

Comparación de Dos Métodos de Selección Recurrente y Estimación  
de Parámetros de Estabilidad en Maíz (Zea mays L.)

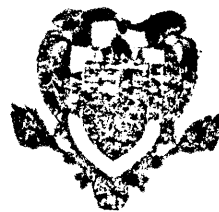
Ramón Artemio Castillo González

T e s i s

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Grado de:

Maestro en Ciencias

en la Especialidad de Fitomejoramiento Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

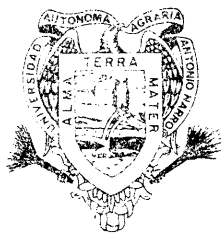
Universidad Autónoma Agraria

"Antonio Narro"

Programa de Graduados

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Enero de 1986




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

MAESTRO EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD DE FITOMEJORAMIENTO

COMITE PARTICULAR

Asesor Principal:

  
DR. ELEUTERIO LOPEZ PEREZ

Asesor:

  
M.C. FELIX DE JESUS SANCHEZ PEREZ

Asesor:

  
M.C. GUILLERMO AGUILAR CASTILLO

  
DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL  
SUBDIRECTOR DE ASUNTOS DE POSTGRADO

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. ENERO DE 1986

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por su apoyo institucional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo económico.

A los Maestros y Autoridades del Programa de Postgrado de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Al Dr. Eleuterio López Pérez por su ayuda desinteresada en la revisión y sugerencias de este trabajo.

Al M.C. Félix de Jesús Sánchez Pérez por sus valiosos consejos y su ayuda en la revisión de este trabajo.

Al M.C. Guillermo Aguilar Castillo por sus sugerencias y valiosas aportaciones en la realización de esta investigación.

A la Srta. Myrna Rojo Sotelo por su trabajo de mecanografía.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

ARTEMIO CASTILLO GONGORA  
ALICIA GONZALEZ TORRES  
CON CARÍÑO

A MI ESPOSA:

MENPHIS PRIEGO

A MIS HIJAS:

YANINE Y DENISSE

POR SU PACIENCIA Y COMPRENSION EN  
LOS MOMENTOS DIFICILES PARA LOGRAR  
UNA NUEVA META

COMPENDIO

Comparación de dos métodos de selección recurrente y estimación de parámetros de estabilidad en Maíz (*Zea mays* L.).

POR

RAMON A. CASTILLO GONZALEZ

MAESTRIA

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, ENERO 1986

Dr. Eleuterio López Pérez -Asesor-

Palabras claves: Maíz, selección recurrente, roza-tumba-quema, estabilidad.

En el presente trabajo se compararon las ganancias genéticas de dos ciclos de selección masal (SM) y dos ciclos de selección mazorca por surco modificada (SF). Además, se estimaron los parámetros de estabilidad para rendimiento de dichos ciclos, un testigo regional y la variedad criolla original bajo condiciones del sistema roza-tumba-quema en suelos pedregosos de seis localidades de la Península de Yucatán.

El análisis combinado indicó la presencia de diferencias altamente significativas para localidades y para la interacción variedad por localidad, así como diferencias significativas entre ciclos de selección. Las mayores ganancias genéticas fueron obtenidas por el primer y segundo ciclo de selección mazorca por surco modificada (SFC<sub>1</sub> y SFC<sub>2</sub>), con 15.8 y 14.4 por ciento, respectivamente. con respecto a la variedad original (Co).

El coeficiente de regresión combinado en seis localidades de evaluación fue negativo y no significativo para la selección masal ( $b=-4.54$ ), pero para la selección familiar fue positivo aunque no significativo ( $b=128.54$ ), por lo tanto, con la selección mazorca por surco modificada se incrementó el rendimiento 128.54 kg/ha por cada ciclo de selección, proporcionando este método una mayor respuesta sobre la selección masal en un período de tiempo corto. Esto fue debido a una mejor oportunidad al seleccionar entre medios de familias superiores con la selección mazorca por surco modificada, comparado con la selección de plantas individuales con la selección masal y para caracteres de baja heredabilidad como el rendimiento de grano.

Finalmente, el análisis de varianza de los parámetros de estabilidad para rendimiento, indicó diferencias significativas entre variedades, así como diferencias altamente significativas para la interacción variedad x localidad.

ABSTRACT

Comparison of two recurrent selection methods  
and estimation of stability parameters in corn  
(*Zea mays* L.)

By

RAMON A. CASTILLO GONZALEZ

MASTER'S DEGREE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JANUARY 1986.

PhD. Eleuterio López Pérez -Advisor-

Key words: Corn, recurrent selection, "roza-  
tumba-quema", stability.

In this work, genetic gain for two recurrent selection cycles of mass selection and modified ear-to-row were compared. Moreover, stability parameters for yield were estimated for the four cycles of selection, a regional and the original varieties under the "roza-tumba-quema" stress condition on six stony soils locations of the Yucatan Peninsula.

The combined analysis of variance indicated high and significant differences between location, varieties x locations and between cycles of selection the highest genetic gains were obtained for the first and second cycles of modified ear-to-row with 15.8 and 14.4 per cent respectively, in relation to the original variety.

The combined regression coefficient over six locations was negative and non significant for mass selection ( $b=-4.54$ ) but, for familial selection as modified ear-to-row was positive, although non significant ( $b=128.54$ ).

Thus, under modified ear-to-row selection we were able to increase yield by 128.54 kg/ha for each cycle of selection, given this method a greater response over mass selection in the short run. This was accomplished because of a better opportunity to select between family means with modified ear-to-row than between individual plants as is mass selection and for characters of low heritability values as yield.

The variance analysis of stability parameters for yield indicated significant differences among varieties and high and significant differences for the interaction of variety x location.



# INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS . . . . .	ix
INDICE DE FIGURAS . . . . .	xii
INTRODUCCION . . . . .	1
REVISION DE LITERATURA . . . . .	3
-SELECCION MASAL . . . . .	3
-CONSIDERACIONES SOBRE LA SELEC- CION MASAL . . . . .	3
-MODALIDADES DE LA SELECCION MA- SAL . . . . .	4
-RESULTADOS DE LA SELECCION MA- SAL . . . . .	5
-SELECCION MAZORCA POR SURCO MODIFICADA .	8
-VENTAJAS . . . . .	8
-RESULTADOS DE LA SELECCION MAZOR <u>CA</u> POR SURCO MODIFICADA . . . . .	9
-INTERACCION GENOTIPO AMBIENTE . . . . .	10
-PARAMETROS DE ESTABILIDAD . . . . .	11
MATERIALES Y METODOS . . . . .	14
-ECOLOGIA DEL AREA DE TRABAJO . . . . .	14
-CLIMA . . . . .	16
-MATERIAL GENETICO . . . . .	16
-METODOS DE MEJORAMIENTO PRACTICADOS . . .	17

	Página
-SELECCION MASAL . . . . .	18
-SELECCION MAZORCA POR SURCO MODI FICADA . . . . .	18
-EVALUACION DE LOS CICLOS DE SELECCION .	20
-METODOS DE CAMPO . . . . .	20
-CARACTERES ESTUDIADOS . . . . .	21
-ANALISIS ESTADISTICOS . . . . .	22
-ANALISIS DE REGRESION . . . . .	24
-PARAMETROS DE ESTABILIDAD . . . . .	24
RESULTADOS . . . . .	28
-ANALISIS DE VARIANZA . . . . .	28
-COMPARACION DE MEDIAS. . . . .	28
-ANALISIS COMBINADO . . . . .	37
-ANALISIS DE REGRESION . . . . .	39
-PARAMETROS DE ESTABILIDAD . . . . .	42
DISCUSION . . . . .	47
CONCLUSIONES . . . . .	58
RESUMEN . . . . .	59
LITERATURA CITADA . . . . .	62
APENDICE . . . . .	66

# INDICE DE CUADROS

		Página
3.1	ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO EN UN DISEÑO DE BLOQUES AL AZAR. . . . .	24
3.2	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD ( $\beta_i$ , $S^2d_i$ ) . . . . .	26
3.3	SITUACIONES POSIBLES DERIVADAS DE LOS VALORES GENERALES QUE PUEDEN TENER LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD. (TOMADO DE CARBALLO Y MARQUEZ, 1971). . . . .	27
4.1	CUADRADOS MEDIOS DE LOS ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha) DE DIFERENTES COMPUESTOS DE SELECCION MASAL Y SELECCION MAZORCA POR SURCO MODIFICADA EN LA VARIEDAD DE MAIZ CRIOLLO TIPO XNUCNAL, EVALUADOS EN DIFERENTES LOCALIDADES DE LA PENINSULA DE YUCATAN .	29
4.2	COMPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha) DE DIFERENTES CICLOS DE SELECCION MASAL (SM) Y SELECCION MAZORCA POR SURCO MODIFICADA (SF), EVALUADOS EN DIFERENTES LOCALIDADES EN 1983 y 1984 . . . . .	30
4.3	RENDIMIENTO MEDIO DE GRANO (kg/ha) Y PORCENTUALES POR LOCALIDAD Y GENERAL DE LOS DIFERENTES CICLOS DE SELECCION MASAL (SM) Y SELECCION MAZORCA POR SURCO MODIFICADA (SF) DE LA VARIEDAD	

	DE MAIZ CRIOLLO TIPO XNUCNAL, EVALUADOS EN 1983. . . . .	35
4.4	RENDIMIENTO MEDIO DE GRANO (kg/ha) Y PORCENTUALES POR LOCALIDAD Y GENERAL DE LOS DIFERENTES CICLOS DE SELECCION MASAL (SM) Y SELECCION MAZORCA POR SURCO MODIFICADA(SF) DE LA VARIEDAD DE MAIZ CRIOLLO TIPO XNUCNAL, EVALUADOS EN 1984 . . . . .	36
4.5	ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha) DE SEIS COMPUESTOS DE MAIZ EVALUADOS EN OCHO REPETICIONES Y SEIS LOCALIDADES DE LA PENINSULA DE YUCATAN . . . . .	38
4.6	COMPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha), COMBINANDO AÑOS Y LOCALIDADES, DE LOS CICLOS DE SELECCION EVALUADOS EN LA PENINSULA DE YUCATAN. . . . .	38
4.7	ANALISIS DE REGRESION LINEAL DEL CARACTER RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha) SOBRE DOS CICLOS DE SELECCION MASAL (SM) Y DOS CICLOS DE SELECCION MAZORCA POR SURCO MODIFICADA (SF) DE UNA VARIEDAD DE MAIZ CRIOLLO TIPO XNUCNAL EVALUADOS EN SEIS LOCALIDADES DE LA PENINSULA DE YUCATAN . . . . .	42
4.8	ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTABILIDAD DE LA VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha) DE SEIS COMPUESTOS DE MAIZ, EVALUADOS EN SEIS AMBIENTES DE LA PENINSULA DE YUCATAN. . . . .	43

4.9	MEDIAS DE RENDIMIENTO DE GRANO (kg/ha), COEFICIENTES DE REGRESION ( $\beta_i$ ) Y DESVIACIONES DE REGRESION ( $S^2_{di}$ ) DE DIFERENTES CICLOS DE SELECCION MASAL (SM) Y SELECCION MAZORCA POR SURCO MODIFICADA (SF) DE LA VARIEDAD DE MAIZ CRIOLLO TIPO XNUCNAL EVALUADOS EN SEIS AMBIENTES DE LA PENINSULA DE YUCATAN . . . . .	44
4.10	CLASIFICACION DE LOS COMPUESTOS DE SELECCION - SEGUN LOS VALORES DE SUS PARAMETROS DE ESTABILIDAD ( $\beta_i$ , $S^2_{di}$ ) Y SITUACIONES POSIBLES. . . .	45

# INDICE DE FIGURAS

	Página
3.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LOS EXPERIMENTOS . . .	15
4.1 RESPUESTA DE DOS CICLOS DE SELECCION MASAL COM- PARADOS CON LA POBLACION ORIGINAL (Co) EVALUA- DOS EN SEIS LOCALIDADES DE LA PENINSULA DE YUCA TAN. . . . .	32
4.2 RESPUESTA DE DOS CICLOS DE SELECCION MAZORCA POR SURCO MODIFICADA COMPARADOS CON LA POBLACION ORI GINAL (Co) EVALUADOS EN SEIS LOCALIDADES DE LA PENINSULA DE YUCATAN . . . . .	33
4.3 RESPUESTA GENETICA PROMEDIO OBSERVADA Y AJUSTADA POR REGRESION EN SEIS AMBIENTES DE PRUEBA, PARA RENDIMIENTO DE GRANO EN EL TERCERO Y CUARTO CI- CLO DE SELECCION MASAL MODIFICADA EN UNA VARIE- DAD DE MAIZ CRIOLLO TIPO XNUCNAL. . . . .	40
4.4 RESPUESTA GENETICA PROMEDIO OBSERVADA Y AJUSTADA POR REGRESION EN SEIS AMBIENTES DE PRUEBA, PARA RENDIMIENTO DE GRANO EN LOS DOS CICLOS DE SELEC- CION MAZORCA POR SURCO MODIFICADA EN UNA VARIE- DAD DE MAIZ CRIOLLO TIPO XNUCNAL. . . . .	41
4.5 RENDIMIENTOS MEDIOS PREDICHOS PARA CUATRO COMPUES TOS DE MAIZ COMPARADOS CON LA POBLACION ORIGINAL (Co), EVALUADOS EN SEIS AMBIENTES . . . . .	46

## INTRODUCCION

En la Península de Yucatán, aproximadamente el 75 - por ciento de la superficie cultivada con maíz se realiza - con la tecnología roza-tumba-quema (r-t-q), la cual ha sido la más apropiada para la explotación de los suelos pedregosos en esta región del Sureste de México. A este sistema de producción se le denomina "milpa" y se caracteriza por tener como eje al cultivo de maíz y una o más especies en asociación, donde son comunes el frijol <sup>1/</sup> y la calabaza.

Las variedades de maíz usadas son las criollas de - grano cristalino amarillo y blanco. Localmente, a estos maíces se les ha denominado con nombres mayas, refiriéndose al ciclo vegetativo de la variedad y ocasionalmente a algunas - características como la forma y el color del grano que con - frecuencia están muy relacionadas con el ciclo vegetativo.

En general, los maíces criollos tienen la ventaja de estar adaptados a las condiciones de clima, suelo y manejo del campesino, sin embargo, tienen como desventaja sus bajos rendimientos de grano.

El ambiente físico donde se desarrolla este sistema de producción también representa una desventaja, porque bajo

---

<sup>1/</sup> *Phaseolus lunatus* L.

esas condiciones se dificulta la selección de genotipos superiores, por consiguiente, definir la metodología de selección más apropiada para el mejoramiento genético de los maíces criollos locales se convierte en la decisión más importante que el fitomejorador debe tomar para maximizar la ganancia genética. Por lo anterior, en el Centro de Investigaciones Agrícolas de la Península de Yucatán se efectuó un estudio comparativo entre dos metodologías de selección recurrente cuyos objetivos fueron:

- 1.- Comparar la ganancia genética para rendimiento obtenida a través de dos metodologías de selección recurrente (masal y mazorca por surco modificada).
- 2.- Estimar diferentes parámetros de estabilidad para rendimiento de los diferentes ciclos de selección recurrente.



