

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



SELECCION POBLACIONAL DE MAIZ.
ESTUDIO DE DIFERENTES METODOS DE MEJORAMIENTO
GENETICO EN LA " SIERRA DE CHIHUAHUA "

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A

MIGUEL VILLALOBOS MANCLLA

GUADALAJARA, JAL.

1980.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
ESCUELA DE AGRICULTURA

SELECCION POBLACIONAL DE MAIZ
ESTUDIO DE DIFERENTES METODOS
DE MEJORAMIENTO GENETICO EN -
LA "SIERRA DE CHIHUAHUA"

TESIS PROFESIONAL
MIGUEL VILLALOBOS MANCIELA
GUADALAJARA, JAL., MARZO DE 1980

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

**INGENIERO AGRONOMO
ESPECIALISTA EN FITOTECNIA**

Guadalajara, Jal., Marzo de 1980

CONSEJO PARTICULAR:

CONSEJERO: Ing. M.C. Salvador A. Hurtado de la Peña

ASESOR: Ing. M.C. Raymundo Velazco Muñoz

ASESOR: Ing. M.C. Manuel Oyervides García

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. M.C. Sergio Ramírez Vega; con gran afecto por su orientación durante el desempeño de mis funciones como fitomejorador, así como por su valiosa y exhaustiva revisión del presente trabajo.

Al Ing. M.C. Manuel Oyervides García por la minuciosa revisión de la presente tesis.

Al Dr. Hermiño H. Angeles Arrieta; por su desinteresado apoyo - al ingresar al INIA.

A los Ings. M.C. Salvador Hurtado de la Peña y Raymundo Velasco Nuño; por la revisión de este manuscrito.

A los maestros anónimos que ayudaron en mi conformación como -- profesionalista y como persona.

A todos mis compañeros que en algún lugar luchan por abrirse pa so en la vida.

A Ramón González Pérez y Trinidad Gutierrez Arias, Ayudantes -- del grupo interdisciplinario de Mafz del CAESICH, así como a los diferentes peones que ayudaron en la obtención de los datos de campo - del presente manuscrito.

A las Sritas, Martha Valverde Flores, Rosario Prieto Maldonado, así como a la Sra. Guadalupe G. de Flores; por soportarme y ayudar a la realización mecanográfica del escrito.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas; por las facilidades otorgadas para llevar a cabo el presente trabajo.

DEDICATORIA

C O N T E N I D O

	PAG.
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS - - - - -	I
RESUMEN- - - - -	V
I. INTRODUCCION- - - - -	1
II. REVISION DE LITERATURA- - - - -	4
2.1 Selección - - - - -	4
2.2 Selección Masal - - - - -	4
2.2.1 Métodos de Selección Masal- - - - -	5
2.2.2 Efectividad de la Selección Masal - - - - -	7
2.3 Selección Familiar- - - - -	8
2.3.1 Definición- - - - -	8
2.3.2 Métodos de Selección Familiar - - - - -	10
2.3.3 Efectividad de la Selección Familiar- - - - -	15
2.4 Comparación entre Selección Masal y Selección Fa- miliar- - - - -	16
2.5 Compuesto de Amplia Base Genética - - - - -	20
2.6 Interacción Genotipo-Ambiente - - - - -	24
2.6.1 Parámetros de Estabilidad - - - - -	29
2.6.2 Efectividad de los Parámetros de Estabili- dad - - - - -	31
III. MATERIALES Y METODOS- - - - -	37
3.1 Area de Estudio - - - - -	37
3.1.1 Localización de los Experimentos- - - - -	37
3.1.2 Características Ecológicas- - - - -	37

	PAG.
3.1.3 Características del Suelo- - - - -	38
3.1.4 Vegetación - - - - -	39
3.2 Material Genético- - - - -	40
3.2.1 Compuesto Blanco de Amplia Base Genética - - -	40
3.2.2 Compuesto Amarillo de Amplia Base Genética - -	42
3.2.3 Selección Familiar Combinada - - - - -	43
3.2.4 Selección Familiar de Progenies Autofecundadas	44
3.2.5 Compuesto Amarillo Precoz- - - - -	45
3.2.6 Variedades Comerciales y Testigos Regionales -	45
3.3 Siembra, Fertilización y Labores Culturales- - - - -	46
3.4 Analisis Estadístico - - - - -	47
3.4.1 Análisis Individuales- - - - -	47
3.4.2 Análisis Combinado - - - - -	48
3.4.3 Repeticiones y Unidad Experimental - - - - -	49
3.4.4 Mediciones Realizadas- - - - -	50
3.4.5 Parámetros de Estabilidad- - - - -	51
3.4.6 Hipótesis Estadísticas y Comparación de Medias	54
IV. RESULTADOS - - - - -	57
4.1 Análisis de Varianza y Comparación de Medias - - - -	57
4.1.1 Análisis Individuales - - - - -	57
4.1.2 Análisis Combinado - - - - -	64
4.1.3 Parámetros de Estabilidad- - - - -	74
V. DISCUSION - - - - -	86
5.1 Análisis Individuales - - - - -	86
5.2 Análisis Combinado- - - - -	89
5.3 Parámetros de Estabilidad - - - - -	92

	PAG.
VI. CONCLUSIONES- - - - -	97
VII. APENDICE- - - - -	100
VIII. BIBLIOGRAFIA- - - - -	116

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	PAG.
CUADRO 1. ANALISIS DE VARIANZA CONJUNTO Y CUADRADOS MEDIOS ESPERADOS PARA UN MODELO CON AMBIENTES AL AZAR Y VARIEDADES FIJAS.	49
CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD.	53
CUADRO 3. SITUACIONES POSIBLES QUE PUEDEN TOMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD. CARBALLO Y MARQUEZ (1970).	55
CUADRO 4. CUADRADOS MEDIOS PARA RENDIMIENTO DE GRANO EN -- TRES LOCALIDADES DE LA ALTA BABICORA, CHIH. EN 1979.	57
CUADRO 5. COMPARACION DE RENDIMIENTOS PROMEDIOS Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE MAICES EXPERIMENTALES Y COMERCIALES EVALUADOS EN GOMEZ FARIAS, CHIH. EN 1979.	61
CUADRO 6. COMPARACION DE RENDIMIENTO PROMEDIO Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS EN MAICES EXPERIMENTALES Y COMERCIALES, EVALUADOS EN LAS VARAS, BABICORA, -- CHIH. EN 1979.	62
CUADRO 7. COMPARACION DE RENDIMIENTOS PROMEDIOS Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS EN MAICES EXPERIMENTALES Y COMERCIALES, EVALUADOS EN NUEVO MADERA, CHIH. EN 1979.	63
CUADRO 8. CUADRADOS MEDIOS PARA RENDIMIENTO DE GRANO EN -- MAICES EXPERIMENTALES AVANZADOS Y COMERCIALES EN LA ALTA BABICORA, CHIH. EN 1979.	64
CUADRO 9. COMPARACION DE RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE GRANO -- POR LOCALIDAD EN LA ALTA BABICORA, CHIH. EN -- 1979.	65
CUADRO 10. COMPARACION DE MEDIAS PARA RENDIMIENTO DE GRANO Y PROMEDIOS DE LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS -- DE LOS MAICES EXPERIMENTALES EN TRES LOCALIDADES EVALUADAS BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD TEMPORAL -- EN LA ALTA BABICORA EN 1979.	67
CUADRO A. COMPARACION DE MEDIAS PARA RENDIMIENTO DE GRANO Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS EN CICLOS DE SELECCION MASAL MODERNA EN MAICES REGIONALES Y SELECCION COMBINADA EN EL COMPUESTO AMARILLO PRECOZ -- DE ALTURA, EN TRES LOCALIDADES EN 1979.	69

	PAG.
CUADRO B. COMPARACIONES DE PROMEDIOS PARA RENDIMIENTO, - CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LAS VARIEDADES- REGIONALES Y SUS CICLOS DE SELECCION EN TRES - LOCALIDADES DE LA ALTA BABICORA EN 1979.	70
CUADRO C. COMPARACION DE MEDIAS PARA RENDIMIENTO Y CARAC- TERISTICAS AGRONOMICAS DE LAS SELECCIONES DEL- COMPUESTO BLANCO EN TRES LOCALIDADES EVALUADAS DE LA ALTA BABICORA.	71
CUADRO D. COMPARACION DE MEDIAS PARA RENDIMIENTO, CARAC- TERISTICAS AGRONOMICAS DE MAICES REGIONALES Y- SELECCIONES DEL COMPUESTO AMARILLO, EN TRES LO- CALIDADES EVALUADAS EN LA ALTA BABICORA EN - - 1979.	72
CUADRO E. COMPARACION DE MEDIAS DE LOS MAICES BLANCOS RE- GIONALES Y DEL PRIMER CICLO DE SELECCION FAMI- LIAR DE PROGENIES AUTOFECONDADOS, EN LA ALTA - BABICORA EN 1979.	73
CUADRO F. COMPARACION DE MEDIAS PARA EL COMPUESTO AMARI- LLO PRECOZ, MAICES REGIONALES Y LA VARIEDAD CO- MERCIAL VS-202, EN LA ALTA BABICORA EN 1979.	74
CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA PARAMETROS DE ESTABI- LIDAD DE MATERIAL EXPERIMENTAL Y VARIEDADES CO- MERCIALES EVALUADAS EN LA ALTA BABICORA, CHIH. EN 1979.	75
CUADRO 12. RENDIMIENTO PROMEDIO Y PARAMETROS DE ESTABI- LIDAD DEL MATERIAL EXPERIMENTAL Y VARIEDADES CO- MERCIALES EVALUADAS EN LA ALTA BABICORA, CHIH. EN 1979.	76
CUADRO 1A. SUPERFICIE Y VALOR DE LA PRODUCCION DE LOS - - PRINCIPALES CULTIVOS, DENTRO DEL AREA DE IN-- FLUENCIA DEL CAESICH EN 1979.	101
CUADRO 2A. RESULTADO DE LA EFECTIVIDAD DE LA SELECCION MA- SAL MODERNA PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO EN VARIEDADES DE POLINIZACION LIBRE.	102
CUADRO 3A. CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE ALGUNAS LOCALIDA- DES SITUADAS AL NOROESTE DEL ESTADO DE CHIHUA- HUA Y QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL AREA DE ES- TUDIO DEL PRESENTE TRABAJO.	109

	PAG.
CUADRO 4A. ALGUNAS PROPIEDADES DE LOS DIFERENTES SUELOS DE LA REGION SEGUN ANALISIS DE SUELO EN DIFERENTES LOCALIDADES.	110
CUADRO 5A. MATERIAL ORIGINAL DEL COMPUESTO BLANCO DE AMPLIA BASE GENETICA.	111
CUADRO 6A. MATERIAL ORIGINAL DEL COMPUESTO AMARILLO DE AMPLIA BASE GENETICA.	111
FIGURA 1. RESPUESTA AMBIENTAL DE FAMILIAS SOBRESALIENTES DEL SEGUNDO CICLO DE SELECCION COMBINADA EN LA ALTA BABICORA, CHIH. EN 1979.	79
FIGURA 2. RESPUESTA AMBIENTAL DE LAS FAMILIAS SOBRESALIENTES DEL SEGUNDO CICLO DE SELECCION COMBINADA EN LA ALTA BABICORA, CHIH., EN 1979.	80
FIGURA 3. RESPUESTA AMBIENTAL DE LAS VARIETADES REGIONALES PERLA BLANCO Y PERLA AMARILLO, ASI COMO DE SUS CICLOS DE SELECCION MASAL MODERNA EN LA ALTA BABICORA, CHIH., EN 1979.	81
FIGURA 4. RESPUESTA AMBIENTAL DE UN COMPUESTO BLANCO DE AMPLIA BASE GENETICA EN LA ALTA BABICORA, CHIH. EN 1979.	82
FIGURA 5. RESPUESTA AMBIENTAL DE UN COMPUESTO AMARILLO DE MAIZ DE AMPLIA BASE GENETICA EN LA ALTA BABICORA, CHIH., EN 1979.	83
FIGURA 6. RESPUESTA AMBIENTAL DEL MATERIAL REGIONAL Y SU PRIMER CICLO DE SELECCION FAMILIAR DE PROGENIES AUTOFEUNDADAS EN LA ALTA BABICORA, CHIH., EN 1979.	84
FIGURA 7. RESPUESTA AMBIENTAL DE LA VARIETADE VS-202, ASI COMO DE UN COMPUESTO AMARILLO EN LA ALTA BABICORA, CHIH., EN 1979.	85
FIGURA 1A. SELECCION MAZORCA POR LINEA MODIFICADA (LON---QUIST).	103
FIGURA 2A. SELECCION ALTERNANTE MASAL Y SELECCION FAMILIAR (MH), 2 AÑOS/CICLO.	104
FIGURA 3A. SELECCION COMBINADA (MH) AÑO POR CICLO. (LON---QUIST-PARTERNIANI).	105

	PAG.
FIGURA 4A. SELECCION COMBINADA (MH) DOS AÑOS POR CICLO (COMPTON - COMSTOCK),	106
FIGURA 5A. SELECCION FAMILIAR CONVERGENTE-DIVERGENTE (MH). DOS AÑOS POR CICLO.	107
FIGURA 6A. SELECCION FAMILIAR CONVERGENTE-DIVERGENTE (HC) DOS AÑOS POR CICLO.	108
FIGURA 7A. METODOLOGIA UTILIZADA EN EL COMPUESTO - - BLANCO DE AMPLIA BASE GENETICA.	112
FIGURA 8A. METODOLOGIA UTILIZADA EN EL COMPUESTO <u>AMARILLO</u> .	113
FIGURA 9A. ESQUEMA DE SELECCION FAMILIAR COMBINADA - EN UN COMPUESTO AMARILLO PRECOZ DE ALTURA.	114
FIGURA 10A. ESQUEMA DE SELECCION FAMILIAR DE PROGENIES AUTOFECONDADAS EN MAICES REGIONALES -- CRISTALINOS BLANCOS.	115

RESUMEN

Con el fin de obtener variedades de maíz con alto potencial de rendimiento y adaptación a las drásticas condiciones ambientales que prevalecen en la región temporalera más importante del estado de Chihuahua, el Campo Agrícola Experimental "Sierra de Chihuahua" (CAESICH) por medio del programa de mejoramiento genético de maíz, inició a partir de 1970 la investigación agrícola en este cultivo mediante evaluación de germoplasma Nacional y extranjero así como efectuando selección masal moderna en las variedades regionales "Perla Blanco" y "Perla Amarillo".

En 1976 se empezaron métodos de mejoramiento poblacional en germoplasma sobresaliente del programa y en maíces regionales. Dichos métodos fueron: selección familiar combinada de medios hermanos maternos en un compuesto amarillo precoz de altura procedente del Banco Internacional de Germoplasma de CIMMYT; formación de un compuesto Blanco y un Amarillo de amplia base genética; selección familiar de progenes autofecundadas en maíces blancos regionales y selección por adaptación de germoplasma canadiense.

En 1979 a la vez que se continuaban desarrollando dichas poblaciones, se evaluaron los logros obtenidos en tres localidades de la "Alta Babfcora", esta evaluación estuvo integrada por el material más avanzado de las diferentes metodologías utilizadas y en algunos casos por el germoplasma original, así como por otras variedades sobresalientes con posibilidades de éxito al recombinarse. Resultados que se analizan en el presente estudio el cual tuvo como objetivos cuantificar de una manera objetiva el avance en rendimiento y/o estabilidad ambiental que se ha obtenido mediante la

aplicación de las metodologías mencionadas, así como el de determinar cu les variedades pueden ser utilizadas de una manera inmediata o mediata pa ra incrementar el rendimiento y/o reducir los riesgos de ser afectados -- por condiciones ambientales adversas.

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar, usando para la comparación de medias el método propuesto por Duncan. Los análisis estadístico empleados para rendimiento de grano fueron:

- a). Análisis de varianza individuales para una localidad.
- b). Análisis de varianza combinando los resultados de las tres loca lidades.
- c). Estabilidad ambiental; mediante la utilización de parámetros de estabilidad.

Del análisis de los resultados del presente trabajo se derivaron las siguientes conclusiones:

Para la primera hipótesis planteada se encontró que:

1. Se corroboró lo obtenido anteriormente por Ramírez (1977), quien reporta que la selección masal moderna no fue efectiva para aumentar el rendimiento de la variedad Perla Blanco, mientras que para la variedad Perla Amarillo el incremento fue leve (7.22%).

2. La selección familiar de progenies autofecundadas probó ser efectiva para aumentar el rendimiento de grano en aquellas poblaciones -- donde se presume existe poca variación genética, ya que el primer ciclo de selección superó estadísticamente en rendimiento a su material original, además la población mejorada mostró un rango de adaptación mayor.

3. Se cumplió el objetivo principal que llevó a formar una población blanca de amplia base genética, el cual fué reunir la diversidad -- genética expresada individualmente por cada uno de sus integrantes. Representada dicha variación en; la adaptabilidad observada por la mayoría de sus selecciones por precocidad a las diferentes situaciones ambientales estudiadas en el presente trabajo.

4. Se necesita aumentar la adaptabilidad y precocidad del compuesto amarillo de amplia base genética a fin de que tenga posibilidades de salir adelante en la región.

5. Los ciclos avanzados obtenidos mediante selección combinada de medios hermanos maternos no superaron en rendimiento y precocidad a los maíces amarillos regionales. Sin embargo en características agronómicas si superaron ampliamente a dichos maíces.

Respecto a la segunda hipótesis se concluye que:

6. Por su rendimiento y adaptación a las condiciones climatológicas de -

la región . las mejores variedades son; Perla Blanco y Perla Amarillo 4CSM.

7. De las variedades comerciales; El híbrido H-204, a reserva de mas evaluaciones, tiene muchas posibilidades de sustituir en corto plazo a - las variedades actualmente recomendadas. Por otro lado la variedad -- sintética VS-202 no tiene perspectiva debido a su bajo rendimiento.
8. El compuesto amarillo precóz; probó ser la población de mayor precocidad, superando incluso a los maíces regionales, situación no lograda por ningún material evaluado anteriormente bajo condiciones de hume--dad-temporal.

Este compuesto puede ser de bastante utilidad en aquellas regiones -- que por sus características climáticas requieran variedades muy precocec.

I. INTRODUCCION

La región temporalera más importante del estado de Chihuahua se encuentra al Noroeste de la entidad y está situada entre los meridianos 107°21' y 108°18' de Longitud Oeste de Greenwich, así como entre los paralelos 28°33' y 29°15' de Latitud Norte, en ella quedan comprendidos los municipios de - - Cuauhtémoc, Guerrero, Bachíniva, Namiquipa, Riva Palacio, Temósachic, Matachic, Cusihuiriachic, Madera y Gómez Farías, los cuales abarcan una superficie total de 34,140.55 km².

En dicha región el maíz ocupa el primer lugar en importancia socioeconómica (Cuadro 1A del apéndice), ya que de las 438,616 has que se cultivan con maíz, frijol, avena, trigo, papa, manzano y otros frutales de menor importancia, el maíz ocupó en 1979 el 50.85% del total de superficie sembrada, produciendo 254,632 toneladas con un promedio de 1,150 kg/ha con valor de \$2,514 millones de pesos, lo que representa un 35.25% de la producción total de los cultivos regionales.

