESTA DE CUATRO CICLOS DE SELECCION MASAL Y FAMILIAL EN RIEGO-SEQUIA (R-S) ENSAYADOS BAJO RIEGO Y SEQUIA.

V. CONCLUSIONES

Para las condiciones bajo las que se desarrolló el presente trabajo, y en apego a las hipótesis planteadas de que de acuerdo a las respuestas esperadas (Falconer, 1970), con la selección mazorca por surco modificada debe obtenerse mayor ganancia por ciclo que con la selección masal estratificada; en base a los resultados obtenidos puede concluirse lo siguiente:

1. En los cuatro ciclos de selección desarrollados bajo las dos modalidades de selección probados, no se detectó superioridad consistente ni entre ciclos ni entre modalidades.
2. Las ganancias promedio observadas en los compuestos formados tanto mediante selección masal como familiar son similares en el experimento sometido a condiciones limitantes de humedad.
3. Los compuestos masales y/o familiares al ensayarse bajo condiciones de riego rindieron igual que la variedad original.
4. Las ganancias promedio obtenidas en la selección familiar y en la masal son iguales, aunque la modalidad de selección familiar riego-sequía dio el mayor avance genético, seguida por la masal por prolificidad sequía y la masal riego.
5. Los ciclos de selección, sobre todo proba-

dos bajo sequía, mostraron en general 2 a 4 días más a floración que la variedad original. Esto se acentuó en la selección masal.

R E S U M E N

Algunas de las principales causas de los bajos promedios de rendimiento de maíz (650 kg/ha) en la región semiárida de altura de México son: la escasa precipitación, lo irregular del inicio de las lluvias y la presencia de heladas tempranas. Debido a estas causas el INIA inició en 1975 un programa de mejoramiento genético en maíz en Durango, mediante la ejecución de una serie de metodologías de selección, de las cuales en este trabajo se hará referencia al método de "selección mazorca por surco modificado" propuesto por Lonquist (1964), contra el método "selección masal estratificada" propuesto por Gardner (1961). Ambas metodologías se desarrollaron bajo el esquema riego-sequía (Muñoz, 1973). Estos esquemas de mejoramiento tuvieron como finalidad lograr variedades que entre sus características incluyan la de tolerar más la sequía que las variedades usadas tradicionalmente.

El presente trabajo fue realizado en terrenos y bajo los auspicios del Campo Agrícola Experimental Valle del Guadiana en Durango, con el objeto de observar en forma comparativa, las ventajas de las metodologías usadas.

Se evaluaron las variedades VS-201 y los siguientes compuestos de selección derivados de ésta: Ciclos I al IV de selección masal obtenida por rendimiento bajo condiciones de riego (CSMR) y de sequía (CSMS); Ciclos I al IV de selección masal por prolificidad bajo riego (CSMPR); Ciclos I al III de selección masal por prolificidad bajo sequía (CSMPS); Ciclos I al IV de selección familiar combinada tanto bajo riego (CSFR), como sequía (CSFS) y por el diferencial riego-sequía (CSFRS); Ciclos I al III de selección familiar, incluyendo sin restricción las familias con menores cocientes R/S (CSFRST); los compuestos formados con las mejores 4, 8 y 12 familias bajo riego, sequía, diferencial riego-sequía, y de menor coeficiente riego-sequía.

Para la evaluación se usaron experimentos gemelos bajo riego y bajo sequía, en látices simples duplicados 7 x 7. En el de riego se aseguró humedad aprovechable durante el ciclo, y en el de sequía se aplicó un castigo de 45 días de falta de agua que abarcó el período de floración.