# REVISION DE LITERATURA

## Selección Masal

Angeles (1961) indicó que la selección masal es un método de selección recurrente que consiste en escoger un grupo de individuos de una población determinada, los cuales se cruzan entre sí libremente y en la descendencia se escoge nuevamente un grupo de individuos.

### Consideraciones sobre la Selección Masal

Sprague y Eberhart (1977) indicaron que la selección masal tuvo poco éxito para mejorar caracteres cuantitativos debido principalmente a tres causas: a) Efectos enmascaramientos del suelo que no permitieron seleccionar a los mejores genotipos; b) Polinización no controlada, de tal forma que las plantas seleccionadas fueron polinizadas por polen de plantas superiores e inferiores y c) Demasiada importancia a los caracteres morfológicos al hacer la selección.

Gardner (1961) tomó en cuenta estas deficiencias, propuso y utilizó la estratificación del lote de selección, así como la cosecha de plantas con competencia completa como una modificación a la metodología tradicional para reducir el componente del valor fenotípico generado principalmente, por la heterogeneidad del suelo.

Angeles (1961) y Hallauer y Miranda (1981) indicaron que para tener progresos en la selección masal, el factor principal es la presencia de variabilidad genética en la población a mejorar, pues ésta refleja el grado con que la progenie va a reproducir las características seleccionadas de los padres.

Poehlman (1979) indicó que la selección masal se basa en la selección fenotípica, con la finalidad de obtener una mayor frecuencia de genotipos sobresalientes dentro de la población.

Allard (1975) señaló que con la selección masal se incrementan las frecuencias génicas de caracteres fácilmente medibles y es posible desarrollar variedades de maíz que difieran en el color de grano, altura de planta, forma y posición de la mazorca, madurez, porcentaje de aceite y proteína.

#### Modalidades de la Selección Masal

Lonnquist (1967) citado por Estrada (1977) propuso el uso de la selección masal con la modalidad Convergente-Divergente, que consiste en sembrar en un lote central un compuesto balanceado del material de las subregiones que servirán para la divergencia, el cual se deja recombinar por lo menos una generación. La población resultante del lote central se divide en subpoblaciones de acuerdo al número de localidades de divergencia, las cuales se sembrarán en lotes aislados para aplicar selección masal. La presión de selec-

ción deberá ser igual para todas las localidades, a la cosecha se forma un compuesto balanceado por localidad para sembrarse de nuevo en el siguiente ciclo en el lote central. - La Convergencia-Divergencia constituye un ciclo de selección masal.

Lonnquist *et al* (1979) hicieron una modificación a la modalidad de selección Convergente-Divergente, consiste en que en cada divergencia, después del primer ciclo de selección, se excluyan en cada localidad los genotipos seleccionados en el ciclo anterior de divergencia, para cada una de las localidades, con lo cual se evita una selección unilateral hacia esos genotipos que posiblemente tengan una mejor adaptación para su localidad respectiva.

Márquez (1974) citado por Estrada (1977) sugirió la selección masal rotativa para contra-restar también los efectos de interacción genético-ambiental. Esta modalidad consiste en sembrar en una localidad un lote aislado para aplicar selección masal modificada y después pasar a otra localidad y aplicar la misma metodología que en la anterior y así sucesivamente, el material seleccionado en cada una de las localidades se evalúa en cada localidad.

### Resultados de la Selección Masal

Gardner (1961) después de cinco ciclos de selección masal para rendimiento donde aplicó las modificaciones que él mismo sugirió en la población de maíz Hays Golden, encontró

una ganancia promedio por generación de 3.93 por ciento, dada por la ecuación de regresión lineal.

Lonnquist *et al* (1966) en la misma población de maíz, después de seis ciclos de selección masal para rendimiento, encontraron un incremento de 12.7 por ciento con respecto a la variedad original. La semilla irradiada con neutrones térmicos reportó una ganancia de 10.8 por ciento con respecto a Hays Golden original.

Más tarde, Lonnquist (1967) reportó una ganancia de productividad por ciclo de selección masal para prolificidad de 6.28 por ciento, después de cinco ciclos de selección. En base a los resultados de Gardner (1961), este autor llegó a la conclusión de que cuatro generaciones de selección para prolificidad resultan igual a diez generaciones de selección para rendimiento en la misma población de maíz, con intensidades de selección de 10 y 5 por ciento para rendimiento y prolificidad, respectivamente.

Torregroza y Harpsted (1967) encontraron resultados similares para prolificidad, después de cinco ciclos de selección masal en una variedad de maíz de Colombia, los rendimientos fueron 14 por ciento más altos que en la población original y el número de mazorcas por planta se incrementó un 28 por ciento.

Hallauer y Sears (1969) después de seis y cinco ciclos de selección masal para rendimiento en las variedades

"Krug" y "Iowa Ideal" encontraron en base a un año de prueba, 3 por ciento de ganancia en Krug; un 5 por ciento de ganancia fue obtenida en Iowa Ideal después de tres ciclos de selección, sin embargo, en el quinto ciclo se observó una reducción en el rendimiento, en un primer año de prueba.

Mareck y Gardner (1979) evaluaron cuatro poblaciones de maíz obtenidas por selección masal de la población base Hays Golden, encontraron que la selección masal incrementó significativamente el rendimiento de grano 12-15 por ciento sobre el promedio. Concluyeron que 10 ciclos de selección para prolificidad fueron tan efectivos como 15 generaciones de selección para rendimiento.

Arboleda y Compton (1974) encontraron ganancias en rendimiento de 2.5 a 2.8 por ciento por ciclo de selección masal. Compton *et al* (1979), Mulamba *et al* (1983), Bell *et al* (1983) encontraron resultados similares en diferentes poblaciones de maíz.

Cortéz y Hallauer (1979) después de diez ciclos de selección masal para incrementar la longitud de mazorca en la población de maíz BSLE, encontraron un incremento de 0.32 cm por ciclo de selección.

Zuber *et al* (1971) después de diez generaciones de selección masal para resistencia a gusano elotero en las poblaciones de maíz sintético C y sintético S, encontraron una reducción del daño de 2.76 y 2.81 por ciento para cada sinté

tico, respectivamente.

### Selección mazorca por surco modificada

Lonquist (1964) propuso una modificación al método de selección mazorca por surco, desarrollado por Hopkins citado por Webel y Lonquist (1967), esta modificación consiste en evaluar primero a las familias de medios hermanos en tres localidades y en el lote aislado de desespigamiento sembrado el mismo año, practicar selección entre y dentro de familias, de esta forma se completa un ciclo de selección por año.

Posteriormente, Compton y Comstock (1976) propusieron que la selección mazorca por surco modificada se realice en dos estaciones de crecimiento, en la primera se practica selección entre familias y en la segunda se practica selección dentro de familias en un lote aislado, donde las hembras son las familias seleccionadas en la estación anterior y el macho es un compuesto balanceado de las mismas, de esta forma se duplica la respuesta en la selección entre familias.

### Ventajas

Lonquist (1965) indicó que la selección mazorca por surco modificada tiene ciertas ventajas sobre la selección masal, principalmente en que la primera permite la prueba de progenies, además, permite una medida constante directa del progreso de selección.

Paterniani (1967), Márquez (1980) y Hallauer y Miranda (1981) indicaron que la principal modificación al método de mazorca por surco, fue incluir ambientes adicionales para evaluar las familias de medios hermanos, ésto permite la estimación de la interacción genotipo-ambiente y poder combinar los resultados a través de ambientes para seleccionar las mejores familias a recombinar.

#### Resultados de la selección mazorca por surco modificada

Webel y Lonquist (1967) después de cuatro ciclos de selección mazorca por surco modificada para rendimiento en la variedad de maíz Hays Golden, encontraron una ganancia de 9.44 por ciento por ciclo de selección, con respecto a la variedad original.

Resultados similares del mismo estudio fueron reportados por Compton y Bahadur (1977), después de 10 ciclos de selección encontraron evidencias de curvilinearidad, parte de este comportamiento es el resultado de un cambio en los criterios de selección después del séptimo ciclo, pues a un mismo tiempo utilizaron un índice de selección que incluyó el acame de plantas y mazorcas caídas, en adición al rendimiento. Los autores pensaron que no se llegó a un tope y esperan más ganancias por la selección, además, la regresión lineal de ganancia estimada fue de 5.26 por ciento por ciclo de selección, la cual es apropiada.

Eberhart *et al* (1967) después de dos ciclos de selección mazorca por surco para rendimiento en las variedades Kitale II, Ecuador 573 y KCA sint-1, encontraron ganancias de 1.4, 4.4 y 1 por ciento por ciclo de selección comparado con el Co, respectivamente.

Posteriormente Darrah *et al* (1972) reportaron que después del cuarto ciclo de selección en las variedades Ecuador 573 y Kitale II, obtuvieron ganancias de 9.4 y 2 por ciento respectivamente.

Paterniani (1967) después de tres ciclos de selección mazorca por surco modificada para rendimiento en la variedad "Paulist Dent", encontró una ganancia de 13.6 por ciento por ciclo de selección, comparado con la variedad original.

Cortés (1981) reportó una ganancia de 4.6 y 6.2 por ciento en la selección hecha bajo riego y bajo el índice riego-sequía, respectivamente en el compuesto de maíz Calera-74, después del primer ciclo de selección mazorca por surco modificada para tolerancia a sequía.

#### Interacción genotipo ambiente

Allard y Bradshaw (1964) dividieron las variaciones del medio ambiente en predecibles e impredecibles: son predecibles todas aquellas características permanentes del medio ambiente e impredecibles todas las fluctuaciones en función -



del tiempo. Denominaron a una variedad como buena amortiguadora o con buena flexibilidad, cuando puede ajustar su condición genotípica y fenotípica en respuesta a condiciones transitorias del medio ambiente. Estos investigadores consideraron que una variedad que puede ajustar su estado fenotípico en respuesta a las fluctuaciones ambientales transitorias, puede considerarse como buena amortiguadora.

Márquez (1974) citado por Estrada (1977) indicó que el fenómeno de la interacción genotipo por medio ambiente es el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientes.

Sprague y Federer (1951) estimaron la magnitud relativa de los componentes de varianza en maíz, variedad por localidad y variedad por año, indicaron que las cruza dobles tienen una menor interacción que las cruza simples y que la existencia de interacciones es la causa de que se logren incrementos pequeños en el promedio de avance genético.

#### Parámetros de Estabilidad

Eberhart y Russell (1966) desarrollaron el modelo  $Y_{ij} = u_i + \beta_i I_j + S_{ij}$ , que define a los parámetros de estabilidad que pueden ser usados para describir el comportamiento de una variedad a través de una serie de ambientes. Los parámetros son  $\beta_i$  y  $S_{ij}$ , que son el coeficiente de regresión y la desviación de regresión, respectivamente,  $I_j$  es el indi

ce ambiental.

Rowe y Andrew (1964) determinaron la estabilidad fenotípica para líneas de maíz e híbridos, derivados a partir de ellos, observaron que las diferencias en estabilidad entre grupos genotípicos fueron asociados a diferencias en capacidad para explotar ambientes favorables.

Scott (1967) utilizó el método propuesto por Eberhart y Russell para determinar si la selección de líneas de maíz difiere en estabilidad de rendimiento cuando crecen en diferentes ambientes, encontró que la selección para estabilidad fue muy efectiva, lo cual sugiere que este carácter está bajo control genético. De acuerdo a las características ambientales en su región, el fitomejorador seleccionará el mejor tipo de estabilidad para su programa de mejoramiento.

Allard y Bradshaw (1964) señalaron que las interacciones genotipos por años, son particularmente interesantes por su aplicación al fitomejoramiento, estos investigadores concluyeron que la diversidad genética, ya sea por heterocigosis o por mezclas de diferentes genotipos, conducen a la estabilidad bajo condiciones de ambientes contrastantes.

Ron (1974) evaluó un grupo de maíces criollos en el Estado de Morelos, encontró que de acuerdo a los sitios donde se han cultivado maíces criollos, los valores van de acuerdo a las condiciones en que fueron desarrollados, lo que permite seleccionar el material más apropiado para un programa de me-

joramiento acorde a los diferentes ambientes.

Zepeda (1983) estimó los parámetros de estabilidad para rendimiento a un grupo de maíces criollos de la Península de Yucatán, encontró que los maíces con medias de rendimiento altos se adaptan a ambientes desfavorables en carácter de consistentes y los maíces que mostraron adaptabilidad a todos los ambientes presentaron un rendimiento intermedio.

Mass (1983) encontró resultados similares en variedades mejoradas de maíz, concluyó que los materiales consistentes pueden ser aprovechados en los programas de mejoramiento.

## MATERIALES Y METODOS

### Ecología del Area de Trabajo

Este estudio se realizó en la Península de Yucatán, ubicada entre los  $70^{\circ}50'$  y  $21^{\circ}35'$  de latitud norte y  $86^{\circ}43'$  y  $92^{\circ}25'$  de longitud oeste. Las localidades de los lotes de selección fueron:

- 1.- Muna
- 2.- Yaxkabá
- 3.- Peto
- 4.- Libre Unión
- 5.- Xocempich

Todas ellas en el Estado de Yucatán. Las localidades de evaluación se presentan en la Figura 3.1 y fueron:

- 1.- Campeche, Camp.
- 2.- Xocempich, Yuc.
- 3.- Tzucacab, Yuc.
- 4.- Libre Unión, Yuc.
- 5.- Tzucacab, Yuc.
- 6.- Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo.

Las tres primeras para el año 1983 y las tres últimas para 1984.