En cuanto a limitantes tenemos que la principal en la región es la escasa precipitación en cantidad y oportunidad, así como un reducido período libre de heladas. En cuanto a la primera alrededor del 10% del total anual, se precipita en forma de nieve durante el invierno, lo cual condiciona a que la siembra de maíz se realice a "busca jugo", es decir hasta encontrar la -- humedad residual.

La investigación agrícola sobre maíz en esta región se inició en 1968 - por el Comité Menonita de Servicios Agrícolas y sus primeros trabajos fueron evaluaciones de germoplasma extranjero introducido de Estados Unidos y Canadá bajo condiciones de riego; los resultados obtenidos después de cuatro --- años de investigación (1968-1971) fue que algunas variedades superaron a maíces regionales en rendimiento, características agronómicas y en algunos de -

los casos de menor precocidad.

A partir de 1970 el INIA por medio del Campo Agrícola Experimental - "Sierra de Chihuahua" (CAESICH) inició la investigación agrícola de dicho cultivo, evaluando el germoplasma nacional y extranjero que tuviera posibilidades de adaptación a las condiciones climatológicas de la región, simultáneamente se realizó selección masal moderna en las variedades regionales "Perla Amarillo y Perla Blanco". Los resultados indicaron que existía material que superaba en una o varias características agronómicas a los maíces "criollos" aunque no en su totalidad, impidiendo por lo tanto su utilización comercial. Por otra parte la selección masal practicada - indica que sólo Perla Amarillo tuvo respuesta en un 4% en rendimiento por ciclo de selección no mejorándose su tipo de planta.

Por lo anterior; en 1976 con el fin de cumplir con el objetivo del programa de mejoramiento del cultivo del maíz en la región, el cual es; - obtener variedades con alto rendimiento y consistencia a las diferentes - condiciones ambientales con que se cuenta en el área de influencia del -- CAESICH, se iniciaron diferentes métodos de mejoramiento poblacional en - germoplasma sobresaliente, dichos métodos fueron: selección familiar combinada de un compuesto amarillo cristalino precoz de altura, procedente - del Banco Internacional de Germoplasma de CIMMYT; formación de un compuesto Blanco y Amarillo de amplia base genética; selección familiar de progenies autofecundadas en maíces blancos regionales, así como selección por adaptación en germoplasma Canadiense.

En 1979 a la vez que se continuaban desarrollando dichas poblaciones se evaluaban sus procedimientos en tres localidades de la "Alta Babicora" la evaluación estuvo integrada por el material más avanzado de las dife-
rentes metodologías anteriormente mencionadas y en algunos casos por su -

germoplasma original, así como por otras variedades sobresalientes con posibilidades de recomendación comercial.

Considerando lo anterior, se planteó el presente estudio el cual tuvo como objetivos cuantificar de una manera objetiva el avance en rendimiento y/o estabilidad ambiental que se ha obtenido mediante la aplicación de Cuatro métodos de mejoramiento, así como el determinar cuales variedades pueden ser utilizadas de una manera mediata o inmediata para incrementar el rendimiento y/o reducir los riesgos de ser afectados por condiciones ambientales adversas.

En base a los anteriores objetivos se plantearon las siguientes hipótesis:

1. Los procedimientos de fitomejoramiento utilizados han sido efectivos para incrementar el rendimiento y/o la estabilidad ambiental.
 - a). Existe avance de rendimiento en la población mejorada por selección masal modernal, así como en la selección familiar de progenies autofecundadas.
 - b). Existe buena adaptación por parte de las poblaciones de amplia base genética a los diferentes ambientes con que se cuenta en la región.
 - c). Los ciclos avanzados de la selección combinada superan en rendimiento y calidad agronómica a los maíces amarillos regionales.
2. El germoplasma en estudio es superior en rendimiento, calidad agronómica y presenta mayor estabilidad ambiental que los maíces regionales.

II, REVISION DE LITERATURA

2.1. Selección

Strickberger (1974), citado por Ramirez (1977) da las siguientes definiciones de selección.

Selección: La selección puede ser definida como la gran variedad de mecanismos responsables de la modificación del éxito reproductivo de un genotipo.

Selección Natural: Es el éxito reproductivo de los organismos que no están determinados por la elección humana.

Selección Artificial: Es el éxito reproductivo de los organismos elegidos conscientemente por el hombre.

2.2. Selección Masal

Sprague (1955), menciona que la selección masal en maíz, indudablemente tuvo un inicio conjunto al de la domesticación de dicho cultivo. En esta metodología se seleccionaron mazorcas individuales que eran escogidas -- con base a sus características y las de las plantas que las produjo, estas mazorcas seleccionadas eran mezcladas, la práctica de mezclar la semilla, - para su posterior utilización impidió contar con información del comportamiento de la progenie.

Poehlman (1959) menciona que en el método de selección en masa, se escogen mazorcas basándose en las características de la planta y de la mazorca, las semillas obtenidas de dichas mazorcas se mezclca y se siembran en - masa.

Angeles (1961) y Wellhausen (1963), mencionan que la Selección Masal es el método de mejoramiento de maíz más viejo y simple; fue usado por la población indígena de México y de Centro América desde la domesticación del maíz hace aproximadamente 7,000 años y con este método desarrollaron con la ayuda de la gran diversidad ecológica, miles de variedades con diferentes niveles de productividad.

2.2.1. Metodos de Selección Masal

Las alternativas de la Selección Masal son las siguientes:

Selección Masal moderna estratificada (in situ), Selección Masal convergente-divergente y Selección Masal rotativa.

Los pasos a seguir para la Selección Masal moderna descrita por Angeles (1961) son:

- 1.-Obtener una población de orden de 7,500 plantas bien espaciadas en aproximadamente un cuarto de hectárea.
- 2.-Dividir el lote en parcelas. La razón es de contar dentro de cada parcela con una variación mucho menor que la variación que se encontraría en todo el lote; ésto reduce la varianza ambiental dando oportunidad a trabajar más sobre varianza genética.
- 3.-Seleccionar sólo plantas con competencia completa.
- 4.-Secar las mazorcas hasta humedad constante (12% comercial) y pesar individualmente la producción de cada planta.
- 5.-Calcular la media del sublote y la media general, ajustar la producción de cada planta por la media general y la media de cada parcela con la fórmula propuesta por Molina en 1961.

$$\hat{Y}_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_i + \bar{Y}_{..}$$

Donde:

\hat{Y}_{ij} = Rendimiento ajustado de la planta j-ésima del sub-lote i-ésimo

Y_{ij} = Rendimiento observado de la j-ésima planta del sub-lote i-ésimo

\bar{Y}_i = Media de todas las plantas del sub-lote i-ésimo.

$\bar{Y}_{..}$ = Media general del lote.

6.-Aplicar sobre las plantas cosechadas una presión de selección.

7.-De acuerdo con el número de mazorcas seleccionadas tomar de cada - una tres muestras de un número igual de semillas para:

- a). Sembrar el siguiente ciclo de selección.
- b). Sembrar el ensayo de rendimiento del ciclo.
- c). Guardar como reserva.

Selección Masal Convergente-Divergente.

Márquez (1976) propone este tipo de Selección Masal, en el que los pasos son los siguientes:

Convergencia.-En una localidad central se siembra un compuesto balanceado del material de las sub-regiones que se requieren para la divergencia, el cual se deja recombinar al azar por lo menos una generación.

Divergencia.-La población resultante de un lote de convergencia, se divide en sub-poblaciones (tantas como lugares de divergencia) para ser enviados a los lugares de divergencia, donde se sembrará en lotes aislados para aplicar Selección Masal moderna (in situ), se fija una presión de selección uniforme y constante en todas las localidades.

En cada localidad se forma un compuesto balanceado de la muestra cosechada para sembrarse de nuevo el siguiente ciclo.

Los dos pasos anteriores constituyen la base de un ciclo de selección convergente-divergente, que puede ser continuada en función de los progresos alcanzados.

Selección Masal Rotativa.

Márquez (1976), citado por Covarrubias (1979) propone este método como otra alternativa para contrarrestar los efectos de interacción genotipo ambiente y consiste en realizar los ciclos de selección en forma rotativa en cada una de las localidades elegidas.

2.2.2. Efectividad de la Selección Masal

Williams y Welton (citados por Sprague en 1955), publicaron datos sobre la efectividad de la Selección Masal para varias características de mazorca en la variedad Clarange; los resultados indicaron que la Selección para longitud de mazorca no fue efectiva en separar la población original en dos grupos distintos, ni la selección tuvo importancia en el rendimiento; algunos de los factores que indudablemente contribuyeron a la ineffectividad de la selección practicada fueron: 1) baja selección diferencial y 2) falta de control de la progenie.

Sprague (1955), menciona que los métodos de Selección Masal fracasaron debido a las causas siguientes: 1) falta de aislamiento en el lote de selección, 2) no reconocer la importancia de efecto de competencia entre plantas y 3) dar demasiada importancia a caracteres morfológicos al realizar la selección.

Poehlman (1959) explica que la Selección Masal es eficaz para aumentar rendimiento de grano y que dicha ineficacia es debida a:

- a). Incapacidad del fitomejorador para reconocer las plantas de rendimiento superior.
- b). Las plantas sobresalientes pueden ser polinizadas por plantas superiores e inferiores, de tal manera que el alto rendimiento potencial de una planta no se reproduce en todos sus descendientes.
- c). Una selección rigurosa para características específicas de la planta conduce con frecuencia a una cierta consanguinidad y ésta, en realidad reduce el rendimiento.

Arellano (1976), indica que; partiendo de una colecta de maíces criollos en valles altos de Puebla y Veracruz, al primer ciclo de Selección Masal se obtuvo ganancia en rendimiento de hasta 32% sobre la variedad original.

Ramírez en 1977, trabajando con las variedades Perla blanco y Perla amarillo, dice que se obtuvo para Perla amarillo al cuarto ciclo de selección un aumento del 12.92% con respecto al original, o sea una ganancia de orden del 3.23% por ciclo. Para Perla blanco, explica que al tercer ciclo de selección no se obtuvo avance para rendimiento.

Delgado (1979) presenta el Cuadro 2A, en el que se muestran algunos resultados de la efectividad de la Selección Masal para incrementar rendimiento.

2.3 Selección familiar (Mazorca por surco)

2.3.1 Definición

Hopkins (1896) citado por Villena (inedito) aplicó el método para selección de aceite y contenido de proteína en la variedad Burr. 163 mazor-

cas de maíz fueron analizadas para ambos caracteres. Las 24 mazorcas de mayor contenido de aceite fueron seleccionadas para el próximo año ser combinadas en mazorca por surco. Las mazorcas de más alto contenido de aceite fueron seleccionadas otra vez. El proceso para seleccionar mazorcas pobres en aceite fue similar; de igual modo se desarrolló un programa de selección divergente para alto y bajo contenido de proteína en la misma variedad.

El contenido de aceite en la variedad original fue de 4.7% y 10.9% el de proteína. Después de 50 años de selección, las líneas de alto contenido de aceite tenían 15.36% de aceite y las de bajo contenido 1%. Las selecciones de alto y bajo contenido de proteína tenían promedios de 19.45 y 4.91%, respectivamente. Para prevenir una reducción drástica en la magnitud de la varianza varias modificaciones fueron introducidas. Hunt (1904) utilizó parcelas duplicadas y Williams (1905) usó semilla remanente de las mazorcas seleccionadas.

Poehlman (1959), citando el mismo inicio anterior del método mazorca por hilera, menciona que los aspectos esenciales de este sistema fueron los siguientes:

- a). Se desgranar por separado de 50 a 100 mazorcas, parte de la semilla de cada una se siembra de tal manera que se tenga un surco para cada mazorca. El resto de la semilla se identifica debidamente y se guarda.
- b). Cada surco se registra y evalúa en relación con sus características y rendimiento, seleccionando los mejores surcos.
- c). La semilla que se conservó de las mazorcas que produzcan los mejores diez o veinte surcos, se utilizó para sembrar el año siguiente.

De este lote se seleccionaron únicamente mazorcas repitiendo el procedimiento.

Mangelsdorf (1974), citado por Covarrubias (1979), señala que fue Vilmo rín en 1856, el primero en recomendar y usar el método de mazorca por surco, quien lo empleó con éxito para aumentar el contenido de azúcar en la remolacha azucarera.

La productividad relativa de diferentes mazorcas es evaluada por la siembra de una porción de la semilla de cada mazorca en surcos individuales y determinando el comportamiento de las parcelas.

Brauer (1969) dice que la selección familiar es la selección de las progenies de plantas individuales.

2.3.2 Métodos de selección familiar.

Selección de mazorca por hilera modificada por Lonquist (1961).

Lonquist introdujo una modificación en el esquema general de selección por mazorca.

Esta modificación consiste en la selección de individuos dentro de familias de medios hermanos previamente seleccionados. Las familias de medios hermanos son evaluadas en experimentos repetidos en varias localidades.

El proceso general es el siguiente:

- a). 250 mazorcas de la población original son sembradas en experimentos repetidos en localidades. Semilla de las mismas familias son sembradas en un lote aislado de desepigamiento con surcos hembras. Los surcos machos son sembrados con un compuesto balanceado de las 250 familias.

- b). la información obtenida en los experimentos de rendimiento permite efectuar la primera selección entre familias de medios hermanos. - La intensidad de selección aplicada es de 20% (50 familias).

La segunda selección se efectúa en el lote de desespigamiento. Cinco plantas del 20% de familias seleccionadas se seleccionaron para proseguir - las pruebas el próximo año sobre un total de 250 nuevas familias de medios-hermanos.

Márquez (1977), describe cinco métodos de selección familiar, los cuales se muestran a continuación.

↓
1. Selección Alternante. Se usa en los casos en que no sea posible - hacer la Selección Masal en los campos de agricultores. En esta selección se hace un ciclo de Selección Masal (SM) en el campo experimental que se - alternará con un ciclo de Selección Familiar (SF) en campos de agriculto--res. Este método permite mantener la variabilidad genética en la población mediante la SM y evaluar el material seleccionado en condiciones del culti vo mediante la SF. Selecciona para rendimiento en el campo experimental y para adaptabilidad en los campos de agricultores.

X 2. Selección combinada de Lonquist-Paterniani; año por ciclo. Se ha-ce selección inter-familiar en campos de agricultores y selección intra-fa mial en un lote de desespigamiento aislado en el Campo experimental. -- Se obtiene la mayor respuesta teórica por ciclo de selección y mantiene -- cierto grado de diversidad genética por la polinización en el lote de de--sespigamiento que incluye familias seleccionadas y no seleccionadas. Al - igual que el método seleccionado para rendimiento en el campo experimental y para adaptabilidad en campos de agricultores.

× 3. Selección combinada de Comston-Comstock; dos años por ciclo. En el primer año se hace selección inter-familial en campos de agricultores, para adaptabilidad principalmente. En el segundo se lleva a cabo selección intrafamiliar (para rendimiento) en el campo experimental en un lote de desespigamiento que incluye sólo a las familias seleccionadas. Aun que la respuesta es casi el doble que con el método anterior (No. 2), -- por necesitarse 2 años por ciclo la respuesta por año es casi la misma. Ofrece mayores facilidades de operación, aunque no permite mantener la - variabilidad genética como el método No. 2, sino que se pierde más rápidamente.

× 4. Selección familiar convergente-divergente de medios hermanos. - Se hace selección familiar (principalmente para adaptabilidad) en campos de agricultores; con las familias seleccionadas se hace un compuesto que se lleva a recombinación genética en un lote de polinización manual. De este se extraen mazorcas que constituirán futuras familias de medios hermanos para un segundo ciclo. Es el método más fácil. La selección de - más énfasis a la adaptabilidad que al rendimiento. Al igual que el méto do No. 3, no permite mantener la variabilidad genética como los métodos- No. 1 y 2, sino que la pierde también más rápidamente por recombinar sólo familias seleccionadas.

× 5. Selección familiar convergente-divergente de hermanos completos.- Es un método similar al anterior sólo que se usan familias de hermanos -- completos obtenidos por cruzamientos planta a planta.

Molina (1976) propone el método de selección familiar de progenies - autofecundadas, sobre todo en aquellas poblaciones donde la variación ge- nética es presumiblemente baja, a continuación se exhibe la descripción - de dicho método.

1. Partir de una muestra de 300 mazorcas de una variedad de polinización libre.
2. Ensayar para rendimiento las 300 mazorcas (familias de medios hermanos) en un diseño de bloques al azar, con una repetición en cada una de 3 localidades de la zona agrícola de interés.

3. Características del diseño:

Parcela (Familia): 1 surco de 30 plantas distanciadas a 33 cm dentro del surco a 90 cm entre cada surco.

Repetición: 300 familias de 1 surco distribuidas en 6 fajas de 50 familias cada una. Distancia entre fajas, 75 cm.

Bloques: Subdividir la faja en 10 bloques de 5 familias (5 surcos) cada bloque.

4. Autofecundación. Autofecundar las 10 plantas con competencia de cada surco que visualmente presenten el mejor aspecto. No autofecundar la primera ni la última planta de cada surco.
5. Cosecha. Cosechar todas las plantas con competencia de cada surco, incluyendo las autofecundadas. Registrar el peso de campo, el porcentaje de humedad y el número de plantas por familia.
6. Ajuste por heterogeneidad de bloques.

El rendimiento ajustado de la i -ésima familia del j -ésimo bloque será:

$$\hat{f}_{ij} = f_{ij} - f_{.j} + f_{..}$$

donde: f_{ij} = el rendimiento de la i -ésima familia del j -ésimo bloque.

i = 1,2,3,4,5: familias

j = 1, 2, ...60: bloques

$f_{.j} = \sum_{i=1}^5 f_{ij} / 5 = \text{media del } j\text{-ésimo bloque}$

$f_{..} = \sum_{i,j} f_{ij} / 300 = \text{media general del lote}$

7. Selección familiar de progenies autofecundados.

- a.-Obtener el rendimiento ajustado promedio, sobre las 3 localidades, de cada una las 300 familias.
- b.-Seleccionar las mejores 60 familias; es decir, aplicar una presión de selección de 20%.
- c.-Seleccionar las mejores 5 plantas autofecundadas de cada familia; es decir, aplicar una presión de selección de 25% dentro de familias (20 plantas con competencia por familia).

La selección de las 60 mejores familias (20%) y de las 5 mejores plantas autofecundadas dentro de cada familia (25%), producirá una presión de selección final de 5%. Esto hace que la selección total sea de 300 plantas autofecundadas.

8.-Recombinación.

- a.-Formar un compuesto balanceado con igual número de semillas de cada una de las 300 plantas seleccionadas.
- b.-Sembrar el compuesto balanceado con igual número de semillas de las plantas del lote de recombinación.

3.-Obtener un compuesto balanceado con igual número de semillas de las plantas del lote de recombinación.

El método permite obtener un ciclo de selección por año en lugares con clima caliente. El lugares con invierno frío, se recomienda hacer la recombinación en el invierno en algún lugar libre de heladas.