Se realizaron análisis estadísticos de rendimiento y se ejecutaron regresiones entre los ciclos de selección y el rendimiento promedio de los compuesto, para determinar las tendencias de rendimiento. En base a los

resultados obtenidos pudo concluirse que en los cuatro ciclos de selección no se detectó superioridad consistente ni entre ciclos ni entre modalidades; los compuestos masales y/o familiares al ensayarse bajo riego rindieron igual que la variedad original, en cambio al ensayarse bajo sequía rindieron significativamente más que la variedad original; las ganancias obtenidas en la selección familiar y en la masal fueron en promedio iguales, salvo algunas diferencias entre los compuestos.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Angeles A., H. H. 1961. Comentarios sobre la selección masal en el pasado y sus posibilidades en los programas actuales de mejoramiento genético de maíz. 7a. Reunión Centroamericana. PCCMCA. Antigua, Guatemala.
2. Bucio A., L. 1963. Estudio del consumo y utilización del agua por las razas de maíz en estado de plántula. II Congreso Mexicano de Botánica, S.L.P.
3. Bonilla L., N. 1971. Modificaciones de la varianza fenotípica y cinco caracteres agronómicos de sus ciclos de selección masal en una variedad de maíz bajo diferentes niveles de nitrógeno y densidades. Tesis M.C. C.P. ENA Chapingo, Méx.
4. Barrios, A. 1970. Situación actual del programa de mejoramiento genético de maíz en el Altiplano Occidental de Guatemala. 16a. Reunión Centroamericana. PCCMCA. Antigua, Guatemala.
5. Brauer H., O. 1969. Fitogenética aplicada. Ed. Limusa. México. Pags. 155-161.
6. Betancourt V., A. 1970. Selección masal moderna e hibridación de una variedad de maíz en la

- región de Pabellón, Ags. Tesis Profesional. ENA. Chapingo, Méx.
7. Calzada J., J.J. 1970. Selección masal moderna para rendimiento en la variedad mejorada de maíz Celaya II. Tesis Profesional, ENA. Chapingo, Méx.
 8. Castellón O., J.J. 1979. Resistencia a heladas y sequía en maíces de la Mesa Central y la Sierra de Chihuahua. Tesis M.C. C.P. ENA Chapingo, Méx.
 9. Castro R., V. M. 1975. Determinación de localidades para la investigación de la resistencia a la sequía en plantas mediante la evaluación de genotipos de maíz. Tesis M.C. C.P. ENA Chapingo, Méx.
 10. Falconer, R. S. 1970. Introducción a la genética cuantitativa Ed. CECSA. México.
 11. Gardner, C. O. 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutron on yield corn. Crop Sci. 1: 241-245.
 12. Gerón X., F. 1972. Comparación de la Selección Masal y de la Selección Familiar para rendimiento en dos variedades de maíz. Tesis

M.C. C.P. ENA Chapingo, Méx.

13. Hallauer, R. Arnel and J.H. Sears. 1969. Mass selection for yield in two varieties of maize. *Crop Sci.* 9: 47-50.
14. Lonquist, H.H. 1964. A modification of ear-to-row procedure for the improvement of corn populations. *Crop Sci.* 4: 227-228.
15. Lonquist, J.H. 1967. Mass Selection for prolificacy in maize. *Zuchter/Genet. Bredd Res.* Vol. 37 Nr. 4.
16. Medina Ch., S. 1978. Interacciones variedad X riego-sequía en arroz y trigo. Tesis M.C. C.P. Chapingo, Méx.
17. Muñoz O., A. 1964. Observación de la transpiración y la apertura estomatal en tres líneas de maíz sometidas a sequía. Tesis profesional: ENA. Chapingo, Méx.
18. _____ 1973. Mejoramiento de la producción bajo sequía. Seminarios de otoño. C.P. ENA Chapingo, Méx.
19. _____ 1980. Notas del curso sobre resistencia a sequía. INIA CIANOC. (Mimeografiado). Durango, Dgo.

20. Palacios R., G. 1959. Variedades e híbridos de maíz "latentes" y tolerantes a la sequía y a las heladas. Méx. Agríc. 107: 38-39'
21. Paterniani, E. 1967. Selection among and within half-si families in a Brazilian population of maize (Zea mays L.) Crop Sci. 7: 212-215.
22. Ripol C., A. M. 1969. Efecto de la selección dentro de familias de medios hermanos en el método modificado mazorca por surco. Tesis profesional. ENA Chapingo, Méx.
23. Steel, R. G. and Torrie, J. H. 1960. Principles and procedures of statistics. ED. M.C. Grow-Hill, New York.
24. Webel, O.B. and J.H. Lonquist. 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection of corn (Zea mays L.) Crop Sci. 7: 651-655.
25. Wellhausen, J.E. 1963. Un nuevo enfoque a los viejos métodos de mejoramiento de maíz. San Salvador, El Salvador PCCMM 9: 63-66.
26. Wong R., R. 1979. Comportamiento de las caracte-

rísticas agronómicas, índices fisiológicos
y patrones de crecimiento de 50 genotipos
de sorgo bajo el esquema riego-sequía.