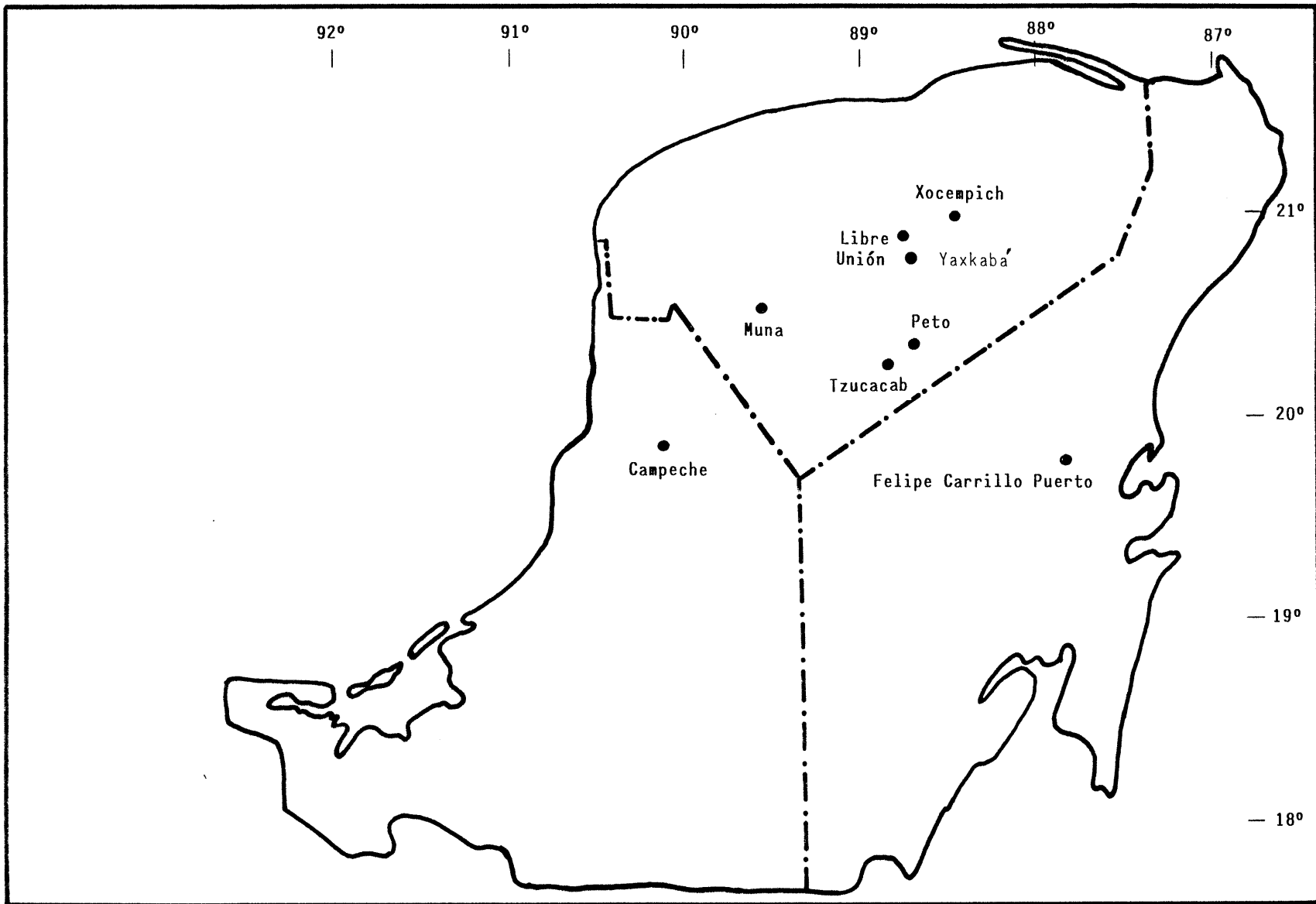


Figura 3.1 Localización geográfica de los experimentos.

## Clima

Según la clasificación de Koeppen, esta región comprende un clima sub-húmedo (AW) con lluvias en verano. García (1973) delimita el clima cálido sub-húmedo en tres subtipos que se presentan a continuación, en la localidad correspondiente:

LOCALIDAD	CLIMA	DESCRIPCION
Muna Libre Unión Tzucacab	AW <sub>0</sub>	Es el más seco de los cálidos sub-húmedos con régimen de lluvias en verano. Determina una vegetación clímax de selva mediana decidua.
Campeche Xocempich	AW <sub>1</sub>	Es intermedio entre el AW <sub>0</sub> y el AW <sub>2</sub> , con régimen de lluvias en verano, determina una vegetación clímax de selva alta o mediana subcaducifolia con abundante <i>Vitex gaumeri</i> .
Felipe Carrillo Puerto	AW <sub>2</sub>	Es el más húmedo de los cálidos sub-húmedos con régimen de lluvias en verano, condiciona una vegetación clímax de selva alta perennifolva.

Fuente: Miranda y Hernández (1963), adaptado por el autor de este trabajo.

### Material Genético

El material genético utilizado en este estudio es la

progenie de una variedad de maíz criollo tipo Xnucnal, co-  
 lectado en el municipio de Peto, Yucatán en 1978. Welhausen  
*et al* (1952) clasificaron al Xnucnal como una raza proveniente  
 de la raza Tuxpeño, las principales características del -  
 Xnucnal son las siguientes: altura de planta de tres metros  
 o más, mazorcas cilíndricas de tamaño medio a largo con granos  
 grandes y endospermo de dureza media a cristalina, flo-  
 rean aproximadamente a los 85 días.

#### Métodos de mejoramiento practicados

En 1979 se inició la selección para rendimiento, los  
 métodos de campo tuvieron la peculiaridad de llevarse a ca-  
 bo bajo condiciones del sistema de producción roza-tumba-quema  
 ma, en suelos pedregosos (litosoles), períodos de barbecho -  
 reducidos (6-8 años) y asociados con frijol ib de crecimiento  
 indeterminado y calabaza conocida regionalmente como -  
 Xnuck'cu'um, de ciclo tardío. Es importante aclarar que es-  
 tas dos especies se sembraron solamente para simular las condi  
 ciones del cultivo en el sistema de producción de esta área  
 ecológica y las observaciones se hicieron únicamente para el  
 maíz. Todas las siembras se efectuaron de acuerdo al padrón  
 de siembras del campesino yucateco, donde el maíz se sembró  
 a espeque con cuatro plantas por mata y una de frijol ib en  
 la misma mata, distanciado a un metro entre hileras y entre  
 matas, la calabaza se sembró a una planta por cada 10 m<sup>2</sup> aprox  
 imadamente, ésto representa una densidad de población de 40

mil, 10 mil y mil plantas por hectárea de maíz, frijol ib y calabaza, respectivamente.

### Selección masal

Este método corresponde a la selección masal modificada (Gardner, 1961) con la modalidad divergente-convergente, propuesta por Lonquist (1967) citado por Estrada (1977). La metodología aplicada fue la siguiente: en cada ciclo primavera-verano se sembraron dos lotes aislados para la selección, antes de la cosecha se estratificaron en 25 sublotes, cada uno de ellos formado por 10 hileras con 10 matas cada hilera, haciendo un total de 100 matas con cuatro plantas cada una en cada sublote, se identificaron las mejores 40 matas con competencia completa y a la cosecha se aplicó una presión de selección del 5 por ciento. La unidad de selección fue la mata con cuatro plantas. Posterior a la cosecha, se formaron compuestos balanceados por lote para su recombinación en el invierno, de esta forma obtuvimos un ciclo por año, con recombinación adicional. Esta selección se realizó de 1979 a 1982.

### Selección mazorca por surco modificada

Este método fue propuesto por Lonquist (1964). En este trabajo para el primer ciclo de selección partimos de 288 familias de medios hermanos (MH), para la selección entre



familias se utilizaron dos diseños látice simple 12 por 12, se estableció una repetición de cada diseño en cada una de las dos localidades. A la cosecha se seleccionaron las mejores 50 familias de medios hermanos en base a sus medias de rendimiento, por lo tanto, la intensidad de selección que se aplicó fue 17.36 por ciento.

Para la selección dentro de familias, se sembró un lote aislado con fecha ligeramente retrasada con respecto a los lotes de evaluación, con las 288 familias sembradas como hembras, mazorca por surco, las cuales se desespigaron poco antes de la floración para ser polinizadas por un compuesto balanceado formado con las mismas 288 familias de medios hermanos. A la cosecha se seleccionaron las mejores cinco plantas de cada una de las 50 familias selectas para formar 250 familias de medios hermanos e iniciar el segundo ciclo de selección, en este caso utilizamos un diseño látice simple duplicado 16 por 16, la selección entre familias se realizó en dos localidades diferentes en las cuales seleccionamos las mejores 50 familias por su media de rendimiento, la intensidad de selección aplicada fue de 20 por ciento. En el lote de desespigamiento sembrado de la misma forma que en el ciclo anterior, se seleccionaron las mejores cinco plantas dentro de familias selectas y obtuvimos de nuevo 250 familias de medios hermanos, la unidad de selección fue la familia. La selección se realizó en 1981 y 1982, obteniendo así dos ciclos de selección familiar; SFC<sub>1</sub> y SFC<sub>2</sub>, respectivamente.

## Evaluación de los ciclos de selección

Las características de las siembras y las condiciones de los lotes se dieron anteriormente. Los materiales evaluados fueron los siguientes:

- 1.- Co Población original
- 2.- SMC<sub>3</sub> Tercer ciclo de selección masal
- 3.- SMC<sub>4</sub> Cuarto ciclo de selección masal
- 4.- SFC<sub>1</sub> Primer ciclo de selección mazorca por surco modificada
- 5.- SFC<sub>2</sub> Segundo ciclo de selección mazorca por surco modificada
- 6.- Testigo Criollo regional

Estos materiales fueron evaluados durante 1983 en Campeche, Xocempich y Tzucacab y en las localidades de Libre Unión, Tzucacab y Felipe Carrillo Puerto durante 1984.

### Métodos de campo

En todas las evaluaciones se utilizaron diseños de bloques al azar con ocho repeticiones en cada localidad, la parcela experimental fue de 22 matas de cuatro plantas con distancias de un metro de separación por ambos lados. Se practicó la asociación con frijol ib y calabaza, de tal forma que la siembra fue representativa de acuerdo a la forma tradicional de la región. La fertilización fue óptima en ca-

da localidad, se aplicó el tratamiento 30-40-00 en forma localizada al momento de la siembra, el control de malezas se realizó con aplicaciones de Granoxone + 2, 4, D-Amina en forma preemergente al cultivo.

### Caracteres estudiados

Las variables estudiadas se presentan a continuación:  
Rendimiento de grano. Se cosechó el número total de plantas de la parcela útil. Posteriormente, las mazorcas se desgranaron y se ajustaron a un 12 por ciento de humedad, para finalmente expresar el rendimiento en kg/ha.

Días a floración masculina. Se expresó en número de días transcurridos de la siembra al 50 por ciento de anthesis en cada parcela.

Días a floración femenina. Se expresó en número de días transcurridos de la siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas de cada parcela tenían los estigmas receptivos.

Altura de planta. Se expresó en centímetros desde el nivel del suelo hasta la base de la espiga, este parámetro se tomó en una planta de altura promedio de cada parcela.

Altura de mazorca. Se expresó en centímetros desde el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la primera mazorca, este parámetro se tomó en una planta con mazorca de altura promedio en cada parcela.

Calificación de planta. Se utilizó una escala de 9.0 a 1.0 9.0 para la mejor (plantas sanas, libres de enfermedades)

y 1.0 para la peor, este parámetro se expresó en números enteros y se tomó en cada parcela.

Calificación de mazorca. Para calificar este carácter también se utilizó una escala de 9.0 a 1.0, 9.0 para las mejores mazorcas, es decir; bien formadas, grandes, sanas, sin granos podridos, y 1.0 para las peores, en cada parcela cosechada.

### Análisis Estadísticos

Se efectuaron análisis de varianza de los experimentos individuales, en diseños bloques al azar, así como el análisis combinado, bajo las siguientes hipótesis:

Ho:  $t_1 = t_2 = \dots = t_6$  . No hay diferencias entre tratamientos.

Ha: al menos algún tratamiento es diferente.

El modelo lineal para el análisis de varianza en cada localidad es el siguiente:

$$Y_{ij} = u + \beta_i + T_j + e_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, b \text{ repeticiones} \\ j = 1, 2, \dots, t \text{ tratamientos} \end{array}$$

donde:

$Y_{ij}$  = valor observado del j-ésimo tratamiento en la i-ésima repetición.

$u$  = media general del carácter medido

$\beta_i$  = efecto del i-ésimo bloque o repetición

$T_j$  = efecto del j-ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = error aleatorio

El método estadístico lineal para el análisis de varianza combinado es el siguiente:

$$Y_{ijk} = u + T_i + L_k + B_{jk} + TL_{(ik)} + E_{ijk}$$

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

$j = 1, 2, \dots, b$  repeticiones

$k = 1, 2, \dots, \ell$  localidades

donde:

$Y_{ijk}$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento dentro de la  $j$ -ésima repetición en la  $k$ -ésima localidad

$u$  = la media general

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo genotipo

$L_k$  = efecto de la  $k$ -ésima localidad

$B_{jk}$  = efecto de la  $j$ -ésima repetición dentro de la  $k$ -ésima localidad

$TL_{(ik)}$  = efecto de la interacción del  $i$ -ésimo genotipo en la  $k$ -ésima localidad

$E_{ijk}$  = error aleatorio

Para ambos modelos, las variedades y las localidades se consideraron como efectos aleatorios. En base a esto se presenta el análisis de varianza combinado en el Cuadro 3.1, estos análisis se hicieron para todas las características tomadas, sin embargo, en el presente trabajo se discutirán solamente la característica de rendimiento, por ser esta la variable principal de selección, para el resto de las características se presentan sus promedios en el apéndice.

Cuadro 3.1 Análisis de varianza combinado en un diseño de bloques al azar.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Esperanza de Cuadrados Medios
Localidades	$(\ell - 1)$		
Rep/Loc	$(r-1)\ell$		
Tratamientos	$(t-1)$	$CM_3$	$\sigma^2e + r\sigma^2_{TL} + r\ell\sigma^2_T$
Trat x Loc	$(t-1)(\ell-1)$	$CM_2$	$\sigma^2e + r\sigma^2_{TL}$
Error	$(r-1)(t-1)\ell$	$CM_1$	$\sigma^2e$

En todos los análisis de varianza se utilizó la prueba de F para decidir el rechazo o no de la hipótesis nula. Si el error para la interacción tratamiento por localidad fue  $CM_1$ , o si éste resulta significativo, pasará a ser el error para probar las diferencias entre tratamientos, de lo contrario se usará el  $CM_1$  como su error.

### Análisis de Regresión

La ganancia genética por ciclo de selección está expresada por el coeficiente de regresión de los rendimientos observados sobre el número de ciclos de selección. Los análisis de regresión se efectuaron para el promedio de rendimiento en las seis localidades de evaluación.

### Parámetros de estabilidad

Para describir el comportamiento de los diferentes

ciclos de selección en las diferentes localidades de evaluación se utilizó el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966), donde los parámetros de estabilidad son el coeficiente de regresión ( $\beta_i$ ) y las desviaciones de regresión ( $S^2_{di}$ ) de cada una de las variedades. El modelo es el siguiente:

$$Y_{ij} = u_i + \beta_i I_j + d_{ij}$$

donde:

$Y_{ij}$  = media varietal de la  $i$ -ésima variedad en el  $j$ -ésimo ambiente

$u_i$  = media de la  $i$ -ésima variedad sobre todos los ambientes

$\beta_i$  = coeficiente de regresión que mide la respuesta de la  $i$ -ésima variedad en diferentes ambientes

$I_j$  = índice ambiental

$d_{ij}$  = desviación de regresión de la  $i$ -ésima variedad en el  $j$ -ésimo ambiente

El análisis de varianza para los parámetros de estabilidad se presentan en el Cuadro 3.2.