Los esquemas de los anteriores métodos a excepción de la Selección Familiar de progenies autofecundados se exhiben en las figuras 1A a la 6A.

2.3.3. Efectividad de la selección familiar

Smith y Brunson (1925), citados por Sprague (1955) aplicando el método de mazorca por hilera en 190 mazorcas seleccionadas de una variedad local, con el objeto de separar mazorcas de alto y bajo rendimiento, mencionan que la selección para bajo rendimiento fue efectiva, mientras que la realizada para obtener alto rendimiento no fue efectiva cuando se le comparó con el material sin genealogía.

Sprague, explica que el fracaso de no obtener alto rendimiento pudo ser causado por la endocría que ocurrió en las parcelas y también por la ineficiencia de parcelas de una sola hilera.

Paterniani (1967), con su modificación de evaluar las familias a mejorar en tres localidades, mientras que en una cuarta se practicaba selección dentro de familias, en la variedad "Paulista Dentado" obtuvo en tres ciclos una ganancia por ciclo de 13.6% para rendimiento de grano.

Romero (1967), citado por Márquez (1977) informa los resultados de dos ciclos de selección en la variedad "Compuesto Tuxpeño", obteniendo sobre el ciclo original una ganancia del orden de 11.0 y 17.7% para el primero y segundo ciclo respectivamente.

Wevel y Lonquist (1964), citados por Brauer (1969) al aplicar el método modificado, por Lonquist, informaron que después de cuatro generaciones de selección, la media de la población aumentó en rendimiento un promedio de 9.44% por ciclo.

Posteriormente Compton y Bahadur (1977), citados por Covarrubias, informan del avance obtenido en 10 ciclos de selección el cual fue una ganancia en rendimiento de 5.26 por ciclo.

2.4 Comparación entre Selección Masal y Selección Familiar.

Ventajas y desventajas de la Selección Masal.

Ventajas Selección Masal.

Lonquist (1964) señala que las ventajas de la Selección Masal son las siguientes:

- 1.-La técnica utilizada es la más simple posible.
- 2.-El intervalo por generación es minimizado; la pequeña ganancia obtenida por generación de Selección Masal, requiere un aumento extremadamente grande por otros sistemas que necesitan de 3 a 5 años por ciclo, por lo que el aumento por año sería comparable a aquel obtenido por Selección Masal en ese mismo lapso de tiempo.
- 3.-Mejor utilización del germoplasma.
- 4.-En área donde el tipo de endospermo es de importancia, se puede realizar un mejoramiento efectivo sin temor de cambiar drásticamente las características del endospermo deseadas por el agricultor.

En otro artículo, el citado autor (1964), señala como otras ventajas de la selección masal, las siguientes:

- 1). La duración del ciclo es mínima.
- 2). Ofrece oportunidades para máxima recombinación.
- 3). Permite una máxima utilización de la variabilidad genética.
- 4). Las intensidades de selección son máximas.
- 5). Las poblaciones seleccionadas están disponibles para su inmediata distribución a los productores, después de cada generación.

Desventajas Selección Masal.

Lonquist (1961) hace mención de que la selección masal tiende a concentrar genes para adaptación de ambientes específicos, restringiendo su utilización en regiones amplias.

El mismo autor, en otro artículo (1964) señala que la limitación más obvia de la selección masal como método de mejoramiento, es que éste está basado sobre la selección fenotípica de plantas en una localidad de prueba y que las diferencias fenotípicas no son un garantía de diferencias genotípicas.

Ventajas Selección Familiar

Lonquist (1961) señala que las ventajas del método de selección de marzorca por hilera modificada son:

- 1). Tiene las mismas ventajas de la selección masal, ya que ésta es -- parte del método.
- 2). La prueba de progenies suministra una medida y control de los efectos del genotipo por medio ambiente en el programa de selección.
- 3). Permite una medida constante directa del progreso por selección.
- 4). Un ciclo por año.

Desventajas Selección Familiar

Las desventajas puede identificarse así:

- 1). Intensidad de selección reducida como resultado de limitaciones físicas respecto al número de familias que es posible probar.
- 2). Tiene una mayor complejidad que el método de selección masal.

Sprague (1955), expone las diferencias entre selección masal y familiar de la siguiente forma:

<u>Selección Masal:</u> (antigua)	<u>Selección Familiar:</u>
No aislamiento	Aislamiento
No prueba de progenie	Prueba de progenie
Diferencial de selección limitado	Diferencial de selección - máximo.

Márquez (1977), haciendo un análisis de alternativas para la selección familiar en maíz; explica que en la actualidad existe abundante evidencia sobre el éxito de la selección masal dentro de los límites teóricamente establecidos. Para la selección familiar; sin embargo, existe mucha menos. La razón de esto puede residir, precisamente, en la obtención de respuestas sustanciales aún después de hasta 10-15 ciclos de selección, por lo que la aplicación de la selección familiar parece todavía innecesaria.

Por otra parte, casi con carácter de dogma se ha calificado a la selección masal con un método "sencillo" y "barato" de mejoramiento en relación a las metodologías derivadas de las grandes áreas genotécnicas: la selección y la hibridación. Desde luego que con referencia a la hibridación, esto es cierto; sin embargo, en relación a las otras metodologías de la selección, concretamente: los diversos métodos de selección familiar pueden existir ciertas desventajas de la selección masal.

En este último contexto tenemos por ejemplo: la dificultad de disponer de lotes aislados, particularmente en campos de agricultores cooperantes; la eliminación de plantas sin competencia completa, lo que causa cambios en la intensidad de selección o bien, al mantener fija ésta, una disminución en la población total bajo selección; la laboriosidad en la cosecha y (al menos -- que la selección se haga in situ) la necesidad de conservar todo el material y acarrearlo hasta que se uniformice su contenido de humedad y se proceda a la medición de plantas individuales, hasta en número de cinco mil, o a veces más.

En contraste, en las metodologías de selección familiar, las desventajas anteriores o no existen o son de menor grado: no hay necesidad de lotes aislados en todas las localidades (cuando mucho sólo uno en la selección combinada, o un lote de recombinación por polinización manual en la selección - convergente-divergente) y es posible hacer ajustes estadísticos por concepto de fallas en la parcela y las técnicas de campo en la siembra y cosecha se - reducen a las ya ampliamente usadas en los ensayos de rendimiento, con la -- ventaja adicional de que la cosecha y la toma de muestras de humedad de grano se llevan a cabo en el mismo lugar y día, no habiendo necesidad de conservar ni de acarrear el material evaluado en la selección inter-familiar.

Paterniani (1967) indica que la selección familiar es más efectiva para adaptabilidad en regiones de gran variación ambiental.

Webel y Lonquist (1967), informan de una ganancia de 9.44% por ciclo mediante selección modificada de mazorca por surco en la variedad Hays Golden. Esta respuesta se compara favorablemente con la ganancia previa obtenida para rendimiento en la misma variedad mediante selección masal, puesto que - - Gardner, seleccionando para rendimiento de grano y Lonquist, seleccionando - para mazorcas por planta, señalan que los incrementos en rendimiento de gra-

no obtenidos fueron de 3.93% y 6.28% por ciclo, respectivamente.

Covarrubias (1979), utilizando una variedad criolla comparó el método de selección familiar combinada contra la selección masal in situ, en sus conclusiones menciona que ambos métodos son igualmente eficientes, ya que obtuvieron una respuesta por ciclo muy similar, aunque esta evidencia no es muy fuerte, pues selección masal fue favorecida por haberse hecho la selección en base a peso de grano y no de mazorca como en el caso de selección familiar combinada y que en la obtención del primer ciclo de ésta solo se evaluó en un ambiente.

Así mismo concluye que la selección familiar combinada fue el mejor método para adaptabilidad.

2.5 Compuestos de amplia base genética.

Respecto a la formación de poblaciones con amplia base genética en la cual se busca aumentar e implementar mayor variabilidad genética que la expresada individualmente por cada variedad, lo cual es importante sobre todo en aquellas poblaciones que presumiblemente tienen escasa varianza aditiva como es el caso de las variedades regionales de la zona temporalera situada al noroeste de la Sierra de Chihuahua, se tiene poca información. Dicha literatura se presenta a continuación.

Sprague y Finlay (1976) al respecto dicen que tal vez uno de nuestros problemas actuales estriba en el empleo de técnicas sobreelaboradas que no utilizan la riqueza de diversidad genética que tenemos a nuestra disposición y quizá no sepamos los tipos de plantas que necesitamos en realidad.

En épocas modernas, las plantas cultivadas se han movilizadas a una amplia gama de ambientes y zonas geográficas, muy distintas del lugar de origen, este proceso ha ayudado a aumentar la variabilidad genética que tenemos ahora, tal-

mejora indica también que las especies son dinámicas: todavía están generando variabilidad en ellas.

Si las economías del mercado en desarrollo han de lograr una tasa de crecimiento anual en su producción, se requerirá del uso más inteligente del amplio almacén de variabilidad genética.

Continúan diciendo que los fitomejoradores (en general) no miran hacia adelante y conjuntan una gama amplia de germoplasma existente en sus sistemas genotécnicos, más bien, se dedican a reselectionar de manera continua un complejo génico relativamente estrecho. Hay un peligro real de limitar la variabilidad genética y de incrementar la vulnerabilidad de especies de cultivos en particular al ataque de plagas, enfermedades u otros factores adversos.

Aseguran que no serán las colecciones por sí mismas sino las acumulaciones de los genes deseables a partir de las colecciones las que harán importante contribuciones al mejoramiento de los cultivos.

Citan que de ordinarios existen dos razones para el uso en gran escala de plasma germinal:

- 1) Ampliar la variabilidad genética para lograr mayor adaptación.
- 2) Movilizar la especie en un ambiente donde no había podido antes crecer.

La metodología que proponen es que el fitomejorador, al ir a un ambiente neutral, es decir un ambiente lo suficientemente moderado que permita que las colecciones de cualquier parte del mundo florezcan y produzcan grano, entonces todos los tipos se pueden entrecruzar. Se puede permitir que la progenie resultante se siga intercruzando por varias generaciones a fin de rom-

per ligamientos genéticos o bien las progenies se pueden seleccionar en una serie de ambientes diferentes y luego las selecciones superiores se retornan al ambiente neutral para los intercruzamientos posteriores.

Mediante estos procesos los genes favorables para cada uno de estos ambientes diferentes pronto se acumulan para constituir una población que se cultivará satisfactoriamente en cualquiera de los ambientes.

Esto no indica que necesariamente tenga la resultante poblacional que ser de mayor rendimiento a las variedades liberadas, pero si se dispondrá de una nueva serie de genes para iniciar diferentes métodos de mejoramiento.

Ortega y Carballo (1977), definen como Población de Amplia Base Genética (PABG) a aquella formada a partir de la recombinación de un grupo de materiales contrastantes en varias características y que ha recibido leve o ninguna selección. Las principales ventajas de integrar PABG consisten en disminuir el número de materiales que se trabajan y auspiciar una gran recombinación con miras a obtener genotipos superiores a mediano y largo plazo. En cuanto a sus desventajas, resalta que se requieran varios ciclos para integrar los y que algunos caracteres deseables se pueden diluir demasiado, siendo difícil su recuperación.

A continuación se dan a conocer algunos métodos empleados y otros solamente ideados para el inicio de la integración de PABG señalando sus virtudes y limitaciones. Los métodos discutidos pueden clasificarse conforme a la fuente o por la mecánica para su integración de la siguiente manera:

I). Por lo que toca a material:

- 1.- Colecciones sobresalientes o prometedoras por adaptación, resistencia a enfermedades y/o caracteres agronómicos deseables.

- 2.-Mazorcas de diferente material seleccionado de ensayos de rendimiento, cuando éstos han estado sujetos a condiciones ambientales especiales tales como: sequía, heladas, etc.
- 3.-Materiales sobresalientes de los programas de mejoramiento (líneas, sintéticos, híbridos, variedades, etc.).

II). Por la mecánica de su integración.

- 1.-Mezcla mecánica de cantidades iguales de semilla y recombinación mediante polinización libre.
- 2.-Igual que el anterior pero estableciendo fechas diferenciales de siembra para facilitar la recombinación de materiales de diferente precocidad.
- 3.-Lote de desespigamiento, en el que las hembras son los componentes individuales y el macho es un compuesto balanceado de dichos componentes u otro material.

En la formación de una PABG no importa mucho que algunos de sus integrantes originales individuales estén bastante alejados del modelo buscado -- siempre y cuando se considera que puedan aportar genes favorables, los cuales por medio de selección recurrente pueden irse concentrando hasta que se logre la obtención de un genotipo aceptable conforme al modelo establecido. Un ejemplo de esta situación se tiene en el Istmo de Tehuantepec en donde -- ningún material introducido superó al regional. No obstante se consideró -- conveniente combinar las selecciones precoces introducidas que estuvieran menos inadaptadas con zapalote chico, todo ello buscando obtener un población variable de donde sea factible obtener genotipos superiores al propio Zapalote chico original.

Ortega (1979), buscando formar una PABG precoz que sirva como base a largo plazo para programas de mejoramiento en valles altos menciona que la integración de la PABG citada se inició en Chapingo en 1976.

En el ciclo de temporal de ese año se cruzó el II Ciclo de Selección del compuesto precoz de altura por 363 materiales seleccionados.

En 1977 en un lote de desespigue se recombinaron las híbridos obtenidos en 1976, usando como polinizador un compuesto de las hembras eliminando los colores de arcano indeseables y las poblaciones menos adecuadas.

A la fecha se continúa con la formación de la población no teniéndose por tanto resultados medibles.

2.6 Interacción genotipo - medio ambiente.

Antecedentes

Con relación a la interacción genotipo-medio ambiente, Márquez (1974) dice que este fenómeno no es sino el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientes y que particularmente en la agricultura de México, dada la gran diversidad de condiciones ecológicas con que cuenta el país, es de suma importancia aplicar los criterios de "estabilidad" y "deseabilidad" para las variedades que estén en proceso de mejoramiento.

De acuerdo a la importancia de estas interacciones, Moll y Stuber (1974), mencionan que su significancia para el fitomejorador depende de los objetivos; si se desean variedades que se comporten bien sobre un amplio rango de medios ambientes, entonces el programa es favorecido por pequeñas interacciones. Si por el contrario, se desean variedades bien adaptadas a medios ambientes muy-específicos, entonces el programa puede ser beneficiado por grandes interacciones.

Finlay y Wilkinson (1963), citados por Martínez (1977) estudiaron la adaptación de 277 variedades de cebada, para ello utilizaron los rendimientos de grano de diferentes localidades del sur de Australia. Ellos hicieron la regresión líneal del rendimiento individual de cada variedad sobre el --rendimiento promedio de todas las variedades en cada localidad. Mencionan que son índices importantes en el análisis de adaptación, el coeficiente de regresión (b) de los rendimientos promedio de las variedades sobre la media del vivero en cada localidad y el promedio de rendimiento de la variedad en todos los ambientes; definen además estabilidad promedio cuando "b" es igual a la unidad y está asociado con alto rendimiento, mientras que asociado a bajo rendimiento indica que la variedad está pobremente adaptada a todos los medios ambientes de prueba. Valores de b mayores que la unidad, describen variedades con mayor sensibilidad a los cambios ambientales e indica adaptación a medios ambientes de alto rendimiento, en tanto que valores menores que uno se presentan en genotipos de mayor resistencia (en respuesta) a los cambios ambientales e indican que las variedades se adaptan a medios ambientes de bajo rendimiento; finalmente ellos describen a una variedad "ideal" como aquella que tiene adaptabilidad general, o sea alto rendimiento en todos los medios ambientes.

Rowe y Andrew (1964), determinaron la estabilidad fenotípica para líneas de maíz y generaciones derivadas de ellas, obteniendo que las diferencias en estabilidad entre grupos genotípicos fueron asociados con diferencias en capacidad para explotar ambientes favorables. Los grupos más vigorosos heterocigotes fueron capaces de alto comportamiento bajo condiciones favorables y fueron desproporcionalmente reducidos en ambientes desfavorables.

El análisis de regresión mostró que los grupos segregantes fueron más estables en comportamiento que los grupos de líneas o híbridos. La varian-za para desviaciones de regresión y la estimación de los componentes de va-rianza x ambiente indicaron que la estabilidad superior en las diversas po-blaciones segregantes pueden ser debidas a interacciones de compensación de individuos dentro de estos grupos de variedades.

Allard y Bradshaw (1964), dividen a las variaciones del medio ambiente en dos categorías: predecibles y no predecibles.

La primera categoría incluye las características permanentes del medio-ambiente tales como el Clima, tipo de suelo, caracteres que varían de una -manera sistemática como la longitud del día, aspectos que son determinados-por el hombre y que pueden por lo tanto ser establecidos más o menos a vo--luntad como la fecha y densidad de siembra. La segunda categoría incluye -fluctuaciones en tiempo como la cantidad y distribución del agua de lluvia, temperatura, etc.

Consideran que una población es buena amortiguadora cuando una variedad puede ajustar su fenotipo o genotipo a fluctuaciones transitorias del medio-ambiente, obteniendo altos y estables rendimientos por localidad y años. -- Hay dos maneras en la cual una variedad puede mostrar estabilidad.

1. Amortiguamiento poblacional: es cuando la variedad está constituida de un número de genotipos cada uno adaptado a un rango de ambientes, este amortiguamiento surge de interacciones entre diferentes genoti-pos que coexisten
2. Amortiguamiento individual: es cuando los individuos por si mismos-pueden ser buenos amortiguadores de tal manera que cada miembro de -la población está bien adaptado al rango de ambientes.

Después de una exhaustiva revisión de literatura los autores mencionados concluyen que diversidad genética a menudo conduce a estabilidad, bajo condiciones ambientales cambiantes. Según Gómez (1977), puede decirse que un genotipo es "estable" si de alguna manera puede ajustar sus respuestas fenotípicas para proporcionar alguna medida de uniformidad a pesar de las fluctuaciones ambientales Moll y Stuber, (1974); "estabilidad" equivale al término aplicado por Allard y Bradshaw a una variedad "buena amortiguadora".

Juárez (1977) señala que la manifestación de los efectos genotípicos de las plantas dependen en gran parte del medio ambiente que les rodea; la presencia de interacciones entre estos dos factores dificulta en general el logro y la medida de los avances genéticos en la selección y prueba de materiales sobre una extensa variedad ecológica. Así mismo, narra que las variedades difieren ampliamente en su respuesta al medio ambiente, algunas exhiben un comportamiento altamente específico a un ambiente particular, mientras que otras pueden ser reproductivas en una diversidad de ambientes.