Tesis M.C. C.P. Chapingo, Méx.

VII APENDICE

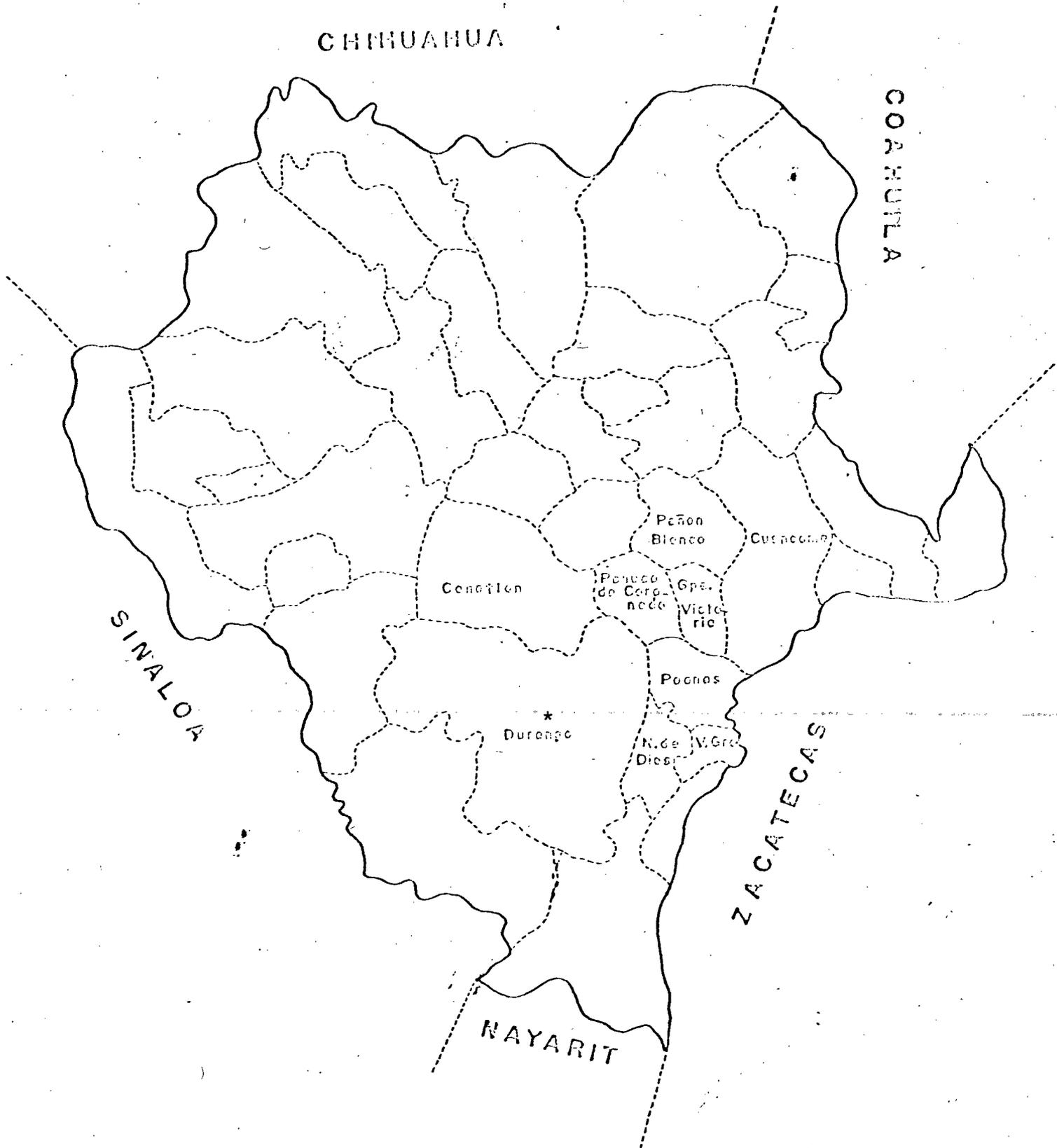


Fig. 1

CUADRO 1. PRINCIPALES CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL.