Las hipótesis a probar en el análisis de parámetros de estabilidad son las siguientes:

a) Significancia de las diferencias entre medias varietales  $H_0 : V_1 = V_2 = \dots V_v$

la prueba de F es la siguiente:

$$F = CM_1 / CM_3$$

b) Hipótesis de que no hay diferencias genéticas entre variedades para su regresión sobre los índices ambientales  $H_0 : B_1 = B_2 = \dots B_n$

Cuadro 3.2 Análisis de varianza para la estimación de los parámetros de estabilidad ( $\beta_i, S^2d_i$ )

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio
Total	$nv-1$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - FC$	
Variedades (V)	$v-1$	$\frac{1}{n} \sum_i Y_{i.}^2 - FC$	$CM_1$
Ambiente (A)	$(v-1)(n-1)$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \sum_i Y_{i.}^2/n$	
Ambiente (lineal)	1	$\frac{1}{v} (\sum_j Y_{.j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
VxA (lineal)	$v-1$	$\sum_i \{ (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2 \} - SCA(\text{lin})$	$CM_2$
Desviaciones Ponderadas	$v(n-2)$	$\sum_i \sum_j d_{ij}^2$	$CM_3$
Variedad 1	$(n-2)$	$\{ \sum_j Y_{1j}^2 - \frac{(Y_{1.})^2}{n} \} - (\sum_j Y_{1j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
.	.	.	
.	.	.	
Variedad v	$(n-2)$	$\{ \sum_j Y_{vj}^2 - \frac{(Y_{v.})^2}{n} \} - (\sum_j Y_{vj} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Error ponderado	$n(r-1)(v-1)$		$CM_4$

la prueba de F es la siguiente:

$$F = CM_2 / CM_3$$

- c) La hipótesis nula ( $H_0$ ) de que el coeficiente de regresión para cada variedad no es diferente de la unidad.  $H_0: B_i = 1$ , para  $i=1, 2, \dots, v$  la cual se prueba mediante una prueba de t.

$$t = \frac{B_i - 1}{S_{b_i}} \quad \text{donde } S_{b_i} = Sd^2 i / \sum_j I_j^2$$

- d) Hipótesis donde las desviaciones de regresión son iguales a cero  $H_0: S^2 d_{i1} = S^2 d_{i2} = \dots = S^2 d_{in} = 0$

La prueba de F es la siguiente:

$$F = (\sum_j d_{ij}^2 / n - 2) / \text{Error ponderado.}$$



Para la interpretación de los parámetros de estabilidad, utilizamos la clasificación hecha por Carballo y Márquez (1971), en función de los diferentes valores que pueden tomar los coeficientes de regresión ( $\beta_i$ ) y las desviaciones de regresión ( $S^2 d_i$ ), (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3 Situaciones posibles derivadas de los valores generales que pueden tener los parámetros de estabilidad. (Tomado de Carballo y Márquez, 1971).

Situación	Coefficiente de regresión	Desviaciones de regresión	Descripción
a)	$B_{\lambda} = 1.0$	$S^2 d_{\lambda} = 0$	Variedad estable
b)	$B_{\lambda} = 1.0$	$S^2 d_{\lambda} > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes, inconsistente.
c)	$B_{\lambda} < 1.0$	$S^2 d_{\lambda} = 0$	Respuesta mejor en ambiente desfavorable, consistente.
d)	$B_{\lambda} < 1.0$	$S^2 d_{\lambda} > 0$	Respuesta mejor en ambiente desfavorable, inconsistente.
e)	$B_{\lambda} > 1.0$	$S^2 d_{\lambda} = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente.
f)	$B_{\lambda} > 1.0$	$S^2 d_{\lambda} > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes, e inconsistente

## RESULTADOS

### Análisis de Varianza

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios de los análisis de varianza por localidad para la variable rendimiento de grano. En las localidades de prueba sembradas en 1983, los análisis de varianza no detectaron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de 0.05 entre los tratamientos (ciclos de selección), mientras que en 1984 las diferencias fueron altamente significativas, en las tres localidades.

Con respecto a los coeficientes de variación, en las localidades de Campeche y Felipe Carrillo Puerto, parecen estar altos, sin embargo, se consideran aceptables para estas condiciones debido a la heterogeneidad que presentan los suelos pedregosos, en las otras localidades los coeficientes de variación fueron mejores (2.11, 18.7, 23.3 y 23.0 por ciento para las localidades de Xocempich, Tzucacab, Libre Unión y Tzucacab, respectivamente).

### Comparación de medias

La comparación de medias en el Cuadro 4.2 indica que

para 1983, las diferencias fueron únicamente numéricas. -  
Mientras que para 1984 encontramos los siguientes resultados:  
en la localidad de Libre Unión resultó superior en forma es-  
tadística la variedad SFC<sub>2</sub>, las demás variedades son iguales  
estadísticamente, excepto con el testigo, que fue el más ba-  
jo en rendimiento. Con respecto a la población original só-  
lo SFC<sub>1</sub> fue mejor en forma significativa.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios de los análisis de varianza pa-  
ra rendimiento de grano (kg/ha) de diferentes -  
compuestos de selección masal y selección mazorca  
por surco modificada en la variedad de maíz -  
criollo tipo Xnucnal, evaluados en diferentes lo-  
calidades de la Península de Yucatán.

F.V.	g.ℓ	1 9 8 3		
		Campeche	Xocempich	Tzucacab
Rep.	7	1573872.6	283859.91*	527893.76**
Trat.	5	589569.64	55320.8	263466.12
Error	35	642449.4	119113.49	143699.09
C.V.		31.6	21.1	18.7
Media		2537.07	1634.92	2027.56

F.V.	g.ℓ	1 9 8 4		
		Libre Unión	Tzucacab	Felipe Carrillo P.
Rep.	7	722607.02*	863889.35**	1098893.02**
Trat.	5	1949089.46**	518380.62**	597522.52**
Error	35	271254.81	123131.25	115888.12
C.V.		23.3	23.0	28.2
Media		2234.31	1524.86	1206.10

\*,\*\* Significativo y altamente significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente, en este y los siguientes Cuadros.

Cuadro 4.2 Comparación de medias de rendimiento de grano (kg/ha) de diferentes ciclos de selección masal (SM) y selección mazorca por surco modificada (SF), evaluados en diferentes localidades en 1983 y 1984.

		1	9	8	3		
Campeche		Xocempich				Tzucacab	
Variedad*	Media	Variedad*		Media		Variedad* Media	
SMC <sub>3</sub>	2796.30	SFC <sub>2</sub>	1738,25	SFC <sub>2</sub>	2235.05		
Testigo	2725.52	SMC <sub>3</sub>	1706.31	SMC <sub>3</sub>	2193.85		
SFC <sub>1</sub>	2669.91	Co	1645.68	SFC <sub>1</sub>	2074.43		
Co	2515.94	SFC <sub>1</sub>	1636.87	Co	2035.00		
SFC <sub>2</sub>	2471.00	SMC <sub>4</sub>	1563.43	Testigo	1821.11		
SMC <sub>4</sub>	2043.80	Testigo	1518.87	SMC <sub>4</sub>	1806.00		
		1	9	8	4		
Libre Unión		Tzucacab				Felipe Carrillo P.	
Variedad*	Media**	Variedad*		Media**		Variedad* Media**	
SFC <sub>1</sub>	3020.84 a	SFC <sub>2</sub>	1841.35 a	SFC <sub>2</sub>	1570.8 a		
SFC <sub>2</sub>	2404.05 b	SFC <sub>1</sub>	1740.07 ab	SMC <sub>3</sub>	1298.55ab		
SMC <sub>4</sub>	2378.36 b	SMC <sub>4</sub>	1648.77 abc	SFC <sub>1</sub>	1273.01ab		
SMC <sub>3</sub>	2071.41 bc	Co	1414.03 bcd	SMC <sub>4</sub>	1223.17ab		
Co	1970.90 bc	Testigo	1279.46 cd	Co	1136.43 bc		
Testigo	1560.43 c	SMC <sub>3</sub>	1225.82	dTestigo	734.63 c		

\* C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> (Ciclos de Selección), en este y los siguientes Cuadros.

\*\* Variedades con la misma letra son iguales estadísticamente al nivel 0.05 de probabilidad, según la prueba de Duncan.

En la localidad de Tzucacab resultaron diferentes en forma estadística y significativa las variedades SFC<sub>2</sub>, SFC<sub>1</sub> y SMC<sub>4</sub>, difieren en forma significativa Co, el Testigo y SMC<sub>3</sub>, donde esta última fue la más baja en cuanto a rendimiento de grano, sin embargo, con referencia a Co sólo es diferente estadísticamente y en forma significativa SFC<sub>2</sub> que fue la mejor en rendimiento.

Por último en la localidad de Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo, encontramos que las variedades SFC<sub>2</sub>, SMC<sub>3</sub>, SFC<sub>1</sub> y SMC<sub>4</sub> fueron diferentes en forma estadística y significativa a Co y el Testigo que fue el más bajo en cuanto a rendimiento, ahora bien, comparando con Co sólo es diferente SFC<sub>2</sub>, en forma estadística y significativa, igual que en la localidad anterior.

La Figura 4.1 indica en forma gráfica la respuesta obtenida por dos ciclos de selección masal (SMC<sub>3</sub> y SMC<sub>4</sub>) en cada una de las seis localidades de evaluación. Se observa que en la localidad 2 (Xocempich), las diferencias entre estos dos ciclos de selección masal y la población original son más pequeñas; además SMC<sub>3</sub> fue el mejor en la mayoría de las localidades de evaluación, excepto en las localidades 4 y 5 (Libre Unión y Tzucacab).

En la Figura 4.2 se observan diferencias marcadas entre SFC<sub>1</sub> y SFC<sub>2</sub> con respecto a la población original (Co) en la mayoría de las localidades, excepto en las localidades 1 y 2 que corresponden a Campeche y Xocempich, donde las dife-

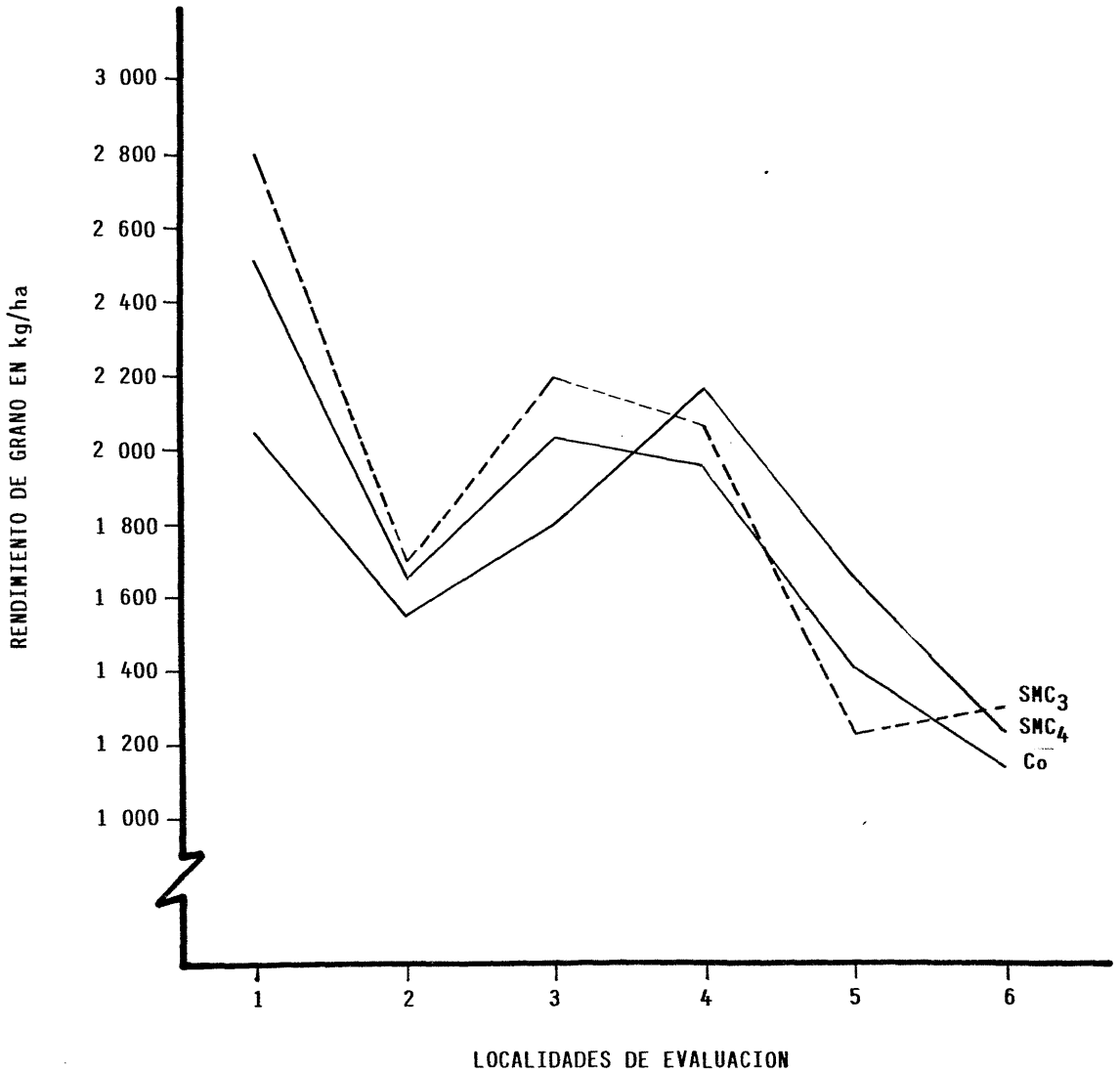


Figura 4.1 Respuesta de dos ciclos de selección masal comparados con la población original (Co) evaluados en seis localidades de la Península de Yucatán.