Trabajando con datos de altura de planta de dos líneas híbridas de Nicotiana rústica, cultivadas en diferentes medios ambientes, Bucio (1966) desarrolló un modelo para estimar las componentes de variación genética, ambiental y de interacción genético-ambiental y encontró que el efecto ambiental y el efecto de interacción genético-ambiental están relacionados linealmente. Bucio señala que cuando el efecto ambiental es positivo, o sea, cuando el comportamiento general de las líneas es mejor en promedio, los genotipos con mayor expresión del carácter serán más fácilmente detectados, de donde se espera que los genotipos más deseables tengan un comportamiento mejor en los mejores ambientes; por el contrario, cuando el comportamiento general de las líneas es menor que el promedio, o sea que, el efecto ambiental es negativo, habrá poca posibilidad de reconocer los mejores-

genotipos y ésto dependerá del tamaño relativo de los efectos genéticos, - de los efectos ambientales y de su interacción.

Este mismo autor citado por Juárez (1977) menciona que entre sus conclusiones se encuentran:

La definición del mejor genotipo como aquel que tenga los siguientes atributos:

- a. El más alto comportamiento sobre ambientes.
- b. La más alta estabilidad de comportamiento.

Analizando el carácter altura final de plantas obtuvo que el ambiente (E) y el efecto genético ambiental (Y) están relacionados linealmente, es decir, la interacción genotipo-medio ambiente es directamente proporcional al efecto ambiental. Puesto que la función del ambiente es lineal, se pueden tener varias magnitudes del coeficiente de regresión el cual indica el valor relativo que tienen mutuamente el ambiente y el efecto genético ambiental. Cuando $B > 1$ el valor absoluto de Y es más grande que el de E; - - cuando $B = 1$, Y es igual a E; cuando $B < 1$ el efecto de interacción Y será menor que el efecto ambiental E y finalmente $B = 0$, o no existe interacción Y-igual a cero, o bien es diferente de cero pero no es función de E.

Otras conclusiones son las siguientes:

1. Cuando el ambiente es positivo o sea el comportamiento de las líneas es mejor que el promedio, siempre se tendrá una mayor expresión del carácter considerado.
2. Cuando el comportamiento de las líneas es menor que el promedio es decir, efecto ambiental negativo, la selección de los mejores genotipos dependerá del tamaño relativo que tenga el efecto genético,-

ambiental y de interacción.

2.6.1 Parámetros de Estabilidad

Eberhart y Russell (1966), propusieron un modelo en el cual trabajan completamente con la variación total dentro de genotipos y combinaron los componentes de varianza ambiental y de interacción genotipo-ambiente en el análisis de varianza. Además, conjugaron el coeficiente y las desviaciones de regresión para definir los parámetros de estabilidad fenotípica. El modelo propuesto fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M_i + B_i I_j + S_{ij}$$

Donde: Y_{ij} = Media varietal de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente.

M_i = Es la media de la i-ésima variedad sobre todos los ambientes.

B_i = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i-ésima variedad a fluctuaciones ambientales.

S_{ij} = Desviación de regresión de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente.

I_j = Índice ambiental obtenido como la media de todas las variedades en el j-ésimo ambiente, menos la media general.

El modelo anterior proporciona una medida que divide la interacción genotipo-ambiente de cada variedad en dos partes: a) la variación debida a la respuesta de la variedad a índices ambientales cambiantes (suma de cuadrados debida a la regresión) y b) las desviaciones inexplicables de la regresión sobre el índice ambiental; Eberhart y Russell definen una variedad estable como aquella que muestra un coeficiente de regresión $b=1.0$ y una desviación de re-

gresión $S_{di}^2 = 0.0$; si esta variedad presenta además media de rendimiento alta, se puede decir que se trata de una variedad deseable.

Carballo (1970), aplicó el modelo propuesto por Eberhart y Russell a 8 agrupamientos de variedades de maíz, formados en función de su origen y de la localización de los ambientes. Los resultados mostraron que el método fue efectivo en la discriminación de las variedades, catalogándolas en función de los parámetros b_i y S_{di}^2 , bajo las situaciones posibles que se dan a continuación:

Situación	Coefficiente de Regresión	Desviación de Regresión	Descripción
1	$b_i = 1.0$	$S_{di}^2 = 0.0$	Variedad estable
2	$b_i = 1.0$	$S_{di}^2 > 0.0$	Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente.
3	$b_i < 1.0$	$S_{di}^2 = 0.0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente
4	$b_i < 1.0$	$S_{di}^2 > 0.0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistente
5	$b_i > 1.0$	$S_{di}^2 = 0.0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente.
6	$b_i > 1.0$	$S_{di}^2 > 0.0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistente

En la descripción anterior se puede observar que este autor adoptó el término "consistente" para indicar un mayor grado de confiabilidad en las predicciones que se hagan dentro del rango ambiental estudiado, es decir, $S_{di}^2 = 0$; una variedad "inconsistente" por el contrario, es aquella que tiene un valor $S_{di}^2 > 0.0$, que muestra mayores fluctuaciones en los cambios ambientales.

les, alrededor de lo que debería esperarse en función de la tendencia general de la variedad.

Finalmente, Carballo sugiere integrar en un sólo "índice de deseabilidad", el rendimiento medio y los parámetros de estabilidad; ya que ésto facilitaría la identificación de materiales deseables en diferentes etapas -- del mejoramiento.

2.6.2. Efectividad de los Parámetros de Estabilidad.

Estudiando el comportamiento de variedades de trigo (T. aestivum L.), Johnson et al (1968) citado por Martínez (1977) utilizaron el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966). Comparando la variedad Early balckhull que fue evaluada con información de 24 años, con la variedad kharkof cuya evaluación fue por tres años solamente, concluyen que en su caso, -- un período máximo de prueba de tres años podría ser más que suficiente para proveer información sobre las características de adaptación de una variedad o híbrido experimental de trigo.

Consideran además, que se podría lograr un progreso substancial en el desarrollo de variedades mejorando la estabilidad de comportamiento y potencial de rendimiento para las planicies centrales de los Estados Unidos.

Analizando datos de rendimiento de grano en trigo (T. aestivum L.) -- cultivado en diferentes localidades durante 1959 en Estados Unidos y Canadá, Joppa et al (1971), midieron la respuesta de las variedades a medios ambientes cambiantes, empleando el mismo modelo anterior.

Estiman que la magnitud de S_{di}^2 , fue un excelente indicador de las interacciones genotipo-medio ambiente y concluyen que el análisis de regresión de sus datos en una forma rutinaria, se justificará por la información adicional que se hace disponible para el fitomejorador, acerca del comportamiento de sus genotipos.

Mencionan también, que las variedades pueden desviarse significativamente de la línea de regresión promedio ($b=1.0$) al menos por dos razones, de las cuales una puede ser que la variedad en cuestión puede ser en forma hereditaria, mayor o menor en su tipo de respuesta, que otras variedades en el ensayo, o sea, que las variedades pueden ser en forma hereditaria mejores en rendimiento que el promedio de las variedades y que su potencial de rendimiento heredado puede ser expresado en un grado relativamente mayor en los medios ambientes altos.

Como segunda razón expone que el rendimiento de la mayoría de las variedades puede ser reducido por algún factor o patógeno común a un gran número de ambientes probados, en el que la variedad en cuestión es resistente.

Freeman (1973), hace una revisión en la cual describe varios métodos estadísticos utilizados para analizar las interacciones genotipo-medio ambiente y menciona diversos autores que han contribuido de una manera importante a dichos estudios, dentro de los cuales destacan los trabajos de Yates y Cochran que en (1938), señalaron que el grado de asociación entre diferencias varietales y la fertilidad general (indicada por la media de todas las variedades) pueden ser investigadas calculando la regresión del rendimiento de las variedades individuales sobre la media de rendimiento de todas las variedades. Por otra parte, Sprague y Federer en (1951), mostraron como los componentes de varianza podrían ser usados para separar los efectos de genotipos, ambientes y sus interacciones y obtener a su vez cálculos de heredabilidad; indican que la existencia de interacciones es la causa de que se logren incrementos pequeños en el promedio de avance genético.

Al relacionar el crecimiento de genotipos en un amplio rango de ambientes, resulta el concepto de estabilidad el cual ha sido definido de varias ma

neras; Wricke en (1962), consideró ecovalencia como la contribución de un genotipo a la suma de cuadrados de la interacción genotipo medio ambiente, por su parte Finlay y Wilkinson en (1963), indicaron que los genotipos con un bajo valor de B_i , son relacionados como estables mientras que aquellos con un valor alto son inestables, posteriormente Eberhart y Russell en -- (1966), utilizaron dos medidas de la estabilidad de un genotipo, el coeficiente de regresión B_i y las desviaciones de regresión S_{di}^2 ; por último -- Dowker en (1971), sugirió que en un programa de mejoramiento es deseable - capitalizar sobre las interacciones genotipo-medio ambiente presentes y en contrar aquellos ambientes en que los efectos genotípicos de interés puedan ser maximizados.

Castro (1975), comprobó la bondad del método propuesto por Eberhart y Russell, al someter a condiciones de riego y sequía en un mismo ambiente, los rendimientos de varios genotipos con parámetros de estabilidad conocidos.

Juárez (1977), trabajando en líneas, cruzas simples y cruzas de tres - líneas de sorgo concluye que; del comportamiento de la media y los parámetros de estabilidad puede inferirse que: 1) El promedio de testigos manifestó un comportamiento estable cuando la prueba se realizó en 5 y 10 am--- bientes. 2). El número de ambientes y principalmente la heterogeneidad de los mismos, son los responsables de la inconsistencia del promedio de testi gos y son factores importantes en la estimación de la media de rendimiento- y los parámetros de estabilidad.

Otras conclusiones son:

a.-El promedio de testigos no es una buena base para la selección de las mejores variedades y menos si se toma como único criterio.

b.-La interacción de variedades x años resultó de menor importancia - que la variedad x localidades, en la prueba en una serie de localidades en un año, es posible tener representada suficiente variabilidad al considerar, diversos ambientes, logrando de esta manera estimar las características de adaptación de los genotipos en menor tiempo.

c.-La falta de significancia en algunas interacciones variedades x medio ambiente estuvo asociada con la diferencia de los índices contrastantes favorable para los índices negativos o ambientes desfavorables.

Gómez en 1977 consigna que del análisis de estabilidad basándose en el rendimiento de grano de 230 sorgos híbridos experimentales evaluado en 6 experimentos establecido en diversas y contrastantes condiciones ambientales, analizados con la metodología de parámetros de estabilidad propuesta por Eberhart y Russell en 1966 se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- 1.-La metodología es efectiva en caracterizar variedades por estabilidad de rendimiento, puesto que se detectaron sorgos ubicados en las 6 situaciones que propone Carballo (1970), al conjugar los valores de los parámetros b_i y S_{di}^2 .
- 2.-En general se observó que los materiales adaptados a ambientes favorables presentaron los más altos rendimientos; los que se adaptaron a ambientes desfavorables fueron poco rendidores y los que tuvieron una adaptación a todos los ambientes, mostraron un rendimiento intermedio.
- 3.-El método de selección por estabilidad resulta más eficiente y económico que el procedimiento de selección basado en el comportamiento

to promedio obtenido en una localidad a través de varios años y que considere la ubicación de los mismos materiales en otros ambientes de prueba, sin embargo, se sugiere discriminar posteriormente los materiales seleccionados por estabilidad, en base a las características agronómicas.

Así mismo Gómez en 1977 dice que la contribución del ambiente a la expresión fenotípica de un carácter debe considerarse siempre en la selección, ya que genotipos que exhiben características prometedoras en determinado ambiente pueden resultar inadecuadas en un ambiente distinto. Para sortear este problema, se prueban los materiales en diferentes localidades en la fase final del mejoramiento genético con el fin de que tengan la oportunidad de manifestar su real comportamiento, en condiciones variables del medio ambiente.

Chávez (1977), probó un grupo de 23 variedades de avena Avena sativa L. en siete localidades productoras de grano, incluyó más de un año o fecha de siembra para reunir información de 16 ambientes.

De acuerdo al análisis e interpretación de los datos, se obtuvieron los resultados y conclusiones siguientes:

- 1). La selección de los materiales bajo estudio fue efectiva para incrementar la media de rendimiento pero no para mejorar la estabilidad en función de las desviaciones de regresión (S_{di}^2). Si se quiere mejorar para estabilidad el criterio de selección debe incluir la estimación de este parámetro.
- 2). La disponibilidad de agua no es un factor muy importante en la manifestación de la interacción genotipo-ambiente y existen otros factores que tienen efecto en esta interacción tales como, temperatura, suelo, fotoperíodo y otros que el hombre considera de poca importancia.

Ramírez y Villalobos (1977), utilizaron el método propuesto por Eberhart y Russell en 14 variedades de maíz con posibilidades de recomendación al comité calificador de variedades fueron de planta (C.C.V.P.) y concluyen que; en general todas las variedades fueron inconsistentes a través de las localidades de prueba, por ser de mayor consideración la influencia ambiental que la estabilidad genética de las variedades estudiadas.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Area de estudio

3.1.1 Localización de los experimentos

Los experimentos estuvieron situados en Las Varas Babícora, Ejido Nuevo Madera y Gómez Farías, las dos primeras localidades pertenecientes al municipio de Madera y la última al de Gómez Farías Chih., dicha región es conocida agrícolamente como la "Alta Babícora".

3.1.2 Características ecológicas

La clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García, nos dice que en Nuevo Madera el tipo de clima es Cw, (b') e, lo cual es propio de climas templados húmedos con temperatura media del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente entre 6.5 y 22°C, intermedio en cuanto a humedad, con lluvias en verano, siendo éste largo y fresco, la oscilación de la temperatura es extremosa entre 7 y 14°C.

En Las Varas y Gómez Farías se cuenta con el clima más representativo de la región, siendo este BS, Kw' (e'), es decir clima seco, que entre su grupo es el menos seco, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12 y 18°C, la del mes más frío entre -3 y 18°C.

La precipitación media anual es cercana a 550 mm en dicha región, el promedio de días con lluvia es de 97 en Madera, en toda la región es en julio cuando se establece normalmente el temporal, en agosto se observa calma intraestival variando su intensidad de acuerdo al año y la localidad, en octubre y noviembre disminuye de nueva cuenta la cantidad de lluvia.

Los días libre de heladas varía de 208 en Cuauhtémoc, a 133 en el Valle de Madera, esta característica es una de las principales limitantes en

esta región debido a que los agricultores cuentan únicamente con este período libre de heladas para producir el sustento de sus familias durante todo el año. Para las variedades sobre todo las introducidas, es limitante porque las bajas temperaturas que prevalecen todo el año, provocan un alargamiento en su desarrollo siendo susceptibles de ser alcanzadas por las heladas tempranas de otoño.

La fecha de la helada más temprana es el 13 de septiembre ocurrida en 1963 en el Valle de Gómez Farías, en toda la región se esperan las primeras heladas a partir de esa fecha, las heladas tardías de primavera se esperan hasta el 13 de junio en los Valles de Madera y Gómez Farías, en Guerrero y Temósachic hasta el 6 de junio y en Cuauhtémoc y Namiquipa hasta el 27 de mayo.

La altitud sobre el nivel del mar va de los 1858 m.s.n.m. en Temósachi hasta los 2,255 de Gómez Farías. (Ver Cuadro 3-A)

El granizo según experiencia de los agricultores acaece en julio, agosto y septiembre causando daños de consideración dependiendo de la intensidad con que se presente.

La dirección dominante del viento es la Suroeste.

3.1.3 Características del suelo

Los suelos que predominan en dicha región son derivados a partir de depósitos lacustres con presencia de rocas volcánicas ígneas extrusivas (riolitas, basaltos y andecitas); en las partes más bajas, los suelos son residuales y aluviales con presencia de gravas, arenas y arcillas.

Los suelos más frecuentes en la región son los kastanozems que se caracterizan por ser ricos en materia orgánica con un tinte café o castaño. Son los suelos castaños de las etapas secas, son suelos que por lo menos a una

profundidad de 15 cm tienen un horizonte A.

La posición fisiográfica de la mayoría de los suelos es planicie y en menor superficie existen lomeríos con pendientes que oscilan del 1 al 5%.

Se considera que en general la profundidad de los suelos de esta región agrícola es apropiada para las siembras de los cultivos anuales ya que la penetración media de raíces es alrededor de 70 cm de profundidad lo cual indica que la mayor parte de los suelos poseen perfiles adecuados para las siembras de cultivos. Sin embargo en mayor proporción hay suelos donde la penetración de raíces es mayor a 70 cm y suelos menos profundos.

La textura prototípica de la mayoría de los suelos es migajón arcillo arenosa y en menor magnitud hay suelos de texturas migajón arcilloso y arenoso por lo que se deduce que hay suelos que difieren mucho de su capacidad para captar el agua de lluvia y retenerla en una zona accesible a las raíces de las plantas. (Ver Cuadro 4-A)

3.1.4 Vegetación

En la región se cuenta con bosques de coníferas, con asociación de cedro y táscate-pino, pino-encino, en pequeñas porciones de encino-táscate, así mismo se cuenta con tipos de zacatorral compuesto de gramíneas altas amacolladas con escasos arbustos, por último se cuenta con pastizales de los géneros Andropogon, Bouteloua, Heteropogon, Transipogon y Muhlenbergia.

Las malas hierbas que en mayor infestación se presentan en la región son:

Zacate de agua, Echinochloa spp. Jube Bidens frondosa L. y Mirasol Helianthus spp. se encuentran en todos los Valles y en alto grado de infestación. El Quelite Amaranthus palmeri L., se encuentra en todos los Valles y con mayor grado de infestación en Namiquipa.

El Cadillo Xanthium strumarium L., Mala Mujer Solanum rostratum Dun.- Malva Anoda cristata L., Mala Mujer Solanum rostratum Dun. Malva Anoda cristata L. Schelecht y Carambullo, se encontraron en los Valles de Nami - quipa, Bachíniva y Temósachi.

El Coquillo Cyperus esculentus L., se encontró principalmente en los Valles de Madera, Gómez Farías y Namiquipa.

El Tomatillo Physalis Af. Heterophylla Ness., se encontró en Temósachi con infestación de 0.30%, así como en todos los Valles pero con muy bajo porcentaje de frecuencia e infestación.

Zacate Rhodes Chloris virgata Sw., se encontró en el Valle de Namiquipa y Bachíniva.

La Correhuela Ipomoea purpurea (L) Roth. diversifolia (Lindl.) O'Donnell y en la acacia Dalea sp., se encontraron en todos los Valles aunque con porcentaje de frecuencia e infestación bajo.

Lengua de Vaca Erioagnum gregut. E.G. se encontró en parte del Valle de Madera.

3.2 Material Genético

A continuación se presenta el germoplasma utilizado en el presente estudio, así como su origen:

3.2.1 Compuesto blanco de amplia base genética

Este compuesto se formó en 1976, con el germoplasma exótico sobresaliente en alguna de sus características agronómicas; evaluado durante los años de 1972 - 1975 por el programa de maíz del CAESICH, el material original que lo integró fue:

- a) la variedad regional Perla "blanco original"
- b) siete variedades comerciales y/o experimentales
- c) 16 colecciones regionales
- d) siete colecciones del estado de Zacatecas
- e) dos colecciones de los estados de Durango y Tlaxcala
- f) una colección de los estados de Hidalgo y Puebla las anteriores colecciones procedieron del Banco Nacional de germoplasma de INIA.
- g) nueve cruzas simples realizadas en el Campo Experimental de Pabellón, Ags. (Ver Cuadro 5-A)

El desarrollo de la metodología seguida para la formación de dicha población se muestra en la Figura 7-A en la que se observa que:

En 1976 se formó el compuesto blanco, mediante polinización manual, habiéndose utilizado como hembra dos surcos de 10 m de largo de cada variedad mencionada anteriormente y como macho polinizador se empleó una muestra del polen producido en un lote sembrado con un compuesto balanceado de igual número de semilla de cada variedad. Con el objeto de contar con polen suficiente se sembró el lote macho polinizador en tres fechas.