Características	Magnitud*
Altura en msnm	1889
Localización geográfica latitud Norte	24° 1'
longitud Oeste	104° 19'
Precipitación media anual (mm)	477.4
Precipitación de junio a octubre (mm)	365.2
Precipitación de junio a octubre en % del total	76.5
Precipitación año seco (mm)	275.2 (1962)
Precipitación año húmedo (mm)	725.8 (1976)
Temperatura media anual (°C)	17.0
Número promedio días con heladas	5.2
Número máximo días con heladas	38.0
Heladas máximo junio a octubre	2
Heladas promedio junio a octubre	0.10

* Promedios de 19 años (1961-1979)

Fuente: SARH-DURANGO.

CUADRO 2. MODELOS DE REGRESION PARA EL CARACTER RENDIMIENTO* DE LOS COMPUESTOS ENSAYADOS BAJO RIEGO.

Tipo de selección	Modelo
MR	$\hat{y} = 3500.6 + 46.4 c$
MS	$\hat{y} = 3645.7 - 135.7 c$
MPR	$\hat{y} = 3701.8 - 50.2 c$
MPS	$\hat{y} = 3725.0 - 51.6 c$
FR	$\hat{y} = 3531.4 + 24.6 c$
FS	$\hat{y} = 3458.5 + 43.3 c$
FRS	$\hat{y} = 3723.7 - 53.1 c$
FRST	$\hat{y} = 3347.0 + 118.6 c$

* \hat{y} = Rendimiento estimado (kg/ha)

c = Ciclos de selección

CUADRO 3. MODELOS DE REGRESION PARA EL CARACTER RENDIMIENTO* DE LOS COMPUESTOS ENSAYADOS BAJO SEQUIA.

Tipo de selección	Modelo
MR	$\hat{y} = 1108.2 + 114.6 c$
MS	$\hat{y} = 710.5 + 138.5 c$
MPR	$\hat{y} = 1075.1 + 89.3 c$
MPS	$\hat{y} = 861.6 + 225.4 c$
FR	$\hat{y} = 1370.6 - 45.2 c$
FS	$\hat{y} = 792.9 + 146.7 c$
FRS	$\hat{y} = 689.1 + 294.3 c$
FRST	$\hat{y} = 933.0 + 157.8 c$

* \hat{y} = Rendimiento estimado (kg/ha)

C = Ciclos de selección

CUADRO 4. MODELOS DE REGRESION PARA EL CARACTER RENDIMIENTO* DE LOS COMPUESTOS MASALES Y FAMILIALES.

tipo de ensayo	tipo de selección	Modelo
RIEGO	SM	$\hat{y} = 3667.84 - 60.209c$
	SF	$\hat{y} = 3512.82 + 24.425c$
SEQUIA	SM	$y = 982.043 + 120.341c$
	SF	$y = 956.82 + 129.325c$

*

\hat{y} = Rendimiento estimado (kg/ha)

c = Ciclos de selección

CUADRO 5. SIGNIFICANCIA ESTADISTICA DE LOS COEFICIENTES DE REGRESION.

Tipo de ensayo	Tipo de selección	Valor de t
IRIEGO	MR	2.75 N.S
	MS	14.71 **
	MPR	3.50 *
	MPS	3.47 N.S
	FR	1.88 *
	FS	4.14 *
	FRS	4.15 *
	FRST	6.12 *
	SM	6.47 **
SF	6.43 **	
SEQUIA	MR	7.89 **
	MS	12.64 **
	MPR	6.60 **
	MPS	8.59 *
	FR	2.44 N.S
	FS	16.75 **
	FRS	120.61**
	FRST	3.37 N.S
	SM	15.47 **
SF	15.27 **	

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

N.S. No significativo

Esta publicación se terminó de imprimir
el 26 de noviembre de 1980, en el taller
de impresión del CAEVAG.

PORTADA

Román Arámbula Hernández

IMPRESOR

José Delgado

ENCUADERNACION

Manuel Cervantes Romo