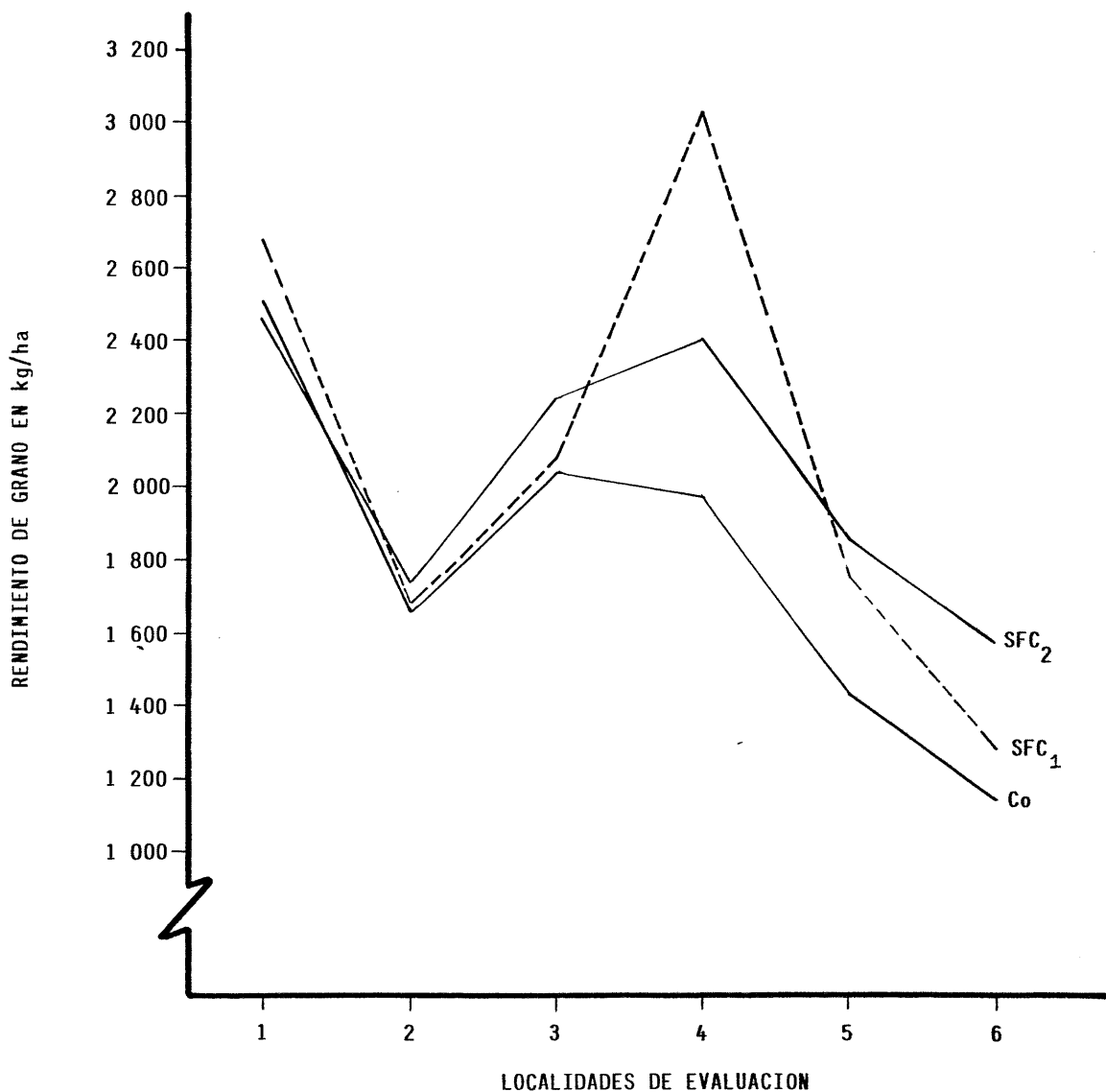


Figura 4.2 Respuesta de dos ciclos de selección mazorca por surco modificada comparados con la población original (Co) evaluados en seis localidades de la Península de Yucatán.

rencias en el comportamiento fueron más pequeñas. En esta figura se puede notar que la mejor localidad de evaluación fue Libre Unión y SFC<sub>1</sub> tuvo el mejor comportamiento.

En el Cuadro 4.3 tenemos las diferencias numéricas - de los ciclos de selección masal y familiar para 1983, expresadas en por ciento con respecto a Co. Se observa que en la localidad de Campeche fueron superiores SMC<sub>3</sub>, el Testigo y SFC<sub>1</sub> con respecto a Co, e inferiores a ésta SFC<sub>2</sub> y SMC<sub>4</sub>, las mayores ganancias reales fueron de SMC<sub>3</sub> con 11.1 por ciento, con respecto a la población original. Para la localidad de Xocempich fueron mejores SFC<sub>2</sub> y SMC<sub>3</sub> comparado con Co, e inferiores SFC<sub>1</sub>, SMC<sub>4</sub> y el Testigo. En la localidad de Tzucacab fueron mejores en rendimiento SFC<sub>2</sub>, SMC<sub>3</sub> y SFC<sub>1</sub> e inferiores el Testigo y SMC<sub>4</sub>, comparados con el Co. El promedio general nos indica que fueron mejores SMC<sub>3</sub>, SFC<sub>2</sub> y SFC<sub>1</sub> con respecto a Co, con ganancias reales de 8, 4 y 3 por ciento, respectivamente, solo resultó inferior al testigo y SMC<sub>4</sub>. El comportamiento de SMC<sub>3</sub> fue superior a Co en las tres localidades y el de SMC<sub>4</sub> fue inferior a Co en las tres localidades.

En el Cuadro 4.4 se observan las diferencias por localidad y el promedio general para 1984. En la localidad de Libre Unión todos los ciclos de selección fueron superiores a la población original, con ganancias de 53.3 por ciento por SFC<sub>1</sub>, 21.9 por ciento para SFC<sub>2</sub>, 20.6 por ciento para SMC<sub>4</sub> y 5.1 por ciento para SMC<sub>3</sub>, esta fue la localidad donde



Cuadro 4.3 Rendimiento medio de grano (kg/ha) y porcentuales por localidad y general de los diferentes ciclos de selección masal (SM) y selección mazorca por surco modificada (SF) de la variedad de maíz criollo tipo Xnucnal, evaluados en 1983.

Variedad	Campeche		Variedad	Xocempich	
	Media	Ganancia*		Media	Ganancia*
SMC <sub>3</sub>	2796.3	111.1	SFC <sub>2</sub>	1738.2	105.6
Testigo	2725.5	108.3	SMC <sub>3</sub>	1706.3	103.7
SFC <sub>1</sub>	2669.9	106.1	Co	1645.7	100.0
Co	2515.9	100.0	SFC <sub>1</sub>	1636.9	99.5
SFC <sub>2</sub>	2471.0	98.2	SMC <sub>4</sub>	1563.4	95.0
SMC <sub>4</sub>	2043.8	81.2	Testigo	1518.9	92.3

Variedad	Tzucacab		Variedad	Promedio General	
	Media	Ganancia*		Media	Ganancia*
SFC <sub>2</sub>	2235.0	109.8	SMC <sub>3</sub>	2232.1	108.0
SMC <sub>3</sub>	2193.8	107.8	SFC <sub>2</sub>	2148.0	104.0
SFC <sub>1</sub>	2074.4	101.9	SFC <sub>1</sub>	2127.0	103.0
Co	2035.0	100.0	Co	2065.5	100.0
Testigo	1821.1	89.5	Testigo	2021.8	97.9
SMC <sub>4</sub>	1806.0	88.7	SMC <sub>4</sub>	1804.4	87.3

\* Ganancia promedio expresada en porciento sobre la población original.

Cuadro 4.4 Rendimiento medio de grano (kg/ha) y porcentuales por localidad y general de los diferentes ciclos de selección masal (SM) y selección mazorca por surco modificada (SF) de la variedad de maíz criollo tipo Xnucnal, evaluados en 1984.

Libre Unión			Tzucacab		
Variedad	Media	Ganancia*	Variedad	Media	Ganancia*
SFC <sub>1</sub>	3028.8	153.3	SFC <sub>2</sub>	1841.3	130.2
SFC <sub>2</sub>	2404.1	121.9	SFC <sub>1</sub>	1740.1	123.0
SMC <sub>4</sub>	2378.2	120.6	SMC <sub>4</sub>	1648.8	116.6
SMC <sub>3</sub>	2071.4	105.1	Co	1414.0	100.0
Co	1970.9	100.0	Testigo	1279.5	90.5
Testigo	1560.4	79.1	SMC <sub>3</sub>	1225.4	86.6

Felipe Carrillo Puerto			Promedio General		
Variedad	Media	Ganancia*	Variedad	Media	Ganancia*
SFC <sub>2</sub>	1570.8	138.2	SFC <sub>1</sub>	2011.3	133.4
SMC <sub>3</sub>	1298.5	114.2	SFC <sub>2</sub>	1938.7	128.6
SFC <sub>1</sub>	1273.0	112.0	SMC <sub>4</sub>	1750.0	116.1
SMC <sub>4</sub>	1223.2	107.6	SMC <sub>3</sub>	1531.7	101.6
Co	1136.4	100.0	Co	1507.1	100.0
Testigo	734.6	64.6	Testigo	1191.5	79.0

\* Ganancia promedio expresada en porciento sobre la población original.

se observaron las ganancias más grandes. En la localidad de Tzucacab, solamente SMC<sub>3</sub> fue inferior a Co en rendimiento, - los demás ciclos de selección fueron mejores que Co con ganancias de 30,2 por ciento para SFC<sub>2</sub>, 23,0 por ciento para SFC<sub>1</sub> y 16,6 por ciento para SMC<sub>4</sub>. En la localidad de Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo, todos los ciclos de selección también fueron mejores que Co, con ganancias de 38,2 por ciento para SFC<sub>2</sub>, 14,2 por ciento para SMC<sub>3</sub>, 12 por ciento para SFC<sub>1</sub> y 7,6 por ciento para SMC<sub>4</sub>. Finalmente, el promedio general indica que todos los ciclos de selección fueron mejores que la población original con ganancias de 33,4 por ciento para SFC<sub>1</sub>, 28,6 por ciento para SFC<sub>2</sub>, 16,1 por ciento para SMC<sub>4</sub> y 1,6 por ciento para SMC<sub>3</sub>.

#### Análisis combinado

En el Cuadro 4.5 se presenta el análisis de varianza combinado de las seis localidades de prueba, se encontraron diferencias altamente significativas para localidades y la interacción variedades por localidades y diferencias significativas para variedades. El coeficiente de variación aunque parece un poco alto, lo consideramos aceptable, debido a los suelos pedregosos de esta región del país.

La comparación de medias del Cuadro 4.6 muestra que SFC<sub>1</sub> y SFC<sub>2</sub> fueron diferentes en forma estadística y significativa, con ganancias de 15,8 y 14,4 por ciento, respectivamente, con respecto a Co. De los ciclos de selec-

Cuadro 4.5 Análisis de varianza combinado para rendimiento de grano (kg/ha) de seis compuestos de maíz evaluados en ocho repeticiones y seis localidades de la Península de Yucatán,

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios
Localidades	5	58423490.15	11684698.03**
Rep/Loc.	42	35494589.05	845109.26
Variedades	5	7407944.25	1481588.85*
Var x Loc	25	12456449.04	498257.96**
Error	210	49545415.29	235930.55
C.V.			26.26

Cuadro 4.6 Comparación de medias de rendimiento de grano (kg/ha), combinando años y localidades, de los ciclos de selección evaluados en la Península de Yucatán.

Variedad	Media*	Ganancia/Co (%)
SFC 1	2069.1 a	115.8
SFC 2	2043.3 a	114.4
SMC 3	1882.0 a b	105.4
Co	1786.3 b c	100.0
SMC 4	1777.2 b c	99.5
Testigo	1606.5 c	89.9

\* Variedades con la misma letra son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad, según prueba de Duncan.

ción, únicamente SMC<sub>4</sub> fue igual a la población original, en forma estadística, aunque presentó una reducción de 0.5 por ciento en rendimiento.

### Análisis de regresión

En el Cuadro 4.7 se presentan los estadísticos principales del análisis de regresión lineal del rendimiento sobre dos ciclos de selección masal y dos ciclos de selección mazorca por surco modificada, el análisis conjunto de los seis ambientes mostró un coeficiente de regresión negativo y no significativo ( $b=-4.54$ ), el coeficiente de correlación fue bajo, el modelo de predicción  $\hat{Y} = 1819.74 - 4.54 x$  nos indica que se ha perdido 4.54 kg/ha por cada ciclo de selección masal. Sin embargo, el coeficiente de regresión de dos ciclos de selección mazorca por surco modificada fue positiva pero no significativa, el coeficiente de correlación también fue alto ( $r=0.8218$ ) y el modelo de predicción  $\hat{Y}=1837.77 + 128.54 x$  nos indica que por cada ciclo de selección mazorca por surco modificada se ha incrementado 128.54 kg/ha el rendimiento de grano.

En la Figura 4.3 se observa el comportamiento del rendimiento observado y ajustado por regresión en las seis localidades de prueba, la respuesta por ciclo es una pérdida de 0.25 por ciento, con un coeficiente de correlación  $r=0.0782$ .

En la Figura 4.4 se observa el comportamiento obser-

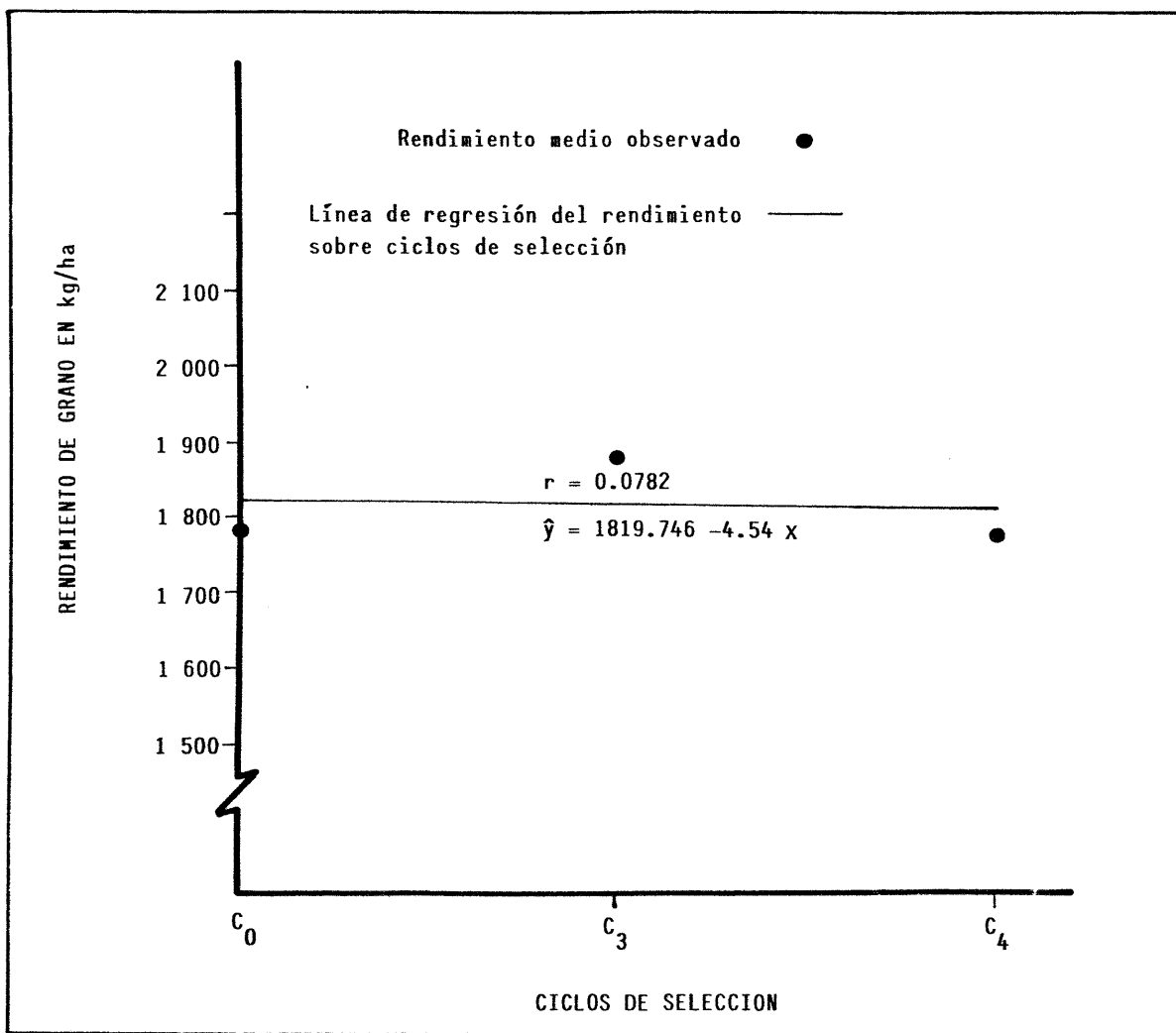


Figura 4.3 Respuesta genética promedio observada y ajustada por regresión en seis ambientes de prueba, para rendimiento de grano en el tercero y cuarto ciclo de selección masal modificada en una variedad de maíz criollo tipo Xnucnal.