En 1977 se obtuvo el primer ciclo de recombinación genética en dos lotes de un cuarto de hectárea establecidos en las localidades de Nvo. Madera y Las Varas. Utilizándose para la siembra una muestra de semillas de cada mazorca de la Fi resultante de 1976.

Al momento de la floración se desespigaron plantas de baja calidad agronómica con el objeto de evitar que polinizaran al resto de las plantas, posteriormente en la cosecha se efectuó selección masal leve en plantas con buen aspecto, resistentes al acame y sin hijos, utilizando como criterios de selección, días a floración masculina, altura de planta y mazorca, así como maduración del pedúnculo de la mazorca, esta última como parámetro de madu -

rez. Se obtuvieron tres compuestos; plantas precoces (CB1-77) con 215 m^z seleccionadas, plantas de precocidad intermedia (CB11-77) con 355 m^z seleccionadas y plantas tardías (CB111-77) con 90 m^z seleccionadas, arrojando un total de 640 mazorcas seleccionadas.

En 1978 se tomaron 60 semillas de cada mazorca seleccionada en 1977 y se sembró en las localidades de Las Varas y Gómez Gómez, con el objeto de efectuar el 2o. ciclo de recombinación genética, la dimensión de los lotes, así como la metodología seguida fue similar a la del año anterior, seleccionándose 278 mazorcas de un total de 431 plantas precoces (CB1-78), 300 m^z de 439 plantas seleccionadas con precocidad media (CB11-78) y 121 m^z de 193 plantas tardías (CB111-78).

En 1979 se utilizó 50 gramos de cada mazorca seleccionada en 1978 para obtener el 3er. ciclo de recombinación genética.

3.2.2 Compuesto amarillo de amplia base genética

Este compuesto se formó en 1978, utilizándose el siguiente material:

- a) tres variedades regionales
- b) tres variedades de origen canadiense
- c) familias sobresalientes de un compuesto amarillo muy precoz de altura, provenientes del Banco Internacional de Germoplasma de CIMMYT.
- d) 11 colecciones regionales procedentes del Banco Nacional de germoplasma de INIA. (Ver Cuadro 6-A)

Su formación se muestra en la Figura 8-A observándose que para su integración se efectuó un compuesto mecánico en la siguiente relación; 0.5 kg de cada variedad regional y de origen canadiense, así como las 11 colecciones regionales y 3 kg de semilla de las 96 familias sobresalientes del compuesto amarillo muy precoz de altura.

El total (10 kg) del compuesto mecánico se sembró en Las Varas y Gómez Gómez en lotes de 2,500 m², aislados por tiempo con el objeto de mezclar genéticamente los materiales incluidos. A la cosecha se efectuó selección masal con similar metodología a la utilizada en el compuesto blanco, obteniéndose solo dos estratos de selección; 814 plantas y de ellas 257 m^z. procedentes de plantas precoces (CA1-78), 131 plantas y 52 m^z de plantas intermedias (CA11-78).

En 1979, se utilizó una muestra de 100 granos de cada mazorca seleccionada en 1978, con el objeto de efectuar el primer ciclo de recombinación genética.

3.2.3 Selección familiar combinada de medios hermanos maternos

En este estudio se incluyeron 11 familias sobresalientes del segundo ciclo de la selección familiar combinada de un total de 252 familias originales procedentes del compuesto amarillo cristalino precoz de altura del Banco Internacional de germoplasma del CIMMYT.

En 1976 se evaluaron las 252 citadas familias, así como los maíces regionales "Perla blanco" y "Perla amarillo", evaluándose principalmente la precocidad y el rendimiento como criterios de adaptación; de la comparación con los maíces regionales, se seleccionaron 96 familias (38% del total) que cumplan los requerimientos mínimos de las características evaluadas, la relación de ellas se describe en el compuesto amarillo de amplia base genética (ver apéndice).

En 1977 utilizándose como base a estas 96 familias (ver Figura 9-A) se inició en ellas el método de selección familiar combinada, en el que al primer ciclo se seleccionaron 20 familias; 1, 18, 40, 43, 44, 50, 53, 58, 65, 67, 107, 113, 126, 134, 149, 211, 213, 230, 235 y 252 de cada una de --

ellas se seleccionaron cuatro mazorcas, obteniendo un total de 80 mazorcas (familias) seleccionadas. La selección se efectuó basándose en rendimiento de grano, precocidad, resistencia al acame y ahijamiento.

En 1978 se efectuó el 2o. ciclo de selección familiar combinada en las 80 familias seleccionadas del primer ciclo, las condiciones de selección fueron similares a las de 1977, eligiéndose las siguientes familias - 43-1, 40-3, 44-4, 50-3, 53-1, 65-1, 107-2, 113-1, 113-3, 126-1 y 230-1, es decir se seleccionaron 11 familias las cuales fueron incluidas en el presente estudio. Estas respecto a las familias iniciales corresponden al 10.4%

De las anteriores familias se seleccionaron en cada una, seis mazorcas, siendo en total 66 familias las seleccionadas.

En 1979 se obtuvo el 3er ciclo de selección combinada.

3.2.4 Selección familiar de progenies autofecundadas.

Como parte del mejoramiento de los maíces blancos regionales para incrementar su rendimiento, se inició a 1976 el método de selección familiar de progenies autofecundadas.

El desarrollo de esta metodología se muestra en la Figura 104 en la que se observa que se partió de 300 muestras (mazorcas) de maíces cristalinos blancos regionales, en 1977 fueron evaluados en tres localidades, habiéndose realizado 10 autofecundaciones en las mejores plantas de cada familia; posteriormente se seleccionaron las mejores 60 familias en base al rendimiento de grano y precocidad principalmente.

En cada una de estas familias se seleccionaron las mejores 5 autofecundaciones, obteniendo de nuevo 300 familias de líneas S.

Posteriormente en 1978 se efectuó un ciclo de recombinación genética, el cual fue integrado por 60 semillas de cada familia de líneas Si, este lote fue aislado por espacio, desepigándose a la floración plantas defectuosas con el objeto de evitar que polinizaran al resto, a la cosecha se realizó selección masal en plantas con competencia completa, sin acame ni hijos.

En este estudio a las 300 mazorcas iniciales se le llama SEFAPA-0 y al primer ciclo SEFAPA-1.

3.2.5 Compuesto amarillo precoz

Este compuesto se formó en 1979 en base a una mezcla mecánica balanceada de tres variedades de origen canadiense que en 1976 fueron introducidas en la región.

En 1977 se incrementó la semilla producto de las siembras de 1976, seleccionándose al mismo tiempo plantas que tuvieran buena adaptación a las condiciones agroclimáticas de la región.

En 1979 debido a que las tres variedades mostraron características muy similares se procedió a efectuar la mezcla mecánica balanceada, con el objeto de manejarla como una sola variedad.

3.2.6 Variedades comerciales y testigos regionales

Las variedades comerciales incluídas fueron; el híbrido H-204 y la variedad sintética VS-202, como testigos se utilizaron las dos variedades más ampliamente utilizadas por los agricultores en la Alta Babícora; Perla blanco (PBO) y Perla amarillo (PAO) que Welhausen et. al. (1951) citado por Ramírez (1977), las sitúan dentro de las razas no bien definidas y quienes mencionan que difieren de onaveño en que tienen mazorcas más largas y gruesas, olote más grande y granos más largos, más suaves, ligeramen

te dentados, a dichas variedades se les conoce también como maíces cristalinos de Chihuahua; Ortega (1969), citado por el mismo autor, menciona que estos maíces predominan en la Sierra de Chihuahua y también en parte de la sierra de Durango.

Así mismo se incluyeron como testigos dos variedades, mejoradas en el CAESICH mediante selección masal moderna (in situ), denominándose PB3CSM y PA4CSM, de las que Ramírez (1977) menciona que superan a las originales en rendimiento en 5% y 13% respectivamente.

3.3 Siembra, fertilización y labores culturales

La siembra se efectuó bajo condiciones de humedad residual, para ello se sembró a "busca jugo" esto es, que se depositó la semilla hasta donde se encontró la humedad residual producto de las nevadas y lluvias que ocurren en el invierno, de ello se desprende que la profundidad es muy variable, estando entre los límites de 10 a 30 cm.

Las fechas de siembra fueron; En el Ejido Nuevo Madera el primero de mayo, dos días después en Las Varas, Estación Babícora y en Gómez Farías - Chih. el diez de mayo, quedando así dentro de los límites del 20 de abril a 15 de mayo recomendados en la región.

La fertilización fue la recomendada en la zona para ese tipo de suelo, aplicando una dosificación de 80-30-0 por ha, aplicada en forma fraccionada y en banda de la siguiente manera; 40-30-0 al momento de la siembra, el resto 40-0-0 al inicio de las lluvias con el primer cultivo.

Las labores culturales realizadas fueron dos escardillas antes de las lluvias, un cultivo "escarda" una vez iniciadas las lluvias de verano y un "aporque" con el fin de proporcionar mayor anclaje a las plantas y reducir su acame. Junto con esta labor se aplicó herbicida a dosis de 1.0 kg de -

Gesaprim + 1.0 lt de 2-4 D Amina en 200 lts de agua con el objeto de controlar las malas hierbas, siendo dicho control muy eficaz.

En Gómez Farfias hubo ataque de araña roja Tetranychus spp. controlándose el ataque con una aplicación de Metasistox a dosis de 1 lt en 200 lts de agua por ha. No hubo problemas con enfermedades.

El 13 de julio en Nvo. Madera y el 20 de agosto en Las Varas sufrió daño el cultivo por granizada de intensidad media, desgarrando las hojas superiores de las plantas. Las tres localidades sufrieron sequía al retirarse las lluvias en el mes de agosto.

3.4 Análisis estadístico

Los análisis de varianza realizados fueron de dos tipos:

3.4.1 Análisis individuales. Para cada localidad incluida en el estudio, se utilizó el diseño experimental Completamente al Azar, donde las variedades se distribuyeron al azar dentro de franjas: El modelo estadístico lineal quedó representado por:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}; \quad \begin{array}{l} i = 1 \dots t \text{ tratamientos} \\ j = 1 \dots r \text{ repeticiones} \end{array}$$

En donde:

Y_{ij} = Rendimiento del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición

μ = Media general

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (variedad)

E_{ij} = Error aleatorio: con la siguiente restricción

1) Los errores se distribuyen normalmente con media cero y varianza

σ^2

Por último los tratamientos se consideraron factores fijos.

3.4.2 Análisis combinado: Se realizó dicho análisis para tres localidades en 1979; el modelo estadístico quedó representado por:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + L_j + tL_{ij} + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1 \dots t \\ j = 1 \dots r \end{array}$$

En donde:

Y_{ij} = Rendimiento del i-ésimo tratamiento en la j-ésima localidad

μ = Media general

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (variedad)

L_j = Efecto de la j-ésima localidad

tL_{ij} = Efecto de la interacción tratamiento por localidad

E_{ij} = Error experimental combinado

Suposiciones del modelo:

Se supone que los errores no están correlacionados con media cero y -varianza constante; los ambientes aleatorios, seleccionados como una muestra de lugares con características climatológicas diferentes que abarcan -perfectamente las presentadas en la región, así como variedades fijas.

Bajo estas condiciones se obtuvo el análisis de varianza del Cuadro 1.

CUADRO 1. ANALISIS DE VARIANZA CONJUNTO Y CUADRADOS MEDIOS ESPERADOS PARA UN MODELO CON AMBIENTES AL AZAR Y VARIEDADES FIJAS.

F de V	GL.	(E)	CM
Rep (Amb) (r)	n (r - 1)		
Variedades (v)	(v - 1)	$\sigma_e^2 + r\sigma_{vn}^2 + m\sum v_i^2 / (v-1)$	
Ambientes (n)	(n - 1)		
Variedades x Ambientes	(v-1) (n - 1)	$\sigma_e^2 + r\sigma_{vn}^2$	
Error	n(v-1) (r - 1)	σ_e^2	
Total	(vnr - 1)		

3.4.3 Repeticiones y unidad experimental

El número de repeticiones fue de dos; la unidad experimental en Nuevo Madera y Las Varas fue en cuatro surcos de 30 cm conteniendo 99 plantas c/u. La separación entre surcos fue de 90 cm y entre plantas de 33 cm. En Gómez Farías la longitud del surco fue de 15 m con 39 plan

tas e igual separación entre surcos y plantas.

De esta forma las parcelas experimentales de las dos primeras localidades fueron 27 m^2 de cada surco central (uno por repetición) y se utilizó como parcela útil 26.1 m^2 . En Gómez Farfías fueron 13.5 m^2 y 12.6 m^2 respectivamente, se consideró dejar los surcos orilleros sin tomar mediciones para evitar efecto de parcelas adyacentes y ajustar competencia completa en ambos sentidos.

3.4.4 Mediciones realizadas

a) Principales: 1) Rendimiento de grano, cuyo resultado final se expresó en kilogramos de grano por ha, corregido por fallas mediante la fórmula de Iowa, así como al 12% de humedad (comercial); 2) Días a floración masculina; se tomó cuando el 50% de las plantas tenían la mitad de la espiga derramando polen; 3) Aspecto de planta; se tomó con el fin de medir el ahijamiento exhibido por las plantas; 4) Acame de raíz y tallo; tomado al mismo tiempo de la cosecha.

b) Secundarias: 1) Altura de planta y mazorca; se tomó basándose la primera en la altura del suelo a la punta de la espiga y la segunda del suelo a la base del nudo donde se inicia la mazorca, ambas una vez suspendido el crecimiento de la planta, es decir durante la etapa de llenado de grano. 2) Aspecto y sanidad de mazorca. Se midió la uniformidad del tamaño, la formación de la mazorca, así como el daño de insectos o enfermedades.

Todas las calificaciones se expresaron subjetivamente en una escala de 1 a 5 siendo uno lo "mejor" y cinco lo "peor".

c) Complementarias: 1) Número de plantas con competencia completa - en cada una de las unidades experimentales.

3.4.5 Parámetros de estabilidad

Para conocer el comportamiento de las variedades en las diferentes - localidades (ambientes) donde se evaluaron y como criterio de adaptación - se utilizó el modelo de "Parámetros de estabilidad" dado por Eberhart y - Russell (1966), dicho modelo está representado por:

$$Y_{ij} = M_i + B_i I_j + d_{ij}$$

En donde:

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

M_i = Media de la variedad en todos los ambientes.

B_i = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la i-ésima - variedad en todos los ambientes.

d_{ij} = Desviación de regresión de la variedad i en el ambiente j.

I_j = Índice ambiental que resulta de restar el promedio general al - promedio del ambiente j, considerado éste sobre todas las va - riedades, es decir:

$$I_j = \left(\sum_i Y_{ij} / v \right) - \left(\sum_{ij} Y_{ij} / vn \right)$$

Donde el índice ambiental promedio es igual a cero, o sea:

$$\sum_j I_j = 0$$

El primer parámetro de estabilidad es un coeficiente de regresión es timado por la fórmula:

$$b_i = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$$

El análisis de varianza para los parámetros de estabilidad se da en el Cuadro 2. En este análisis la suma de cuadrados debidos a medio ambiente y la interacción variedades-ambientes, son divididos en ambiente (lineal), variedades-ambientes (lineal) y desviaciones del modelo de regresión.

El comportamiento de cada variedad puede predecirse utilizando los estimadores de los parámetros y estará dado por la fórmula: $\hat{Y}_{ij} = \bar{X}_i + b_i I_j$, donde \bar{X}_i es un estimador de la media varietal μ_i . Las desviaciones $\delta_{ij} = (Y_{ij} - \hat{Y}_{ij})$ se elevan al cuadrado y se suman para proveer el estimador del parámetro de estabilidad σ_{di}^2 que es:

$$S_{di}^2 = \left[\sum_j \delta_{ij}^2 / (n-2) \right] - S_{e/r}^2$$

donde: $S_{e/r}^2$ es el estimador del error conjunto (o la varianza de la media de una variedad en el ambiente j), r es el número de repeticiones de cada ambiente j.

$$\sum_j \delta_{ij}^2 = \left(\sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y_{i.}^2}{n} \right) - \left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2$$

Mediante este modelo se puede dividir la interacción genotipo-ambiente para cada variedad en dos partes; primero, la variación debida a la respuesta (lineal) que tiene una variedad en índices ambientales variados (sumas de cuadrados debidas a regresión); segundo, las desviaciones inexplicables de la regresión sobre el índice ambiental.

CUADRO 2. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio
Total	nv-1	$\sum_{ij} Y_{ij}^2 - F.C.$	
Variedades (V)	v-1	$\frac{1}{n} \sum_i Y_i^2 - F.C.$	CM ₁
Medios ambientes (E)	n-1	$\sum_{ij} Y_{ij}^2 - \sum_i Y_i^2 / n$	
V x E	(v-1)(n-1)		
E (Lineal)	1	$\frac{1}{v} (\sum_j Y_{.j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
VxE (Lineal)	v-1	$\sum_i (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2 - S.C. \text{ medio ambiente } \underline{l_i}$	CM ₂
Desviación conjunta	v(n-2)	$\sum_{ij} \delta_{ij}^2$	CM ₃
Variedad 1	n-2	$\left[\sum_j Y_{1j}^2 - \frac{(Y_{1.})^2}{n} \right] - (\sum_j Y_{1j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
:	:		
Variedad v	n-2		$\left[\sum_j Y_{vj}^2 - \frac{(Y_{v.})^2}{n} \right] - (\sum_j Y_{vj} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$
Error conjunto	n(r-1)(v-1)		CM ₄

3.4.6 Hipótesis estadísticas y comparación de medias.

Las hipótesis estadísticas probadas fueron las siguientes:

a) Para análisis individuales, se probó principalmente como hipótesis nula (H_0): igualdad de tratamientos

b) Para el análisis combinando localidades dentro de un mismo año se probaron las siguientes hipótesis nulas (H_0): 1) Igualdad de tratamientos; 2) Igualdad de localidades y 3) La interacción tratamientos por localidad es igual con cero.

c) Las hipótesis probadas para parámetros de estabilidad, así como la prueba de F correspondiente fueron:

1) Igualdad de medias, o sea; $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_v$

Estas se probaron mediante el estadístico $F = CM_1/CM_3$ (Cuadro 2).

2) Igualdad de coeficientes de regresión;

$H_0: b_1 = b_2 = b_3 = \dots = b_v$. La F adecuada para probar esta hipótesis es: $F = CM_2/CM_3$.

3) Desviaciones de regresión igual a cero para cada variedad. Esta se prueba con:

$$F = \left(\frac{\sum_j \hat{\delta}_{ij}^2}{n-2} \right) / \text{error conjunto} \sim F_{(n-2)G.L., n(r-1)(v-1)G.L.}$$

4) El coeficiente de regresión para cada variedad no es diferente de la unidad, o sea: $B_i = 1.0$, para $i=1,2,\dots,v$.

Esta hipótesis se probó con la t de student.

$$t = \frac{b_i - 1}{S_{b_i}} \sim t_{d/2}, (n-2) \text{ G.L.}$$

donde:

$$S_{bi} = \left(\frac{\sum_j S_{di}^2}{2} \right)^{1/2}$$

5) Comparación de dos medias o $H_0: \mu_i = \mu_j$, ésta se puede efectuar con alguna de las pruebas de comparación múltiple de medias.

donde:

$$S_{\bar{d}} = \left(\frac{2S^2}{r} \right)^{1/2} = \left(\frac{2(\text{C.M.E. Combinado})}{\text{repeticiones}} \right)^{1/2} \quad \text{C.M.E (COMB)} = \frac{CM_1 + CM_2 + CM_3}{3}$$

Por los valores que puedan tomar b_i y S_{di}^2 de acuerdo a las pruebas de significancia (3 y 4), cada variedad puede ser clasificada bajo alguna de las situaciones anotadas en el Cuadro 3.

CUADRO 3. SITUACIONES POSIBLES QUE PUEDEN TOMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD. CARBALLO Y MARQUEZ (1970).

Situación	Coefficiente de regresión	Desviaciones de la regresión	Descripción
a)	$b_i = 1.0$	$S_{di}^2 = 0$	Variedad estable
b)	$b_i = 1.0$	$S_{di}^2 > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente.
c)	$b_i < 1.0$	$S_{di}^2 = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente.
d)	$b_i < 1.0$	$S_{di}^2 > 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistentes.
e)	$b_i > 1.0$	$S_{di}^2 = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente.
f)	$b_i > 1.0$	$S_{di}^2 > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistente.

Comparaciones de medias

Para los análisis individuales y el combinado se utilizó la prueba de F como criterio para decidir el rechazo o no rechazo de la hipótesis nula; las probabilidades utilizadas fueron a un nivel de 0.05 (*) y 0.01 (**) - consideradas como significativa y altamente significativa respectivamente.

En todos los casos en que fue rechazada la homogeneidad de medias (Ho), se procedió a la aplicación de la prueba de comparación múltiple de medias propuesta por Duncan, a una probabilidad del 5%.

La descripción de esta prueba es la siguiente:

$$RSM = d \alpha; p, n \frac{S}{\bar{X}}$$

Donde:

RSM = Rango de significancia mínima

d = Valor tabulado del rango estudentizado

α = Nivel de significancia para comparar medias

p = Número de medias involucradas

n = Grados de libertad del error experimental

$$\frac{S}{\bar{X}} = \frac{\sqrt{C.M.E.E.}}{\sqrt{r}}$$

r = Número de repeticiones.

CMEF = Cuadrado medio del error experimental.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis de varianza y comparación de medias

Se realizaron análisis de varianza para cada una de las localidades incluidas en el presente estudio, así como un análisis combinado para la característica rendimiento, con el objeto de probar las hipótesis nulas expuestas inicialmente.

4.1.1 Análisis individuales

En el Cuadro 4 se muestra la significancia estadística del cuadrado medio para rendimiento de grano debido a variedades, indicando que existe alta significancia al uno por ciento de probabilidad en las tres localidades -- analizadas. El rendimiento promedio general fue más alto en Las Varas y casi similar en las otras localidades, el coeficiente de variación fue bajo y por tanto aceptable.

CUADRO 4 CUADRADOS MEDIOS PARA RENDIMIENTO DE GRANO EN TRES LOCALIDADES DE LA ALTA BABICORA, CHIH., EN 1979.

FUENTE DE VARIACION	GOMEZ FARIAS		LAS VARAS		NVO. MADERA	
	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.	G.L.	C.M.
Variedades	27	957,870.3**	26	279,525.9**	26	147,525.6**
Error	32	53,083.3	27	65,543.6	27	17,112.1
Media (kg/ha)		1,815		2,688		1,967
C.V. (%)		12.69		9.52		6.65

** Altamente significativo al 1% de probabilidad.

En los Cuadros 5, 6 y 7 se presenta la comparación de medias para rendimiento de grano, así como el promedio de las características agronómicas de las variedades evaluadas en Gómez Farfías, Las Varas y Nvo. Madera respectivamente

En el Cuadro 5 se observa que estadísticamente los mejores rendimientos fueron para la variedad H-204 y el CBI-78, esta última fue igual estadísticamente a las variedades Perla blanco original (PBO), Perla amarillo 4 CSM (PA4CSM), CBIII-77 y al original de Perla amarillo (PAO).

Otras variedades que obtuvieron la misma significancia estadística de los maíces regionales PBO y PAO, fueron: El CBII-77, CBIII-78, PB3CSM y el primer ciclo de selección familiar de progenies autofecundadas SEFAPA-1.

Los más bajos rendimientos fueron para las familias del segundo ciclo de selección familiar combinada que a continuación se mencionan; Fam. 50-3, Fam. 40-3, Fam. 107-2, Fam. 53-1, Fam. 113-1 y Fam. 113-3.

En cuanto a las características agronómicas, los promedios nos dicen -- que la variedad más precoz fue el compuesto amarillo precoz, continuando la familia 40-3, PAO y PA4CSM.

Las variedades más tardías fueron los CBIII-77 y CBIII-78 así como las familias 113-3 y 107-2.

El resto de variedades tuvo precocidad similar a la variedad Perla blanco.

En cuanto a ahijamiento y resistencia al acame, dicho Cuadro nos indica que las variedades y los materiales experimentales avanzados presentan buenas calificaciones, superando ampliamente a los maíces regionales Perla Blanco y amarillo.

En mazorca el mejor aspecto fue el de la variedad H-204 y las selecciones del compuesto blanco de amplia base genética (C.B.), los malos aspectos de mazorca fueron para las familias de la selección familiar combinada, ---- SEFAPA-0, el compuesto amarillo precoz y el compuesto amarillo de amplia base genética (CAI-78, CAII-78).

En relación al porte de las plantas; las mayores alturas de planta y mazorca fueron para las selecciones del compuesto blanco de amplia base genética, las menores fueron para los testigos y para el compuesto amarillo precoz.

En la localidad de Las Varas Babicora la comparación de medias para rendimiento se presentan en el Cuadro 6, el cual muestra que el mayor rendimiento lo obtuvo PB3CSM, siendo estadísticamente igual a CBI-77, CAI-78, SEFAPA-0 y CBIII-78, estas 4 últimas fueron estadísticamente igual a PBO.

Del resto de variedades, sólo SEFAPA-1, CAII-78 y la familia 43-1 no fueron de igual significancia respecto al material con menor rendimiento.

Los promedios de características agronómicas nos muestran al compuesto amarillo precoz como la variedad que alcanzó más rápidamente la floración masculina, seguida 13 días después por PA0, PA4CSM, SEFAPA-1 así como por el original de este último. Los materiales más tardíos fueron: CBIII-77 y CBIII-78 - al resto se le considera su precocidad media.

En calificación de planta y resistencia al acame, los peores aspectos fueron de los testigos regionales PA0, PA4 y PBO, siendo superadas fácilmente por el resto del material analizado.

En Nuevo Madera los mayores rendimientos fueron los de la familia 107-2 - y del CB111-78, esta última fue estadísticamente igual a las familias 126-1, - 230-1, 113-3, y 113-1 así como a CB1-77; CB1-78, SEFAPA-1, PBO, PA0 y PA4CSM, -

los más bajos rendimientos fueron los de la familia 43-1, VS-202, CA11-78 y SEFAPA-O.

En la anterior localidad hubo diferencia en la tendencia seguida por las otras localidades respecto al rendimiento ya que en las familias de la selección combinada de ser prácticamente iguales, pasaron a estar como en el caso de la 107-2, 126-1, 230-1 en los primeros lugares, a las familias 23-1, 50-3 y 43-1 que siguieron ocupando los últimos lugares.

Respecto a los promedios de características agronómicas, solo se contó con calificaciones de mazorca, resistencia al acame, aspecto de planta y altura de mazorca; para las variables aspecto de planta y resistencia al acame, todos los materiales experimentales avanzados superan a los testigos regionales ya mencionados en cuanto a tener poco ó nulo ahijamiento, mejor aspecto y uniformidad de planta así como, mejor resistencia al acame de tallo y raíz. La altura de mazorca siguió la misma tendencia de las localidades anteriores.

PA4CSM, el compuesto amarillo precoz, CA11-78 y SEFAPA-O presentan las peores mazorcas en tanto que al resto se consideró de aspecto similar a PBO y PAO.

CUADRO 5 COMPARACION DE RENDIMIENTOS PROMEDIOS Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE MAICES EXPERIMENTALES Y COMERCIALES EVALUADOS EN GOMEZ FARIAS, - CHIH. EN 1979.

VARIEDAD	RENDIMIENTO KG/HA	FLORAC.	CALIFICACION (+)			ALTURA (m)	
			PL.	MZ.	ACAME	PL.	MZ.
H-204	3,196 a*	94	1.0	1.0	1.5		
CBI-78	2,818 ab	102	1.5	1.5	2.0	2.40	0.84
PBO	2,669 bc	96	3.5	2.0	3.5	1.75	0.40
PA4CSM	2,525 bcd	88	3.0	2.5	4.0	1.81	0.26
CBIII-77	2,382 bcde	111	1.5	2.0	1.0	2.43	1.31
PA0	2,352 bcde	88	3.0	2.5	3.5	1.75	0.35
CBII-77	2,223 cdef	104	1.5	1.5	1.5	2.66	1.12
PB3CSM	2,156 cdefg	100	3.5	2.5	3.5	2.10	0.56
SEFAPA-1	2,142 cdefgh	97	3.0	2.0	3.5	2.05	0.45
CBIII-78	2,132 cdefgh	106	1.5	2.0	1.0	2.52	1.21
Familia 44-4	2,084 defgh	99	2.5	3.0	2.0	2.14	0.74
CBII-78	2,042 defgh	102	1.0	1.5	1.5	2.65	1.20
CAI-78	2,006 defghi	101	1.0	3.0	2.0	1.98	0.57
Familia 43-1	1,907 efghi	101	1.0	3.5	1.5	2.17	0.80
VS-202	1,762 fghij	100	1.0	2.0	1.0	1.71	0.50
CBI-77	1,701 fghijk	102	1.5	2.5	2.0	2.46	1.04
SEFAPA-0	1,695 fghijk	95	2.5	4.0	3.5	1.65	0.39
Familia 126-1	1,636 ghijk	102	1.0	3.0	1.5	2.15	0.77
Comp. Amar. precoz	1,571 hijk	78	2.0	4.0	1.5		
Familia 230-1	1,469 ijkl	102	1.0	3.0	2.0	2.15	0.77
CAII-78	1,463 ijkl	102	1.5	3.5	2.0	1.95	0.65
Familia 65-1	1,458 ijkl	99	1.0	2.5	2.5	1.82	0.65
Familia 50-3	1,215 jklm	103	1.5	2.5	1.5	2.11	0.73
Familia 40-3	1,163 klm	84	1.0	2.5	1.5	2.09	0.74
Familia 107-2	898 lm	104	1.0	4.0	3.0	2.09	0.66
Familia 53-1	792 m	100	1.5	3.5	2.0	2.10	0.72
Familia 113-1	732 m	101	1.5	4.0	2.0	2.32	0.66
Familia 113-3	655 m	105	1.0	4.0	1.5	1.98	0.71

Duncan 05 = 571 kg/ha

* Variedades con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad

* 1 = Excelente 5 = Pésimo.

CUADRO 6 COMPARACION DE RENDIMIENTOS PROMEDIOS Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS
EN MAICES EXPERIMENTALES Y COMERCIALES, EVALUADOS EN LAS VARAS, BA-
BICORA, CHIH. EN 1979.

VARIEDAD	RENDIMIENTO KG/HA	FLOR.	CALIFICACION (+)			ALTURA (m)	
			PL.	MZ.	ACAME	PL.	MZ.
P3CSM	3,633 a*	91	3.5	2.5	3.0	1.61	0.53
CBI-77	3,272 ab	91	1.5	2.0	2.0	1.83	0.65
CAI-78	3,151 abc	88	2.0	4.0	2.0	1.85	0.69
SEFAPA-0	3,087 abcd	87	3.5	4.0	3.0	1.71	0.47
CBIII-78	3,061 abcd	95	2.5	3.0	1.5	2.11	0.85
CAII-78	2,981 bcde	89	2.0	4.0	2.0	1.97	0.71
SEFAPA-1	2,973 bcde	87	3.0	2.5	3.5	1.75	0.57
CBII-78	2,952 bcde	90	2.0	2.5	2.0	1.97	0.81
PBO	2,952 bcde	90	3.0	3.5	3.0	1.52	0.43
Familia 43-1	2,889 bcde	90	1.5	2.5	1.5	1.63	0.59
Familia 65-1	2,665 bcdef	87	2.0	2.5	2.0	1.31	0.52
Familia 113-3	2,646 bcdef	90	1.5	3.0	2.0	1.70	0.56
Familia 50-3	2,614 cdef	92	1.0	3.0	1.0	1.80	0.75
CBI-78	2,611 cdef	90	1.0	2.0	1.5	1.93	0.56
CBIII-77	2,590 cdef	95	2.0	2.0	1.5	2.31	1.07
PA4CSM	2,585 cdef	88	3.5	3.5	3.5	1.57	0.46
VS-202	2,527 cdef	91	1.0	2.5	2.0	1.71	0.50
CBII-77	2,506 def	90	1.5	3.0	2.0	2.07	0.78
Familia 53-1	2,502 def	91	1.5	3.0	2.0	1.53	0.43
Familia 113-1	2,487 def	90	1.5	3.5	2.0	1.63	0.62
Familia 126-1	2,461 def	91	1.5	3.5	2.0	1.74	0.58
Familia 107-2	2,402 ef	90	1.5	3.0	2.0	1.62	0.60
Familia 40-3	2,380 ef	90	1.5	2.0	1.5	1.84	0.65
Familia 230-1	2,222 f	90	2.0	3.0	2.5	1.64	0.53
PAO	2,201 f	87	3.0	3.5	3.5	1.62	0.34
Familia 44-4	2,173 f	91	2.0	3.0	1.0	1.63	0.57
Comp. ama. precoz	2,050 f	74	1.5	4.0	1.5		

Duncan 05 = 628 kg/ha.

(*) Variedades con la misma letra son iguales estadísticamente al 5% de probabilidad.

(+) 1 = Excelente 5 = Pésimo.

CUADRO 7. COMPARACION DE RENDIMIENTOS PROMEDIOS Y CARACTERISTICAS AGRO-
NOMICAS EN MAICES EXPERIMENTALES Y COMERCIALES, EVALUADOS EN
NUEVO MADERA CHIH. EN 1979.

VARIEDAD	RENDIMIENTO KG/HA		CALIFICACION (+)			ALTURA	
			PL.	MZ.	ACAME	PL.	MZ.
Familia 107-2	2,391	a*	2.0	3.0	2.0		0.57
CB111-78	2,387	ab	1.5	2.0	1.0		0.80
Familia 126-1	2,193	abc	2.0	3.0	1.5		0.54
Familia 230-1	2,192	abc	2.0	2.0	2.0		0.68
PBO	2,188	abc	2.5	3.5	2.5		0.55
PAO	2,174	abcd	3.0	3.5	3.0		0.39
CB1-78	2,172	abcd	1.5	2.0	2.0		0.53
CB1-77	2,153	abcd	1.0	2.0	1.5		0.69
SEFAPA-1	2,108	abcde	2.5	3.5	3.0		0.52
Familia 113-3	2,104	abcde	2.0	3.0	2.0		0.51
PA4CSM	2,103	abcde	3.0	4.0	3.0		0.26
Familia 113-1	2,075	abcde	2.5	3.5	2.0		0.61
CB11-78	2,069	bcde	1.5	3.0	2.0		0.53
CB111-77	2,063	cde	1.0	2.0	1.0		1.04
PB3CSM	1,982	cde	3.0	3.5	3.0		0.55
CA1-78	1,947	cde	2.0	2.5	2.0		0.29
Familia 44-4	1,939	cde	1.5	2.5	1.5		0.51
Familia 40-3	1,890	cde	2.0	3.0	2.0		0.71
Familia 65-1	1,859	def	2.0	3.0	1.5		0.38
CB11-77	1,858	def	1.5	2.5	2.0		0.52
Comp. Ama. Precoz	1,819	ef	2.0	4.0	1.5		0.50
Familia 53-1	1,817	ef	2.0	3.0	1.0		0.49
Familia 50-3	1,789	ef	1.0	3.5	1.5		0.59
Familia 43-1	1,561	fg	1.5	2.5	1.5		0.58
VS-202	1,542	fg	1.5	3.0	1.0		0.49
CA11-78	1,427	g	1.5	4.0	2.0		0.48
SEFAPA-0	1,289	g	2.5	4.5	3.5		0.33

Duncan .05 = 320 kg/ha.

(*) Variedades con la misma letra son iguales estadísticamente al 5% de probabilidad.

(+) 1 = Excelente 5 = Pésimo.

3.1.2 Análisis combinado

En el Cuadro 8, se presenta la significancia de los cuadrados medios del análisis de varianza combinado de las tres localidades, en el que se muestra que existió un nivel alto de significancia (.01) entre variedades, localidades, así como entre su interacción.

Lo anterior indica que tanto los genotipos como los ambientes estudiados son bastante diferentes, la significancia de la interacción variedades-ambientes indica que hubo un comportamiento diferencial de las variedades a travez de los diferentes ambientes. En el mismo Cuadro aparecen el rendimiento promedio general y el Coeficiente de variación.

CUADRO 8. CUADRADOS MEDIOS PARA RENDIMIENTO DE GRANO EN MAICES EXPERIMENTALES AVANZADOS Y COMERCIALES EN LA ALTA BABICORA CHIH. EN 1979.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F.C.	F.T.	
				.05	.01
Variedades	26	463,073 **	4.87	1.60	1.94
Localidades	2	12'730,854 **	133.84	3.11	4.88
Var. x Loc.	52	331,507 **	3.48	1.51	1.84
Error	81	95,122			
Rendimiento promedio	2,063 kg/ha				
C.V. (%)	14.95				

(**) Altamente significativo al .01

La comparación de medias para el rendimiento general por localidades se muestra en el Cuadro 9, en donde Las Varas Babícora es estadísticamente superior a las otras dos localidades, no existe diferencia estadística entre estas últimas.

CUADRO 9. COMPARACION DE RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE GRANO POR LOCALIDAD EN LA ALTA BABICORA CHIH. 1979.

LOCALIDAD	RENDIMIENTO PROMEDIO (KG/HA)
Las Varas	2,688 a*
Gómez Farías	1,967 b
Nuevo Madera	1,815 b

DUNCAN (.05) = 375 kg/ha

(*) Localidades con la misma letra son estadísticamente iguales al nivel del 5% de probabilidad.