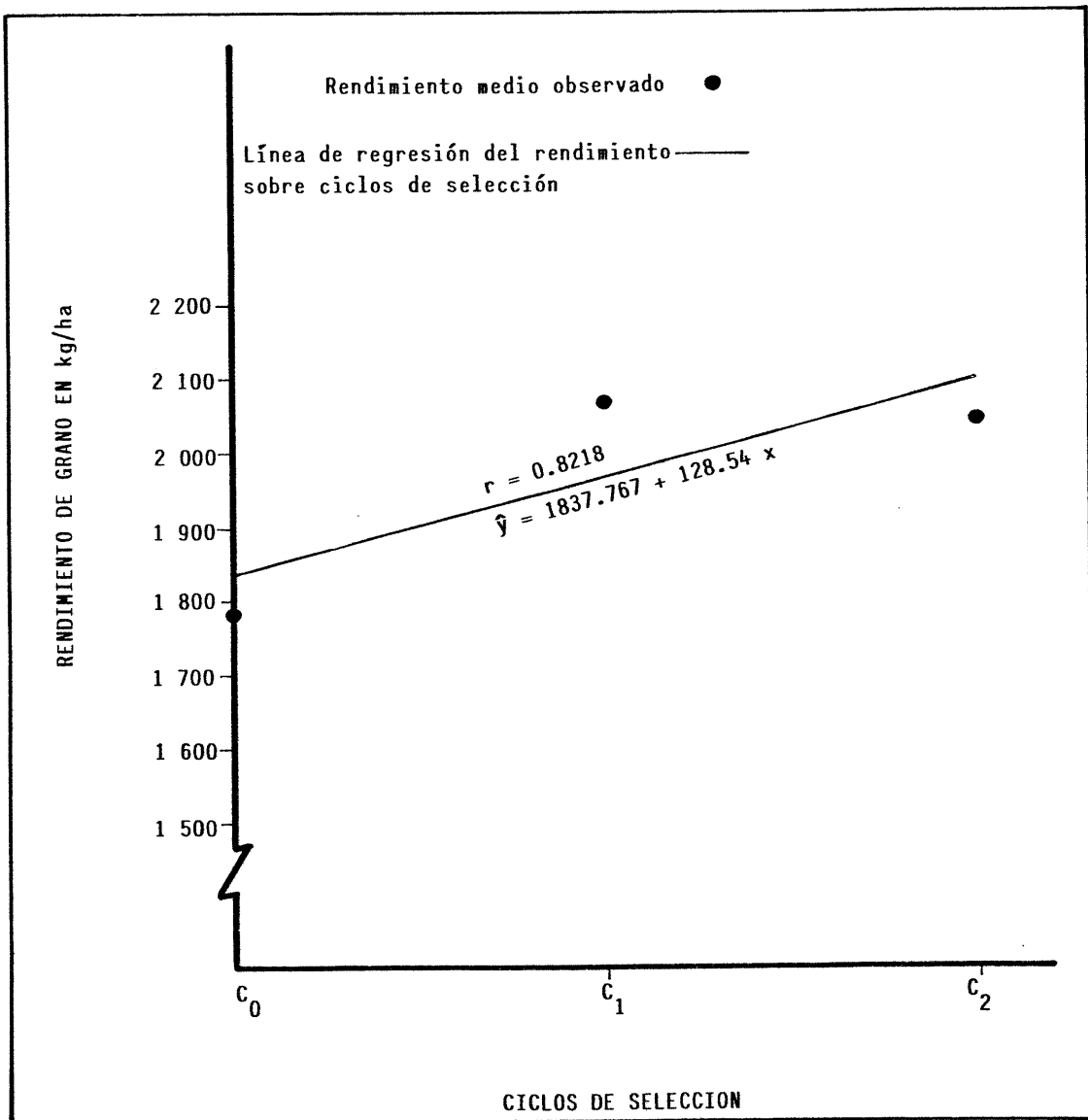


Figura 4.4: Respuesta genética promedio observada y ajustada por regresión en seis ambientes de prueba, para rendimiento de grano en los dos ciclos de selección mazorca por surco modificada en una variedad de maíz criollo tipo Xnucnal.

U.A.A.A.N.

00311

Cuadro 4.7 Análisis de regresión lineal del carácter rendimiento de grano (kg/ha) sobre dos ciclos de selección masal (SM) y dos ciclos de selección mazorca por surco modificada (SF) de una variedad de maíz criollo tipo Xnucnal evaluados en seis localidades de la Península de Yucatán.

Estadístico	S. Masal	S. Familiar
Coefficiente de regresión (b)	-4.54	128.54
Coefficiente de correlación (r)	0.0782	0.8218
Coefficiente de determinación (R <sup>2</sup> )	0.0061524	0.675355
Modelo de Predicción	$\hat{Y} = 1819.74 - 4.54 \hat{Y} = 1827.77 + 128.54$	

vado y la línea de regresión en los seis ambientes de evaluación, la respuesta por ciclo es de 7.2 por ciento con un coeficiente de correlación  $r=0.8218$ .

#### Parámetros de estabilidad

El análisis de varianza de los parámetros de estabilidad para rendimiento de grano se presenta en el Cuadro 4.8, se encontraron diferencias significativas para variedades. Para las variedades 3 y 6 que corresponden a SFC<sub>1</sub> y el Testigo respectivamente, también se encontraron diferencias altamente significativas para la interacción Var x Amb y para la desviación conjunta.



Cuadro 4.8 Análisis de varianza para estabilidad de la variable rendimiento de grano (kg/ha) de seis compuestos de maíz, evaluados en seis ambientes de la Península de Yucatán.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	
Total	35	9786150		
Var	5	926653.3	185330.66*	CM <sub>1</sub>
Ambiente	5	8859496.7		
V x A	25			
Amb.(lin)	1	202776.03		
V x A (lin)	5	7424444.6	1484888.9**	CM <sub>2</sub>
Desv. Ponderada	24	1232276.1	51344.838**	CM <sub>3</sub>
Var. 1	4	189513.81	47378.453	N.S
Var. 2	4	198408.24	49602.06	N.S
Var. 3	4	52956.84	12239.21	N.S
Var. 4	4	367421.94	91855.485*	
Var. 5	4	38413.94	9603.485	N.S
Var. 6	4	385561.3	96390.325*	
Error ponderado	210		29490.358	

Las medias de rendimiento de grano por variedad y los parámetros de estabilidad se presentan en el Cuadro 4.9, se observa que las desviaciones de regresión ( $S^2_{di}$ ) para SFC<sub>1</sub> y el Testigo fueron significativas, sin embargo, para las demás variedades las  $S^2_{di}$  son iguales a cero, es decir, son consistentes.

Cuadro 4.9 Medias de rendimiento de grano (kg/ha), coeficientes de regresión (Bi) y desviaciones de regresión ( $S^2di$ ) de diferentes ciclos de selección masal (SM) y selección mazorca por surco modificada (SF) de la variedad de maíz criollo tipo Xnucnal evaluados en seis ambientes de la Península de Yucatán.

Variedad	Media	Bi	$S^2di$
SFC <sub>1</sub>	2069.1	1.226	62367*
SFC <sub>2</sub>	2043.3	0.741	-19885
SMC <sub>3</sub>	1882.0	1.137	20113
Co	1786.3	0.975	-16249
SMC <sub>4</sub>	1777.2	0.710	17890
Testigo	1606.5	1.212	66902*

En el Cuadro 4.10 se presenta la clasificación de los ciclos de selección según los valores de sus parámetros de estabilidad. De acuerdo a la categorización de Carballo y Márquez (1971), encontramos cuatro grupos que son los siguientes: Co es una variedad estable; SFC<sub>2</sub> y SMC<sub>4</sub> responden mejor en ambientes desfavorables y son consistentes; SMC<sub>3</sub> responde mejor en buenos ambientes y es consistente; por último SFC<sub>1</sub> y el Testigo responden mejor en buenos ambientes pero son inconsistentes.

Finalmente, la Figura 4.5 muestra las líneas de rendimiento predicho para los cuatro ciclos de selección y la población original (Co), evaluados en seis localidades de la

Cuadro 4.10 Clasificación de los compuestos de selección según los valores de sus parámetros de estabilidad ( $b\hat{\lambda}$ ,  $S^2d_i$ ) y situaciones posibles.

Grupo	Variedad	Parámetros de estabilidad		Situación
1	Co	$B\hat{\lambda} = 1$	$S^2d_i = 0$	Variedad estable
2	SFC <sub>2</sub> y SMC <sub>4</sub>	$B\hat{\lambda} < 1$	$S^2d_i = 0$	Responde mejor en ambientes desfavorables y consistente.
3	SMC <sub>3</sub>	$B\hat{\lambda} > 1$	$S^2d_i = 0$	Responde mejor en buenos ambientes y consistente.
4	SFC <sub>1</sub> y Testigo	$B\hat{\lambda} > 1$	$S^2d_i > 0$	Responde mejor en buenos ambientes e inconsistente.

Península de Yucatán, las variedades SFC<sub>1</sub> y SMC<sub>3</sub> son más sensibles a los cambios ambientales mientras que SFC<sub>2</sub> y SMC<sub>4</sub> son poco sensibles y Co es estable.

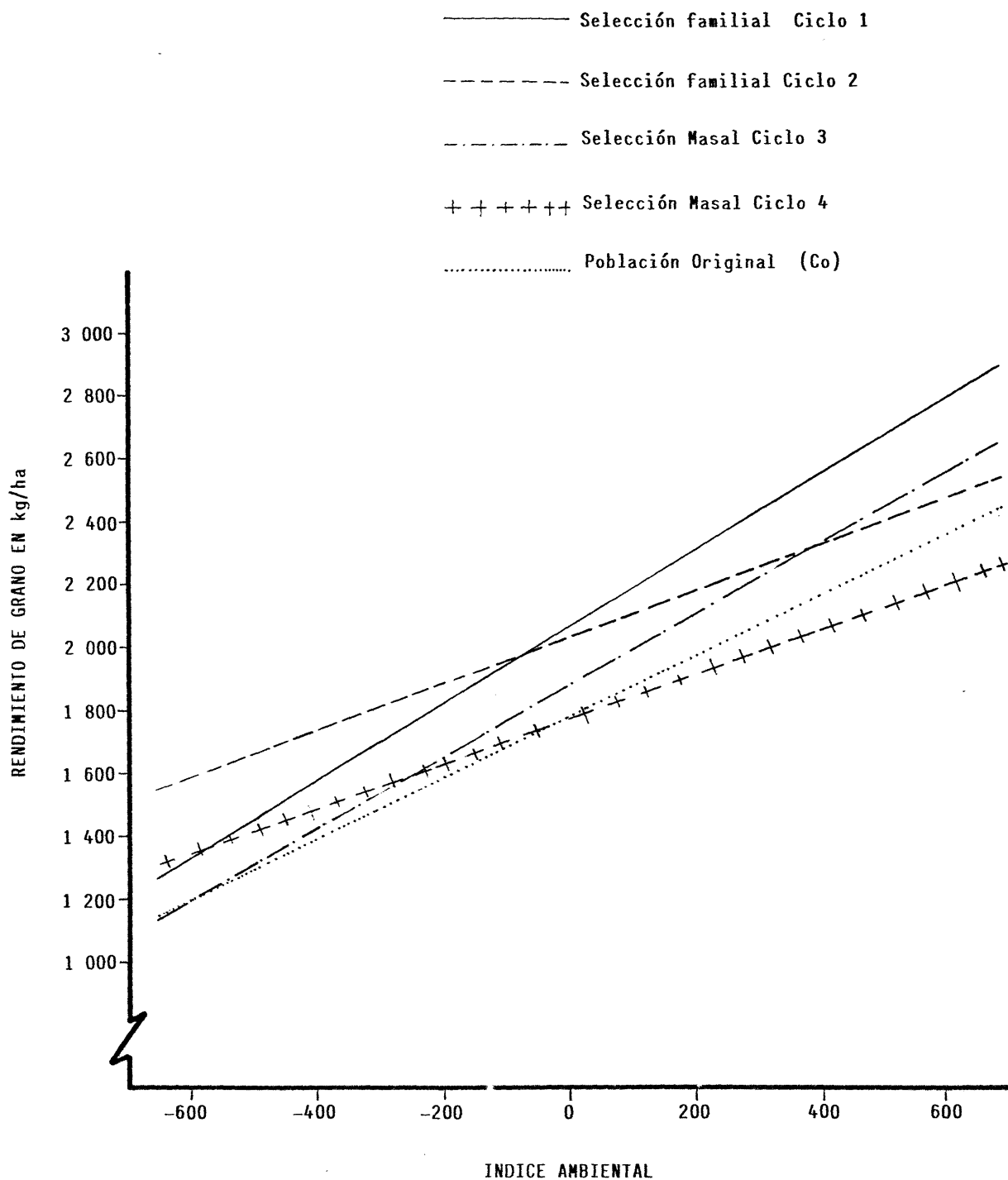


Figura 4.5: Rendimientos medios predichos para cuatro compuestos de maíz comparados con la población original (Co), evaluados en seis ambientes.

## DISCUSION

En los análisis de varianza para rendimiento de grano, de las evaluaciones realizadas en 1983, no se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos a un nivel de significancia de 0.05 (Cuadro 4.1), a pesar de que las diferencias numéricas entre los ciclos de selección comparados con la variedad original Co fueron altas (Cuadro 4.3), las diferencias fueron de 11.1 por ciento para SMC<sub>3</sub>, 5.6 por ciento para SFC<sub>2</sub> y 9.8 por ciento para SFC<sub>2</sub> en las localidades de Campeche, Xocempich y Tzucacab respectivamente, con respecto al promedio general la diferencia fue de 8.0 por ciento para SMC<sub>3</sub>.