En el Cuadro 10 se muestra la comparación de medias para rendimiento de grano combinando los rendimientos y características agronómicas de las tres localidades evaluadas, ahí se indica que las mejores variedades numéricamente fueron PBO y PB3CSM, aunque estadísticamente todas las selecciones a excepción del CA11-78, de los compuestos blanco y amarillo de amplia base genética, así como de los genotipos PAO, PA4CSM y SEFAPA-1 fueron similares.

El resto de material entre los que se incluyen todas las familias de la selección familiar combinada, SEFAPA-0, el compuesto amarillo amarillo-precoc y VS-202 tuvieron rendimientos inferiores, siendo estadísticamente iguales entre sí.

Los promedios de las características agronómicas hacen patente que la variedad más precoc fue el compuesto amarillo precoc seguido por PAO, PA4CSM, así como por la familia 40-3 que fueron once días más tardías.

Las calificaciones del aspecto de planta, ahijamiento y resistencia al acame muestran lo ya mencionado anteriormente, es decir un mejor aspecto

to para los materiales experimentales avanzados y VS-202, comparados con los maíces regionales PA0, PA4CSM, PBO y PB3CSM.

Las alturas de planta y mazorca indican que los materiales más altos son los del compuesto blanco de amplia base genética, los más bajos correspondieron a los maíces regionales y a algunas familias de la selección familiar combinada.

CUADRO 10. COMPARACION DE MEDIAS PARA RENDIMIENTO DE GRANO Y PROMEDIOS DE LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS MAICES EXPERIMENTALES EN TRES LOCALIDADES EVALUADAS BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD - TEMPORAL EN LA ALTA BABICORA EN 1979.

VARIEDAD	RENDIMIENTO KG/HA	FLOR.	CALIFICACION (+)			ALTURA (M)	
			PL.	MZ.	ACAME	PL.	MZ.
PBO	2,603 a	93	3.0	3.0	3.0	1.63	0.46
PB3CSM	2,592 a	95	3.3	2.8	3.0	1.85	0.55
CB1-78	2,534 ab	96	1.3	1.8	1.8	2.16	0.64
CB111-78	2,527 ab	101	1.8	2.3	1.2	2.31	0.95
SEFAPA-1	2,408 abc	90	2.8	2.7	3.3	1.90	0.51
PA4CSM	2,404 abc	88	3.2	3.3	3.5	1.69	0.33
CB1-77	2,375 abcd	96	1.2	2.2	1.8	2.14	0.79
CA1-78	2,368 abcd	94	1.7	3.2	2.0	1.91	0.52
CB11-78	2,354 abcd	96	1.5	2.3	1.8	2.31	0.85
CB111-77	2,345 abcd	103	1.5	2.0	1.2	2.37	1.14
PAO	2,242 abcde	87	3.0	3.2	3.3	1.68	0.36
CB11-77	2,194 abcdef	97	1.5	2.3	1.8	2.36	0.81
Familia 43-1	2,119 bcdefg	95	1.3	2.8	1.5	1.90	0.66
Familia 126-1	2,097 bcdefg	96	1.5	3.2	1.7	1.94	0.63
Familia 44-4	2,065 cdefg	95	2.0	2.8	1.5	1.88	0.61
SEFAPA-0	2,024 cdefg	91	2.8	4.2	3.3	1.68	0.40
Familia 65-1	1,994 cdefg	93	1.7	2.7	2.0	1.56	0.52
Familia 230-1	1,961 defg	96	1.7	2.7	2.2	1.89	0.66
CA11-78	1,957 defg	95	1.7	3.8	2.0	1.96	0.61
VS-202	1,944 defg	95	1.2	2.5	1.3	1.71	0.50
Familia 107-1	1,897 efg	97	1.5	3.3	2.3	1.85	0.61
Familia 50-3	1,873 efg	97	1.2	3.0	1.3	1.95	0.69
Comp. Ana. Precoz	1,813 efg	76	1.8	4.0	1.5		
Familia 40-3	1,811 efg	87	1.5	2.5	1.7	1.96	0.70
Familia 113-3	1,802 fg	97	1.5	3.3	1.8	1.84	0.59
Familia 113-1	1,765 fg	95	1.8	3.7	2.0	1.97	0.63
Familia 53-1	1,704 g	95	1.7	3.2	1.7	1.81	0.55

Duncan (.05) = 437 kg/ha

(*) Variedades con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad

(+) 1 = Excelente 5 = Pésimo.

De los Cuadros A al F y con base en el análisis combinado se compararon los materiales experimentales avanzados, agrupados por método de mejoramiento utilizado.

En el Cuadro A se presentan los rendimientos y características agronómicas promedios de las tres localidades para las familias sobresalientes de la selección combinada. Confrontando la comparación de medias observamos que el PA4CSM fue numérica y estadísticamente superior a la mayoría de las familias, reparamos en que todas las familias fueron iguales estadísticamente.

En general se observa un mejor rendimiento en los maíces amarillos regionales.

Respecto a precocidad vemos que sólo la familia 40-3 fue similar a PAO y PA4CSM siendo las restantes alrededor de diez días más tardías. En aspecto de planta y resistencia al acame todas superaron a los maíces regionales por amplio margen considerándose similares en aspecto y sanidad de mazorca.

La familia 65-1 fue la de plantas más bajas seguida por PAO y PA4CSM, éstas consecuentemente obtuvieron las más bajas alturas de mazorca, el resto de las familias fueron más altas en planta y mazorca respecto a los maíces amarillos testigo.

CUADRO (A) COMPARACION DE MEDIAS PARA RENDIMIENTO DE GRANO Y CARACTERISTICAS AGRONOMICAS EN CICLOS DE SELECCION MASAL MODERNA EN MAICES REGIONALES Y SELECCION COMBINADA EN EL COMPUESTO AMARILLO PRECOZ DE AL TURA, EN TRES LOCALIDADES EN 1979.

VARIEDAD	RENDIMIENTO KG/HA		FLOR.	CALIFICACION (+)			ALTURA	
				PL.	MZ.	ACAME	PL.	MZ.
PA4CSM	2,404	abc*	88	3.2	3.3	3.5	1.69	0.33
PAO	2,242	abcde	87	3.0	3.2	3.3	1.68	0.36
Fam. 43-1	2,119	bcdefg	95	1.3	2.8	1.5	1.90	0.66
Fam. 126-1	2,097	bcdefg	96	1.5	3.2	1.7	1.94	0.63
Fam. 44-4	2,065	cdefg	95	2.0	2.8	1.5	1.88	0.61
Fam. 65-1	1,994	cdefg	93	1.7	2.7	2.0	1.56	0.52
Fam. 230-1	1,961	defg	96	1.7	2.7	2.2	1.89	0.66
Fam. 107-2	1,897	efg	97	1.5	3.3	2.3	1.85	0.61
Fam. 50-3	1,873	efg	97	1.2	3.0	1.3	1.95	0.69
Fam. 40-3	1,811	efg	87	1.5	2.5	1.7	1.96	0.70
Fam. 113-3	1,802	fg	97	1.5	3.3	1.8	1.84	0.59
Fam. 113-1	1,765	fg	95	1.8	3.7	2.0	1.97	0.63
Fam. 53-1	1,704	g	95	1.7	3.2	1.7	1.81	0.55

* Variedades con la misma letra con iguales al 5% de probabilidad

+ 1 = Excelente 5 = Pésimo.

El Cuadro (B) muestra la comparación de medias para rendimiento y promedios de características agronómicas entre PBO, PAO y sus ciclos de selección, observando que no hay diferencia estadística entre el tercer ciclo de selección en Perla blanco con respecto a su original, más aún numéricamente éste es superior, sin embargo en Perla amarillo en su cuarto ciclo de selección masal moderna conserva una ganancia en rendimiento del orden de 7.22% respecto a su original.

En cuanto a precocidad, calidad agronómica y altura de planta así como altura de mazorca, prácticamente no hubo adelanto al utilizar esta metodología.

CUADRO B COMPARACION DE PROMEDIOS PARA RENDIMIENTO, CARACTERISTICAS AGRO-
NOMICAS DE LAS VARIETADES REGIONALES Y SUS CICLOS DE SELECCION -
DE TRES LOCALIDADES DE LA ALTA BABICORA EN 1979.

VARIEDAD	REND. KG/HA	FLOR.	CALIFICACION (+)			ALTURA (M)	
			PL.	MZ.	ACAME	PL.	MZ.
PBO	2,603 a*	93	3.0	3.0	3.0	1.63	0.46
PB3CSM	2,592 a	95	3.3	2.8	3.0	1.85	0.55
PA4CSM	2,404 abc	88	3.2	3.3	3.5	1.69	0.33
PAO	2,242 abcde	87	3.0	3.2	3.3	1.68	0.36

* Variedades con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.

+ 1 = Excelente 5 = Pésimo

La comparación entre las selecciones del compuesto blanco de amplia base genética y el maíz regional Perla blanco (Cuadro C) indica que todas las selecciones fueron iguales estadísticamente para rendimiento en comparación con PBO, en general todas las selecciones fueron estadísticamente iguales entre sí.

En cuanto a precocidad se observa que existe variabilidad dentro de las selecciones realizadas, pero en ningún caso fueron más precoces que PBO.

Las alturas de mazorca muestran la misma tendencia de la altura de planta, sólo el CB11-77 muestra variación respecto a dicha tendencia. Relacionándolas con PBO. Todas las selecciones fueron más altas que dicho testigo.

En cuanto a calidad agronómica todas las selecciones superaron ampliamente a PBO.

CUADRO (C) COMPARACION DE MEDIAS PARA RENDIMIENTO Y CARACTERISTICAS AGRO-
NOMICAS DE LAS SELECCIONES DEL COMPUESTO BLANCO EN TRES LOCA-
LIDADES EVALUADAS DE LA ALTA BABICORA EN 1979.

VARIEDAD	REND. KG/HA	FLOR	CALIFICACION (+)			ALTURA (M)	
			PL.	MZ.	ACAME	PL.	MZ.
PBO	2,603 a*	93	3.0	3.0	3.0	1.63	0.46
CB1-78	2,534 ab	96	1.3	1.8	1.8	2.16	0.64
CB111-78	2,527 ab	101	1.8	2.3	1.2	2.31	0.95
CB1-77	2,375 abcd	96	1.2	2.2	1.8	2.14	0.79
CB11-78	2,354 abcd	96	1.5	2.3	1.8	2.31	0.85
CB111-77	2,345 abcd	103	1.5	2.0	1.2	2.37	1.14
CB11-77	2,194 abcdef	97	1.5	2.3	1.8	2.36	0.81

(*) Variedades con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.

(+) 1 = Excelente 5 = Pésimo.

En el Cuadro (D) se presenta la comparación de medias entre las selecciones del compuesto amarillo de amplia base genética así como los maíces regionales PAO y PA4CSM, en rendimiento de grano el CA1-78 fue estadísticamente igual a PA4CSM y a PAO, CA11-78 fue numérica y estadísticamente inferior a PA4CSM.

En precocidad ambas selecciones fueron más tardías que PAO y PA4CSM por alrededor de 10 días. En aspecto de mazorca fueron similares tanto las selecciones del compuesto amarillo de amplia base genética como los dos maíces regionales, no siendo así en el resto de calificaciones y alturas al superar las selecciones en aspecto de planta y resistencia al acame así como obtener mayores alturas de planta y mazorca respecto a PAO y PA4CSM.

CUADRO (D) COMPARACION DE MEDIAS PARA RENDIMIENTO, CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE MAICES REGIONALES Y SELECCIONES DEL COMPUESTO AMARILLO TRES LOCALIDADES EVALUADAS EN LA ALTA BABICORA EN 1979.

VARIEDAD	REND. (KG/HA)	FLOR	CALIFICACION (+)			ALTURA	
			PL.	MZ.	ACAME	PL.	MZ.
PA4CSM	2,404 abc	88	3.2	3.3	3.5	1.69	0.33
CA1-78	2,368 abcd	94	1.7	3.2	2.0	1.91	0.52
PAO	2,242 abcde	87	3.0	3.2	3.3	1.68	0.32
CA11-78	1,957 defg	95	1.7	3.8	2.0	1.96	0.61

(*) Variedades con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.

(+) 1 = Excelente 5 = Pésimo.

La comparación entre el material original y el primer ciclo de selección familiar de progenies autofecundadas así como entre éstos y la variedad PBO se muestran en el Cuadro (e) donde PBO y el SEFAPA-1 son estadísticamente iguales para rendimiento de grano y superiores ambos al material original (SEFAPA-0) comparando el original y su primer ciclo de selección familiar observamos que el segundo obtuvo una ganancia en rendimiento del orden del 18.97% respecto al primero, no habiendo diferencias en precocidad y calidad agronómica, finalmente la altura de planta fue mayor en el SEFAPA-1 en relación a las otras dos variedades.

CUADRO (E) COMPARACION DE MEDIAS DE LOS MAICES BLANCOS REGIONALES Y DEL PRIMER CICLO DE SELECCION FAMILIAL DE PROGENIES AUTOFECONDADAS, EN LA ALTA BABICORA EN 1979.

VARIEDAD	REND.KG/HA	FLOR	CALIFICACION (+)			ALTURA (M)	
			PL.	MZ.	ACAME	PL.	MZ.
PBO	2,603 a*	93	3.0	3.0	3.0	1.63	0.46
SEFAPA-1	2,408 a	90	2.8	2.7	3.3	1.90	0.51
SEFAPA-0	2,024 b	91	2.8	4.2	3.3	1.68	0.40

(*) Variedades con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.

(+) 1 = Excelente 5 = Pésimo.

Finalmente la comparación entre los maíces testigo PBO y PAO contra la variedad VS-202 y el compuesto amarillo precoz, en el Cuadro (d) se observa que PBO fue estadísticamente superior en rendimiento de grano a VS-202 y al compuesto amarillo precoz, PAO fue igual a VS-202, así como al compuesto amarillo precoz, entre estas últimas variedades no existió diferencia estadística.

En precocidad observamos que el compuesto amarillo precoz superó ampliamente a todo el material, ésta característica es la más importante de dicho compuesto, no siendo igualada por ningún otro material evaluado anteriormente en la región ni por los maíces regionales; VS-202 tuvo una precocidad similar a PBO.

En relación al aspecto de planta y resistencia al acame se ve que tanto VS-202 como el compuesto amarillo precoz superaron a PBO y PAO en el aspecto de mazorca sólo los superó VS-202, siendo similar el del compuesto, la altura de planta y mazorca fue similar en PBO, PAO y VS-202.

CUADRO F COMPARACION DE MEDIAS PARA EL COMPUESTO AMARILLO PRECOZ, MAICES REGIONALES Y LA VARIEDAD COMERCIAL VS-202. EN LA ALTA BABICORA EN 1979.

VARIEDAD	REND. KG/HA	FLOR.	CALIFICACION (+)			ALTURA (M)	
			PL.	MZ.	ACAME	PL.	MZ.
PBO	2,603 a*	93	3.0	3.0	3.0	1.63	0.46
PAO	2,242 abcde	87	3.0	3.2	3.3	1.68	0.36
VS-202	1,944 defg	95	1.5	2.5	1.3	1.71	0.50
Comp. ama. precoz	1,813 efg	76	1.8	4.0	1.5		

* Variedades con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad.

+ 1 = Excelente 5 = Pésimo

4.1.3 Parámetros de estabilidad

Los resultados de este tipo de análisis de varianza se presentan en el Cuadro 11. En dicho Cuadro se observa, por la significancia de la F respectiva que no existen diferencias estadísticas entre medias varietales, ni entre coeficientes de regresión.

En este análisis se obtienen los valores b_i y S^2_{di} para cada variedad, los cuales se presentan en el Cuadro 12. Ahí mismo se indica la significancia de b_i y S^2_{di} para probar las hipótesis $B_i = 1.0$ y $S^2_{di} = 0.0$ respectivamente.

De acuerdo a los valores de significancia para el coeficiente de regresión (b_i) se encontró que todos los genotipos fueron igual a $b_i = 1.0$. Respecto a la significancia de los valores de regresión se formaron dos grupos; el primero será aquel donde las $S^2_{di} = 0$ y el segundo para las --

$S^2_{di} > 0$. En el primer grupo, se encuentran las familias 44-4, 50-3, 65-1, 126-1 y 230-1, de la selección familiar combinada, el CBI-77, CB11-78, -- CB111-77 y CB111-78, las dos selecciones del compuesto amarillo de amplia base genética, el SEFAPA-1 y el compuesto amarillo precoz, en el segundo- el resto del material, que constituyen el 48% del total de genotipos evaluados.

CUADRO 11 ANALISIS DE VARIANZA PARA PARAMETROS DE ESTABILIDAD DEL MATERIAL EXPERIMENTAL Y VARIEDADES COMERCIALES EVALUADAS EN LA ALTA BABICORA, CHIH. EN 1979.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					.05	.01
Total	80	27'383,421.7				
Variedades (v)	26	6'029,603.7	231,907.8	1.39	1.88	2.47
Ambientes (e)	54 2	21'353,818.0				
V x E	52					
E (lineal)	1	12'809,314.1				
V x E lineal	26	4'054,846.0	155,955.6	0.94	1.88	2.47
Desviación conjunta	27	4'489,658.0	166,283.6			
Variedad 1	1	132,774.0	132,774.0			
Variedad 27	1	93,838.0	93,838.0			
Error conjunto	78		22,851.0			

CUADRO 12 RENDIMIENTO PROMEDIO Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DEL MATERIAL
EXPERIMENTAL Y VARIEDADES COMERCIALES EVALUADAS EN LA ALTA BA
BICORA, CHIH. EN 1979.

VARIEDAD	REND. KG/HA	COEFIC. DE REGRESION bi	DESVIACION DE LA REGRESION S ² di
FAM 40-3	1,811	1.14	109,923 *
FAM 43-1	2,119	1.26	171,415 **
FAM 44-4	2,065	0.15	5,926
FAM 50-3	1,873	1.41	26,168
FAM 53-1	1,704	1.61	239,315 **
FAM 65-1	1,994	1.25	6,340
FAM 107-2	1,897	1.19	800,310 **
FAM 113-1	1,765	1.54	539,262 **
FAM 113-3	1,802	1.78	604,962 **
FAM 126-1	2,097	0.75	66,116
FAM 230-1	1,961	0.60	167,866
PAO	2,242	-0.11	- 10,034
PA4CSM	2,404	0.22	92,293 *
PBO	2,603	0.50	157,223 **
PB3CSM	2,590	1.78	134,424 *
CB1-77	2,375	1.66	- 7,691
CB1-78	2,534	-0.01	194,746 **
CB11-77	2,194	0.46	91,982 *
CB11-78	2,354	1.04	- 265
CB111-77	2,345	0.35	58,804
CB11-78	2,527	0.98	- 16,202
CA1-78	2,368	1.35	40,850
CA11-78	1,957	1.77	65,090
SEFAPA-0	2,024	1.76	287,363 **
SEFAPA-1	2,408	0.97	9,702
Com. amarillo precoz	1,813	0.46	- 8,725
VS-202	1,944	0.97	70,987 *

(*) (**), significancia al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

De la Figura 1 a la 7 muestran la predicción de respuesta para rendimiento de grano así como los parámetros de estabilidad de los genotipos-participantes, agrupados por similitud del método de mejoramiento.