Esto puede explicarse debido a la heterogeneidad de las condiciones ambientales provocada por la pedregosidad de los suelos que no pudo ser controlada por el diseño experimental, esto pudo provocar un fuerte incremento en el error experimental y como consecuencia no se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Por otra parte, consideramos que el número de repeticiones y el tamaño de la parcela experimental fue adecuado y esto no contribuyó al resultado.

Con respecto a los coeficientes de variación, en la localidad de Campeche se encontró el valor más alto en este año, de 31.6 por ciento, sin embargo, lo consideramos aceptable

puesto que el rendimiento es un carácter afectado fuertemente por el medio ambiente y las condiciones de los suelos pedregosos generan grandes variaciones ambientales, resultados similares han sido reportados por Zepeda (1983).

Ahora bien, en las evaluaciones de 1984, en las tres localidades se detectaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Cuadros 4.1 y 4.2), ésto pone de manifiesto la variabilidad genética de la variedad original y la expresión genética de las variedades entre las distintas localidades.

Los coeficientes de variación obtenidas fueron aceptables, inclusive en la localidad de Felipe Carrillo Puerto, donde se encontró el valor más alto, de 28.2 por ciento, debido a lo antes mencionado de la heterogeneidad del suelo pedregoso.

Con respecto a las localidades de evaluación, Campeche fue la mejor para los ciclos de selección masal, puesto que ahí se manifestaron los valores más altos del rendimiento de grano (Figura 4.1), se consideró que este comportamiento fue debido a las condiciones climáticas de dicha localidad, pues presenta un clima  $AW_1$ , en el cual las precipitaciones son mayores que en  $AW_0$ , además de que en ese año hubo una buena distribución de las precipitaciones pluviales. Por otra parte, para los ciclos de selección mazorca por surco modificada (SF), fue en la localidad de Libre Unión donde se manifestó la máxima expresión genética para  $SFC_1$  (Figura 4.2)

que también tuvo un mejor comportamiento en Campeche, al respecto, de acuerdo a lo indicado por Hallauer y Miranda (1981), así como Márquez (1980), la prueba de progenies que caracteriza a este método de selección recurrente ha logrado una mejor adaptación de este material en la localidad de Libre Unión.

La efectividad de la selección recurrente era de esperarse en este trabajo, debido a la variabilidad genética, a las frecuencias génicas de la variedad original y a la heredabilidad del carácter rendimiento (Hallauer y Miranda, 1981), a pesar de las dificultades y adversidades de los suelos pedregosos de la Península de Yucatán que hacen difícil la siembra equidistante, en este caso estamos de acuerdo con Márquez (1979, 1980) en que es mejor la prueba de familias, puesto que la selección mazorca por surco modificada fue más efectiva que la selección masal y este trabajo fue realizado con la metodología de siembra y en las condiciones ambientales que corresponden a la forma en que lo hace el agricultor de la región.

Es importante indicar también, que en la selección practicada hubo un efecto de competencia positiva, pues la siembra fue en matas de cuatro plantas, ahora bien, en la selección masal la unidad de selección fue la mata, trabajos similares fueron reportados por Torregroza, citado por Márquez (1979), así como por Estrada y Venegas (1980), donde estos últimos encontraron una ganancia en rendimiento de 19.2

por ciento por ciclo de selección con respecto a la variedad original, ésto después de tres ciclos de selección masal modificada.

En el análisis de varianza combinado (Cuadro 4.5), se encontraron diferencias altamente significativas en localidades y en la interacción Variedad x Localidad, así como diferencias significativas entre variedades, ésto indica que existen grandes diferencias ambientales entre las localidades de evaluación, así como diferencias genéticas entre los ciclos de selección y la variedad original, ésto se comprueba en el Cuadro 4.6 donde la comparación de medias y la ganancia porcentual de los ciclos de selección con respecto a Co muestra que  $SFC_1$  es superior en 15.8 por ciento a la variedad original y es igual estadísticamente a  $SFC_2$  y  $SMC_3$ . La ganancia genética de rendimiento es mayor con la selección mazorca por surco modificada que con la selección masal, ya que este caracter es de baja heredabilidad y la prueba de progenies es más efectiva para incrementar la frecuencia de alelos favorables, pues la selección es en base al genotipo y no en base al fenotipo como en los métodos de selección masal (Hallauer y Miranda, 1981), a pesar de que en nuestro caso, la selección masal practicada se llevó a cabo con recombinación adicional, lo cual además de duplicar el control parental, duplica también la cantidad de  $\sigma_A^2$  que explota, es decir, explota toda la  $\sigma_A^2$ .

El coeficiente de variación del análisis combinado -



también lo consideramos aceptable para esta región por lo mencionado anteriormente.

Los rendimientos de grano obtenidos por los ciclos de selección masal y mazorca por surco modificada en los diferentes ambientes de evaluación se consideraron altos, al respecto hay que indicar que no se hicieron ajustes por plantas faltantes, es decir, que los rendimientos que se reportan corresponden al total de plantas cosechadas y en la mayoría de las localidades hubo pocas fallas en plantas cosechadas, ahora bien, si se comparan estos resultados con los rendimientos de las siembras comerciales aún con aplicaciones de insumos, el rendimiento de grano de SFC<sub>1</sub> es muy superior (2069.1 kg/ha versus 1650 kg/ha aproximadamente), lo cual pone de manifiesto la variabilidad genética aditiva de la variedad original y la eficiencia de estos dos métodos de selección recurrente para explotar dicha variabilidad.

Asimismo, si observamos que en las localidades de Campeche, Tzucacab (1983) y Libre Unión, los rendimientos de los mejores materiales evaluados son superiores a 2 ton/ha y tomando en consideración que en la Península de Yucatán bajo condiciones de suelos mecanizados con toda la infraestructura agrícola se obtienen rendimientos aproximados de 2.5 a 3.5 ton/ha con la siembra de variedades mejoradas, entonces, con el mejoramiento genético de nuestros maíces criollos regionales tenemos un gran potencial de rendimiento por unidad de superficie.

En el análisis de regresión lineal para la selección masal, se obtuvo una respuesta negativa a la selección en forma combinada de las seis localidades de evaluación (Cuadro 4.7), sin embargo, el coeficiente de regresión  $b=-4.54$  no es significativo, es decir, que en cada ciclo de selección masal perdimos 4.54 kg/ha sin que difiera estadísticamente con respecto al rendimiento de la variedad original. El coeficiente de correlación  $r=0.0782$  es bajo, esto es debido a que la línea de regresión es casi horizontal (Figura 4.3), con una ligera inclinación hacia SMC<sub>4</sub>, a pesar de que los rendimientos observados pasan cerca de ella. El coeficiente de regresión nos indica que no hubo ganancias en rendimiento después de cuatro ciclos de selección masal, posiblemente la causa de ello se debe a que la selección masal es ineficiente para caracteres de baja heredabilidad, como lo es el rendimiento (Hallauer y Miranda 1981), nuestros resultados son similares a los reportados por Hallaver y Sears (1969), sin embargo, esperamos que con ciclos más avanzados de selección masal, el rendimiento de grano se incremente.

Con respecto a la selección mazorca por surco modificada, la respuesta fue muy buena en forma combinada de las seis localidades, el coeficiente de regresión  $b=128.54$  nos está indicando que en cada ciclo de selección aumentamos el rendimiento de grano en 128.54 kg/ha, a pesar de que estadísticamente no fue significativo, este incremento en rendimiento sí es considerable, dadas las condiciones del sistema de producción roza-tumba-quema que dificultan la selección de

plantas o familias superiores, ya que la fuerte influencia ambiental generada por los suelos pedregosos enmascaran el potencial productivo.

El coeficiente de correlación  $r=0,8218$  es alto y muy bueno, puesto que la línea de regresión tiene una posición ascendente a medida que se avanza en la selección y los valores de rendimiento observados pasan cerca de ella (Figura 4.4), ésto significa una ganancia genética de 7.2 por ciento por ciclo de selección comparado con la variedad original, que es superior a las ganancias reportadas por Lonquist (1964), Darrah *et al* (1967) y Compton y Bahadur (1977), se puede inferir que se puede aumentar aún más el rendimiento de grano si se continúa con la selección recurrente bajo este esquema. Ahora bien, los rendimientos de SFC<sub>2</sub> fueron más bajos que los de SFC<sub>1</sub> en forma combinada de las seis localidades, una de las posibles causas de ello es que en la obtención del primer ciclo de selección mazorca por surco modificada, la intensidad de selección aplicada fue mayor que cuando obtuvimos el segundo ciclo y era de esperarse una mayor respuesta, pues con el primer ciclo evaluamos 288 familias y en el segundo ciclo fueron 250 las familias evaluadas.

Además consideramos que la superioridad en la eficiencia de la selección mazorca por surco modificada para explotar la varianza genética aditiva en la variedad original, con respecto a la selección masal, también se debe a que en la primera nos basamos en el peso de grano y en la segunda nos basamos

en el peso de mazorca, en este caso, tal vez estuvo enmascarado el peso de grano con el porcentaje de materia seca, además de que se eliminaron las diferencias en cuanto al porcentaje de grano, otra cosa importante es que la selección de las familias se hizo en base a su rendimiento en dos localidades de evaluación (selección interfamilial) y se seleccionaron las mejores familias con respecto a la media general. Asimismo, también consideramos lo indicado por Hallauer y Miranda (1981) y Márquez (1980), en el sentido de que los métodos de selección familiar son eficientes para mejorar caracteres de baja heredabilidad como el rendimiento de grano. Podemos indicar que para la Península de Yucatán, bajo las condiciones del sistema roza-tumba-quema, la selección mazorca por surco modificada es un método de selección recurrente eficiente, con el cual podemos obtener considerables ganancias por ciclo y por año, en lo futuro se debe tener en cuenta para los programas de mejoramiento de maíz, o bien, tomar en cuenta los métodos de selección que involucren la prueba de familias como lo son la selección de Medios Hermanos o Hermanos Completos.

En el análisis de varianza de los parámetros de estabilidad para rendimiento de grano encontramos diferencias estadísticas significativas entre variedades, esto es debido al comportamiento diferente que exhiben los ciclos de selección y la variedad original (Cuadro 4.8), con lo cual se rechaza la primera hipótesis nula a probar, es decir, que el comportamiento entre variedades es diferente en cada localidad de

evaluación.

Para la interacción Variedad x Ambiente encontramos diferencias altamente significativas y se explica en que las diferencias entre los índices ambientales es favorable a los ambientes positivos, con ésto rechazamos la segunda hipótesis nula a probar, es decir, que existen diferencias genéticas - entre variedades para su regresión sobre los índices ambientales.

De acuerdo con la clasificación hecha (Cuadro 4.10), cuatro variedades presentaron un comportamiento consistente, lo cual significa que no se rechaza la cuarta hipótesis nula, pero para las otras 2 variedades sí se rechaza, es decir, que su comportamiento es inconsistente. La variedad original (Co) tiene un coeficiente de regresión  $B_i=1$  y una desviación de regresión  $S^2_{di}=0$ , lo cual indica que es una variedad estable y de nuevo pone de manifiesto la variabilidad genética que posee, ésto era de esperarse ya que es una población que se ha sembrado en la región por muchos años, por lo que la selección natural ha jugado un papel importante en su adaptación. SFC<sub>2</sub> y SMC<sub>4</sub> quedaron clasificados como variedades sensibles y consistentes con respuestas mejores en ambientes desfavorables, ésto era de esperarse puesto que los ambientes y condiciones donde se realizó la selección fueron desfavorables, es decir, se sembraron en suelos con un primer año de uso, regionalmente - llamados "milpa caña". SMC<sub>3</sub> responde mejor en buenos ambientes y es consistente, ésto también era de esperarse, pues la

selección se llevó a cabo en ambientes favorables, donde la siembra se realizó en suelos con ocho años de descanso y fue el primer año de uso, regionalmente llamados "milpa roza", por último SFC<sub>1</sub> y el Testigo responden mejor en buenos ambientes pero son inconsistentes a pesar de ocupar el primer lugar en cuanto a rendimiento de grano en forma combinada en seis localidades de evaluación, SFC<sub>1</sub> es inconsistente, que es una característica indeseable. Nuestros resultados van de acuerdo a los reportes de Ron (1974) y Arellano (1976) quienes indicaron que la respuesta de los materiales obedece a las condiciones que prevalecieron en su formación. Podemos agregar que los ciclos de selección masal fueron consistentes con respecto a los ciclos de selección familiar, debido a que la selección se realizó en base al fenotipo, por lo cual seleccionamos las mejores plantas en cada localidad y era de esperarse que fueran consistentes en las localidades de prueba.

Ahora bien, para formar variedades con alto rendimiento y que sean estables debemos tomar en cuenta lo mencionado anteriormente en el sentido de que tal vez sea mejor practicar la selección en ambientes desfavorables, o bien, si se desea alguna variedad para una zona específica que tenga buenos ambientes, tal vez sea mejor realizar la selección en ambientes favorables.

Finalmente en la Figura 4.5 se observan los rendimientos predichos para cada uno de los ciclos de selección recurrente y la variedad original Co, lo cual corrobora lo antes

mencionado.

Podemos decir que la técnica de parámetros de estabilidad desarrollada por Eberhart y Rusell (1966) es útil para tener una idea muy aproximada del comportamiento de alguna variedad en relación al conjunto de ambientes y en función del grupo de variedades evaluadas. En nuestro caso esperamos una gran adaptabilidad debido a la naturaleza de la variedad original.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este trabajo - podemos concluir lo siguiente:

Con la selección mazorca por surco modificada obtuvimos ganancias genéticas para rendimiento de 7.2 por ciento - por ciclo de selección, dada por el coeficiente de regresión lineal conjunto de las seis localidades de prueba, con lo - cual incrementamos el rendimiento en 128.54 kg/ha por cada - ciclo de selección, la cual fue muy superior a la selección masal con la cual no hubo ganancia genética para rendimiento de grano, con la primer metodología de selección recurrente es posible seguir obteniendo respuesta en ciclos posteriores.

La selección masal presentó consistencia, dada ésta por la desviación de regresión  $S^2_{di}=0$ , lo cual no fue para los dos ciclos de selección mazorca por surco modificada, además el comportamiento de los ciclos de selección tiene tendencia a una mayor respuesta en ambientes similares a los que se realizó la selección.

La variedad original de este estudio es un criollo que no tiene sensibilidad a los cambios ambientales y es consistentes en su respuesta.



## RESUMEN

Con la finalidad de comparar las ganancias genéticas obtenidas por selección masal y selección mazorca por surco modificada, así como estimar los parámetros de estabilidad para rendimiento de grano, se evaluaron dos ciclos de selección masal (SM), dos ciclos de selección mazorca por surco mo dificada (SF), un testigo regional y la variedad original (Co) de un maíz criollo tipo Xnucnal del Estado de Yucatán.

Las evaluaciones se realizaron durante dos años en seis localidades de la Península de Yucatán, bajo condiciones del sistema roza-tumba-quema en suelos pedregosos, asociados con frijol lima y calabaza, se utilizó el diseño de bloques al azar con ocho repeticiones en cada localidad.

Los análisis de varianza para 1984 indicaron diferencias altamente significativas entre las variedades para el ca racter rendimiento de grano, ésto pone de manifiesto la varia bilidad genética presente en la variedad original, así como la expresión genética de las variedades entre los diferentes ambientes.

El análisis de varianza combinado reveló diferencias significativas para Variedades, lo que se explica en base a diferencias genéticas entre los ciclos de selección y la va-

riedad original.

Las mayores ganancias en rendimiento de grano obtenidas por SFC<sub>1</sub> con 15.8 por ciento, seguida por SFC<sub>2</sub> y SMC<sub>3</sub> con 14.4 y 5.4 por ciento, respectivamente, con respecto a la variedad original (Co).

El coeficiente de regresión de la selección masal, combinada en las seis localidades, fue negativo y no significativo ( $b=-4.54$ ), lo cual significa que en cada ciclo de selección masal se perdieron 4.54 kg/ha, sin que sea diferente estadísticamente al rendimiento de la variedad original. Sin embargo, para la selección mazorca por surco modificada, el coeficiente de regresión fue positivo y no significativo ( $b=128.54$ ), ésto nos indica que por cada ciclo de selección familiar incrementamos 128.54 kg/ha el rendimiento de grano.

El análisis de varianza de los parámetros de estabilidad para rendimiento de grano reveló diferencias significativas entre variedades, así como diferencias altamente significativas para la interacción Variedad x Ambiente y para la desviación Conjunta, ésto significa que el comportamiento es diferente en cada localidad de evaluación y que hay diferencias genéticas entre variedades para su regresión sobre los índices ambientales.

De acuerdo con la clasificación presentada en el Cuadro 4.10, encontramos cuatro grupos que son los siguientes: Co es una variedad estable; SFC<sub>2</sub> y SMC<sub>4</sub> responden mejor en am

bientes desfavorables con carácter de consistentes; SMC<sub>3</sub> responde mejor en buenos ambientes y es consistente, por último, SFC<sub>1</sub> y el Testigo responden mejor en buenos ambientes pero son inconsistentes.

La selección mazorca por surco modificada resultó más efectiva que la selección masal para incrementar el rendimiento de grano, ya que este carácter es de baja heredabilidad y la prueba de progenies fue más efectiva que la selección fenotípica para incrementar la frecuencia de alelos favorables.

## LITERATURA CITADA

- Allard, R.W. 1975. Principios de la mejora genética de las plantas. 2 ed. Omega. Barcelona, España. 298p.
- Allard, R.W. and A.D. Bradshaw. 1964. Implication of environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Sci.* 4:503-507. United States of America.
- Angeles, A., H.H. 1961. Comentarios sobre la selección masal en el pasado y sus posibilidades en los programas actuales de mejoramiento de maíz. 7a. Reunión Centroamericana. PCCMM p. 18-21. Tegucigalpa, Honduras.
- Arboleda, R., F. and W.A. Compton. 1974. Differential response of maize (*Zea mays* L.) to mass selection in diverse selection environments. *Theoretical and Applied Genetics.* 44:77-81. Germany.
- Arellano, J.L. 1976. Obtención de variedades de polinización libre para áreas de temporal de los Valles Altos de Puebla. Tesis profesional. ENA. Chapingo, México.
- Carballo, C., A. y F. Márquez S. 1971. Comparación de variedades de maíz de el bajo y la mesa central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5:129-146. - Chapingo, México.
- Compton, W.A. and K. Bahadur. 1977. Ten cycles of progress from modified ear-to-row selection in corn. *Crop Sci.* 17:378-380. United States of America.
- Compton, W.A. and R.E. Comstock. 1976. More on modified ear-to-row selection in corn. *Crop Sci.* 16:122. United States of America.
- Cortés, N., J.R. 1981. Selección recurrente para tolerancia a la sequía en el compuesto de maíz Calera-74. Tesis de Maestro en Ciencias. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cortéz, M., H. and A.R. Hallauer. 1979. Divergent mass selection for ear length in maize. *Crop Sci.* 19:175-178. United States of America.
- Darrah, L.L., S.A. Eberhart and L.H. Penny. 1972. A maize breeding methods study in Kenya. *Crop Sci.* 12:605-608 United States of America.

- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40, United States of America.
- \_\_\_\_\_, M.N. Harrison and F. Ogada. 1967. A comprehensive breeding system. *Theoretical and Applied Genetics.* 37:169-174. Germany.
- Estrada, M.A. 1977. Selección masal y selección modificada de mazorca por surco en dos variedades de maíz de la raza Zapalote Chico. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio Superior de Agricultura Tropical, Cárdenas, Tabasco, México.
- \_\_\_\_\_ y O. Venegas R. 1983. Selección masal modificada con la modalidad en "mata" en el mejoramiento genético de maíz. In: Memoria Octavo Congreso Nacional de Fitotecnia. p.167-174. Sociedad Mexicana de Fitogenética. México.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen, Universidad Nacional Autónoma de México. México. p. 49.
- Gardner, C.O. 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. *Crop Sci.* 1:241-245, United States of America.
- Hallauer, A.R. and J.B. Miranda Fo. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State Univ. Press/Ames, United States of America. 468 p.
- \_\_\_\_\_ and J.H. Sears. 1969. Mass selection for yield in two varieties of maize. *Crop Sci.* 9:47-50. United States of America.
- Lonnquist, J.H. 1964. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. *Crop Sci.* 4:227-228. United States of America.
- \_\_\_\_\_. 1965. Métodos de selección útiles para el mejoramiento dentro de poblaciones, Traducción en español por M.G. Gutiérrez. *Fitotecnia Latinoamericana.* 2:1-10. Costa Rica, C.A.
- \_\_\_\_\_. 1967. Mass selection for prolificacy in maize. *Theoretical and Applied Genetics.* 37:185-188. Germany.
- \_\_\_\_\_, W.A. Compton, J.L. Geadelmann, F.A. Loeffel, Boyd Shank and A.F. Troyer. 1979. Convergent-Divergent selection for area improvement in maize, *Crop Sci.* 19: 602-604. United States of America.

- Lonquist, J.H., O. Cota A. and C.O. Gardner, 1966. Effect of mass selection and thermal neutron irradiation of genetic variances in a variety of corn (*Zea mays* L.) - Crop Sci. 6:330-332. United States of America.
- Mareck, J.H. and C.O. Gardner. 1979. Responses to mass selection in maize and stability of resulting populations. Crop Sci. 19:779-782. United States of America.
- Márquez, S.F. 1979. Proposiciones sobre metodologías de investigación en el mejoramiento genético del maíz en sistemas de producción en la Península de Yucatán. Fitoecnia. 3:13-20. México,
- \_\_\_\_\_. 1980. Sistemas de selección combinada, familiar e individual en el mejoramiento genético del maíz. Fitoecnia. 4:1-52. México.
- Mass, D.F. 1983. Estimación de parámetros de estabilidad de 12 genotipos de maíz en el estado de Campeche. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Sobretiro del boletín de la Sociedad Botánica de México, N<sup>o</sup> 28. Chapingo, México. p.38-40, 57.
- Paterniani, E. 1967. Selection among and within half-sib families in a brazilian population of maize (*Zea mays* L.) Crop Sci. 7:212-215. United States of America.
- Poehlman, J.H. 1979. Mejoramiento genético de las cosechas. - Ed. Limusa. 453 p. México.
- Ron, P.J. 1974. Evaluación de maíces criollos de temporal en el estado de Morelos. Tesis profesional. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara. México.
- Rowe, P.R. and R.H. Andrew. 1964. Phenotypic stability for a systematic series of corn genotypes. Crop Sci. 4:563-567. United States of America.
- Scott, G.E. 1967. Selecting for stability of yield in maize. Crop Sci. 7:549-551. United States of America.
- Sprague, G.F. and S.A. Eberhart. 1977. Corn breeding. In Corn and corn improvement. Ed. G.F. Sprague. Am. Soc. Agron., Inc. Madison, Wisconsin, p, 305-362. United States of America.
- \_\_\_\_\_. and W.T. Federer. 1951. A comparison of variance components in corn yield trials: II Error, Year x

- Variety, Location x Variety and Variety components. Agronomy journal. 43:535-541. United States of America,
- Torregroza, M. and D.D. Harpsted, 1967. Effects of mass selection for ears per plant in maize, Agron. Abstr. p. 20. United States of America,
- Webel, O.D. and J.H. Lonquist. 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn - (*Zea mays* L.) Crop Sci. 7:651-655. United States of America,
- Wellhausen, E.J., L.J. Roberts and E. Hernández X. in collaboration with P.C. Mangelsdorf, 1952. Races of maize in Mexico. The Bussey Institution of Harvard University. United States of America,
- Zepeda, A., L.F. 1983. Estimación de parámetros de estabilidad en variedades criollas de maíz de la Península de Yucatán. Tesis Profesional, Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara, México.
- Zuber, M.S., M.L. Fairchild, A.J. Keaster, V.L. Ferguson, G. F. Krause, E. Hilderbrand and P.J. Loesch Jr. 1971. Evaluation of 10 generations of mass selection for corn earworm resistance. Crop Sci. 11:16-18. United States of America

A P P E N D I X



Cuadro 1A.- Medias de días a floración masculina de los ciclos de selección masal (SM) y selección mazorca por surco modificada (SF),

VARIEDAD	LOCALIDADES					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Co	81	80	81	85	89	87
SMC <sub>3</sub>	74	79	82	82	86	86
SMC <sub>4</sub>	81	81	84	82	82	88
SFC <sub>1</sub>	81	80	82	82	85	86
SFC <sub>2</sub>	80	80	80	82	86	86
Testigo	73	76	76	87	92	85
Desv. St.	5.1	2.8	3.2	2.64	4.3	1.81
C.V.	6.5	3.5	4.0	3.2	4.9	2.1

Los números entre paréntesis corresponden a las siguientes localidades:

- |               |                            |
|---------------|----------------------------|
| (1) Campeche  | (4) Libre Unión            |
| (2) Xocempich | (5) Tzucacab               |
| (3) Tzucacab  | (6) Felipe Carrillo Puerto |

Los tres primeros son para 1983 y los otros tres para 1984, en este y los siguientes cuadros.

Cuadro 2A.- Medias de días a floración femenina de los ciclos de selección masal (SM) y selección mazorca por surco modificada (SF).

VARIEDAD	L O C A L I D A D E S				
	(1)	(3)	(4)	(5)	(6)
Co	86	85	94	92	91
SMC <sub>3</sub>	84	85	88	89	92
SMC <sub>4</sub>	87	85	90	84	92
SFC <sub>1</sub>	87	86	89	88	90
SFC <sub>2</sub>	86	83	89	90	90
Testigo	83	79	96	94	91
Desv. St.	3.1	3.5	3.7	4.46	0.85
C.V.	3.7	4.2	4.1	5.0	0.9

CUADRO 3A.- Medias de altura de planta (cm) de los ciclos de selección masal (CM) y selección mazorca por surco modificada (SF).

VARIEDAD	L O C A L I D A D E S				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Co	285	330	296	326	271
SMC <sub>3</sub>	273	328	306	314	247
SMC <sub>4</sub>	311	340	314	304	260
SFC <sub>1</sub>	288	331	308	312	252
SFC <sub>2</sub>	291	328	320	310	259
Testigo	277	317	298	310	257
Desv. St.	30.9	29.2	25.9	18.8	24.13
C.V.	10.7	8.9	8.5	6.0	9.4

Cuadro 4A.- Medias de altura de mazorca (cm) de los ciclos de selección masal (SM) y selección mazorca por surco modificada (SF).

VARIEDAD	L O C A L I D A D E S					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Co	154	208	204	213	181	156
SMC <sub>3</sub>	153	203	210	205	162	154
SMC <sub>4</sub>	171	214	209	194	169	143
SFC <sub>1</sub>	161	195	212	292	167	145
SFC <sub>2</sub>	161	196	214	201	163	157
Testigo	151	202	205	211	171	138
Desv.St.	17.7	29.3	21.8	20.5	23.1	16.4
C.V.	11.2	14.5	10.4	10.0	13.6	11.0

CUADRO 5A. Medias de calificación visual de planta\* de los ciclos de selección masal (SM) y selección mazorca por surco modificado (SF).

VARIEDAD	L O C A L I D A D E S			
	(2)	(3)	(4)	(5)
Co	7.0	5.5	6.9	5.5
SMC <sub>3</sub>	7.0	5.6	6.4	5.8
SMC <sub>4</sub>	7.2	5.4	7.0	6.2
SFC <sub>1</sub>	6.7	5.9	7.5	6.3
SFC <sub>2</sub>	7.2	5.6	7.0	6.2
Testigo	7.0	5.7	7.4	5.5
Desv.St.	0.55	0.93	0.73	1.06
C.V.	7.8	16.6	10.5	17.9

\* 9.0 para la mejor y 1.0 para la peor, en este y los siguientes cuadros.

CUADRO 6A.- Medias de calificación de mazorcas\* de los ciclos de selección masal (SM), y de selección mazorca por surco modificada (SF).

VARIEDAD	LOCALIDADES					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Co	7.0	7.3	8.2	6.5	6.1	5.2
SMC <sub>3</sub>	7.2	7.5	8.5	6.1	5.8	5.5
SMC <sub>4</sub>	6.6	7.3	7.7	6.6	6.1	5.4
SFC <sub>1</sub>	7.1	7.6	8.1	7.0	6.2	5.5
SFC <sub>2</sub>	7.2	7.8	8.4	6.7	6.3	5.6
Testigo	7.1	7.0	7.4	6.5	6.3	4.5
Desv. St.	0.8	0.73	0.95	0.83	0.85	1.31
C.V.	11.5	9.9	11.8	12.6	13.9	24.9

CUADRO 7A.- Promedio de características agronómicas de los ciclos de selección masal (SM) y selección mazorca por surco modificada (SF) evaluados en seis localidades de la Península de Yucatán.

VARIEDAD	DIAS A FLORACION		ALTURA (CM)		CALIF. VISUAL*	
	MASC.	FEM.	PLANTA	MAZ.	PLANTA	MAZ.
Co	84	89	301	186	6.3	6.7
SMC <sub>3</sub>	81	88	294	181	6.2	6.8
SMC <sub>4</sub>	83	87	305	183	6.5	6.6
SFC <sub>1</sub>	82	88	298	180	6.6	6.9
SFC <sub>2</sub>	82	88	301	182	6.5	7.0
Testigo	81	89	292	180	6.4	6.4