Basándose en las Figuras 1 y 2 en que se exhiben dichas predicciones y los parámetros de estabilidad de las familias sobresalientes del segundo ciclo de selección combinada, así como en la metodología dada por -- Carballo (1970) se puede instrumentar que; las familias 126-1 y 65-1 fueron estables en su comportamiento en todos los ambientes, mientras que las familias 43-1, 40-3 y 107-2 mostraron buena respuesta a todos los ambientes, siendo inconsistente su comportamiento.

La situación 3, es decir aquellos materiales que responden mejor en ambientes desfavorables y son consistentes, la encontraron en las familias -- 44-4 y 230-1 así como en PAO. PA4CSM respondió mejor en ambientes desfavorables, con la desventaja de ser inconsistente.

La familia 50-3 respondió mejor en buenos ambientes, manifestándose consistente, mientras que las familias 53-1, 113-3 y 113-1 son las menos deseables por ser inconsistentes y responder mejor únicamente en ambientes buenos.

La Figura 3 nos muestra las respuestas de los maíces regionales y sus ciclos de selección, indicando que tanto PAO como PA4CSM fueron variedades que respondieron bien a los ambientes desfavorables, al mismo tiempo que se conservaron consistentes.

Entre PBO y PB3CSM hubo disimilitud de respuesta ya que la primera respondió bien a los ambientes desfavorables con la desventaja de ser inconsistente, en tanto que PB3CSM es menos deseable por responder mejor solo en ambientes favorables y por ser mayor su inconsistencia que la observada en PBO.

Entre las selecciones para precocidad (Figura 4) del compuesto blanco de amplia base genética, se destaca que la selección II-78 y Sel. III-78 fueron variedades estables, la selección III-77 muestra mejor respuesta a los ambientes desfavorables, además cuenta con la ventaja de ser consistente. La Sel. I-78 y Sel. II-77 son de la misma respuesta respecto a PBO, es decir que responden mejor en ambientes desfavorables, al mismo tiempo que son inconsistentes, finalmente la Sel. I-77 respondió mejor a los buenos ambientes, característica indeseable en temporal, con la ventaja de ser consistente su respuesta al medio ambiente.

En cuanto a la respuesta de las selecciones por precocidad del compuesto amarillo de amplia base genética al medio ambiente (Figura 5), detectamos -- que ambas selecciones son menos deseables respecto al PAO y PA4CSM debido a responder mejor en buenos ambientes, características limitante por considerarse que no existe en la región seguridad en cuanto a disponer de buen temporal a través de los años.

Los parámetros de estabilidad (Figura 6) de los genotipos de la selección familiar de progenies autofecundadas, indican, que esta metodología fue efectiva para mejorar la estabilidad de una población ya que de ser el material original de dicha selección familiar inconsistente y de responder sólo en buenos ambientes, se transformó en el primer ciclo a variedad estable, superando incluso en consistencia ambiental a PBO.

La variedad comercial VS-202 en la Figura 7 mostró buena adaptación a todos los ambientes, con la desventaja de ser inconsistente. El compuesto amarillo precoz se comportó consistente y de mejor respuesta a los malos ambientes, con lo que se colocó en semejanza respecto a PAO.

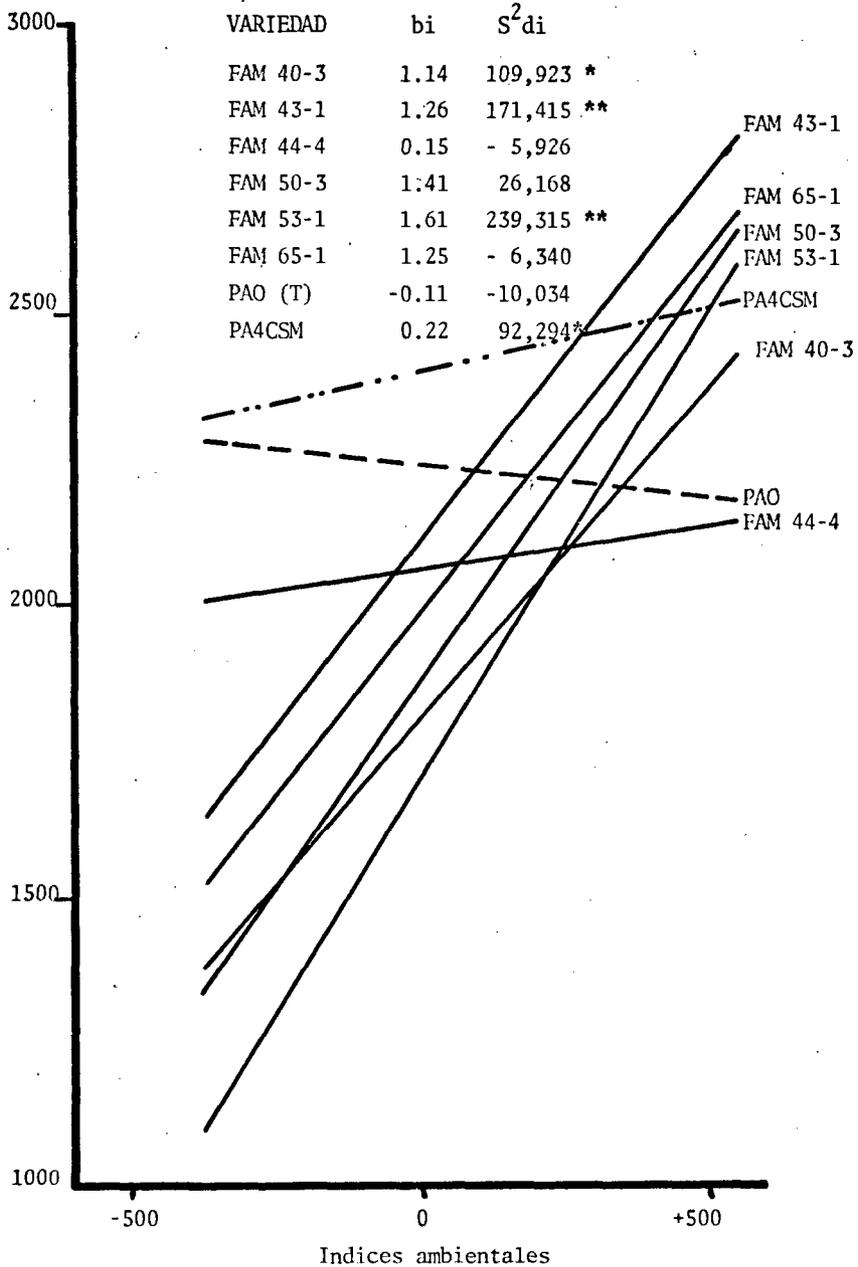


FIG. 1 RESPUESTA AMBIENTAL DE FAMILIAS SOBRESALIENTES DEL SEGUNDO CICLO DE SELECCION COMBINADA EN LA ALTA BABICORA, CIIH. EN 1979.

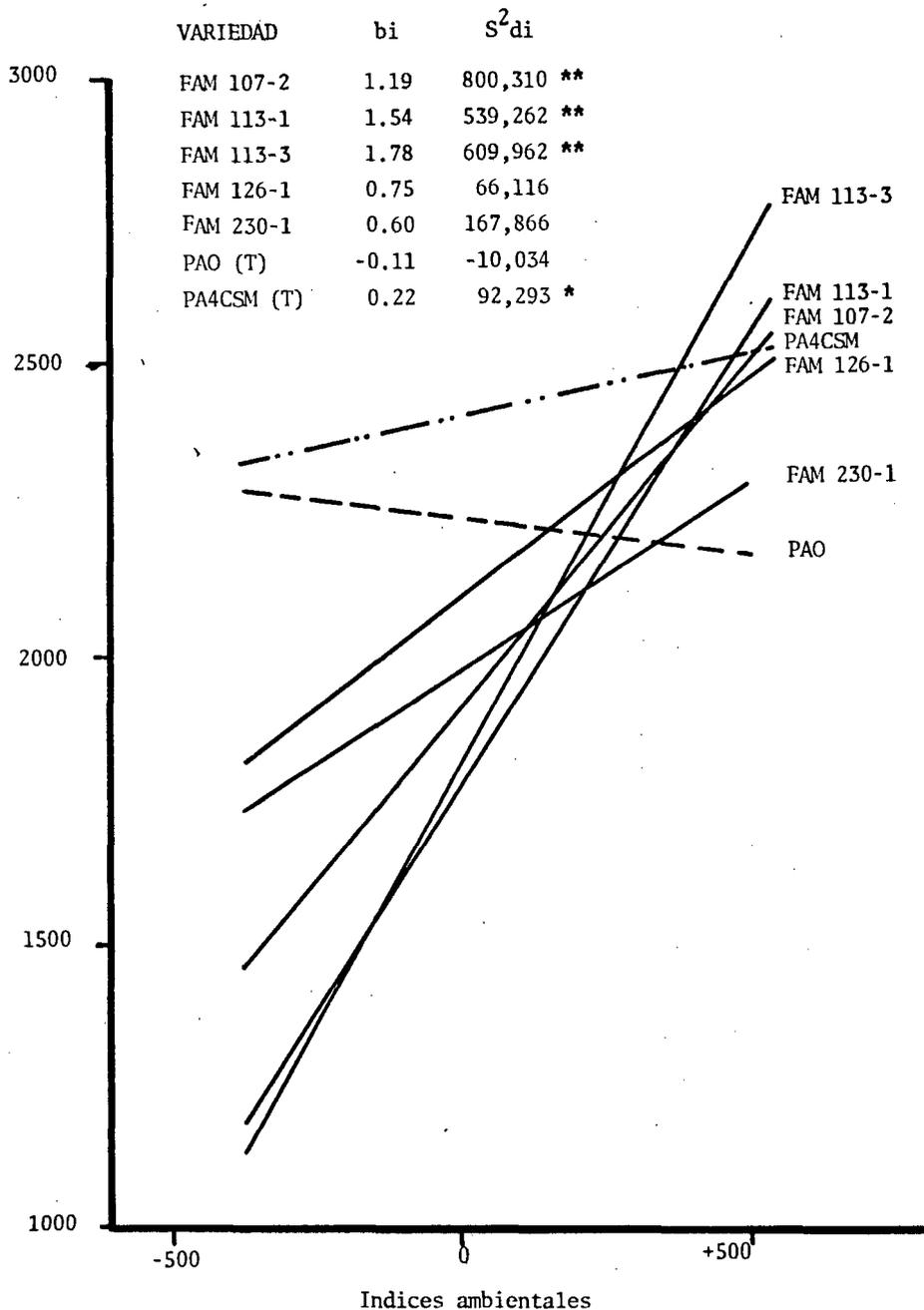


FIG. 2 RESPUESTA AMBIENTAL DE LAS FAMILIAS SOBRESALIENTES DEL SEGUNDO CICLO DE SELECCION COMBINADA EN LA ALTA BARICORA, CHIH. EN 1979

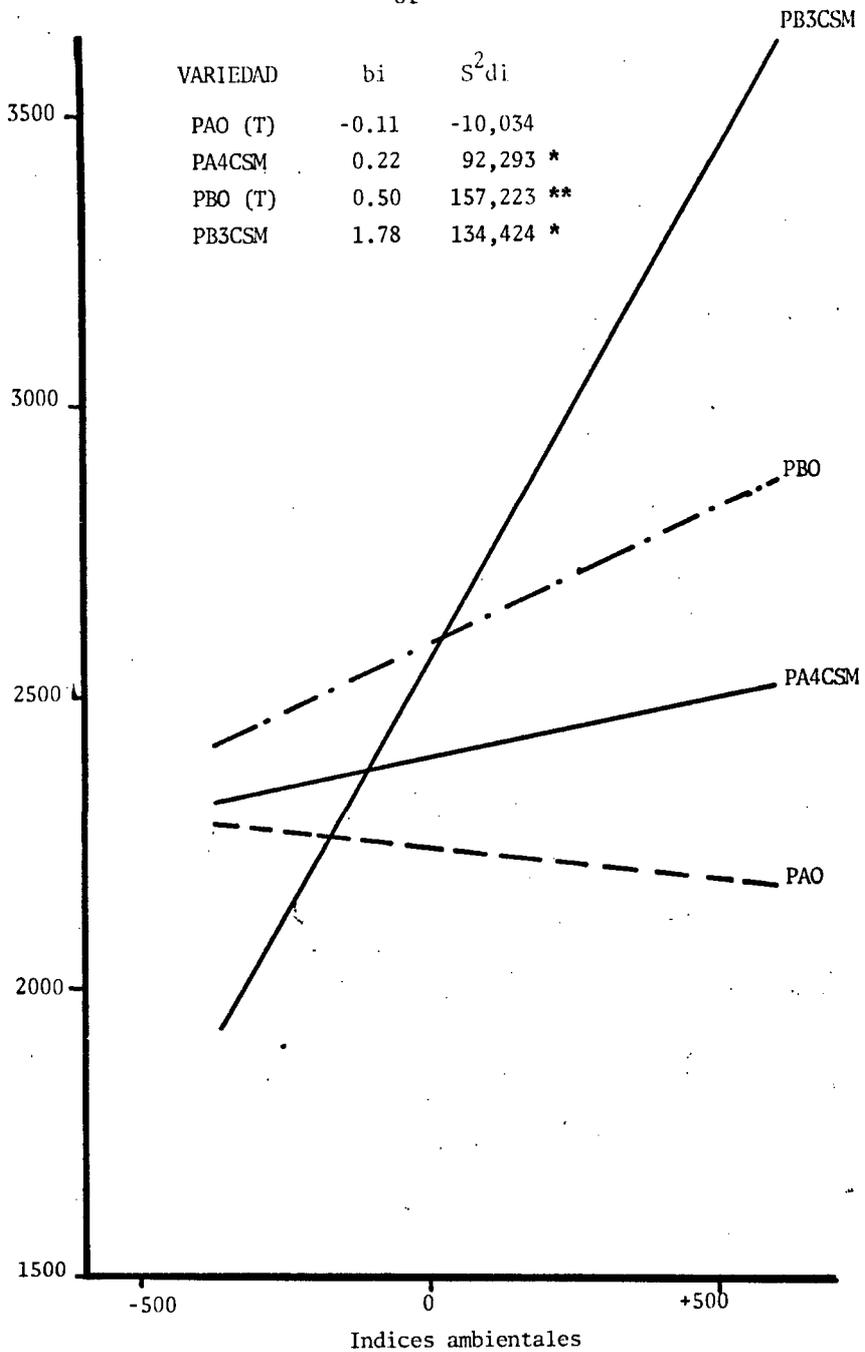


FIG. 3 RESPUESTA AMBIENTAL DE LAS VARIEDADES REGIONALES PERLA BLANCO Y PERLA AMARILLO, ASI COMO DE SUS CICLOS DE SELECCION MAŞAL MODERNA EN LA ALTA BABICORA, CHIH. EN 1979

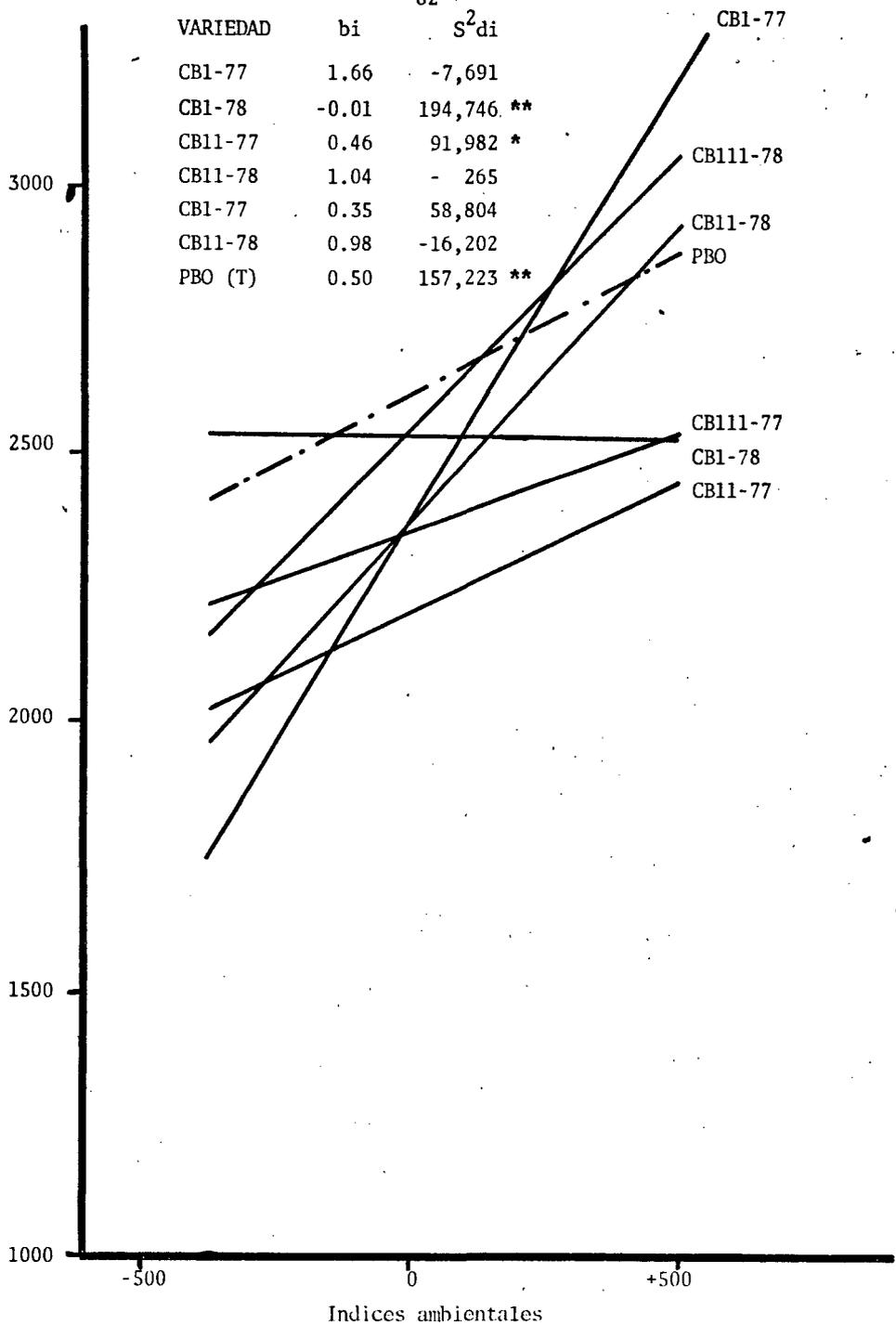


FIG. 4 RESPUESTA AMBIENTAL DE UN COMPUESTO BLANCO DE AMPLIA BASE GENETICA EN LA ALTA BABICORA, CHIH. EN 1979.

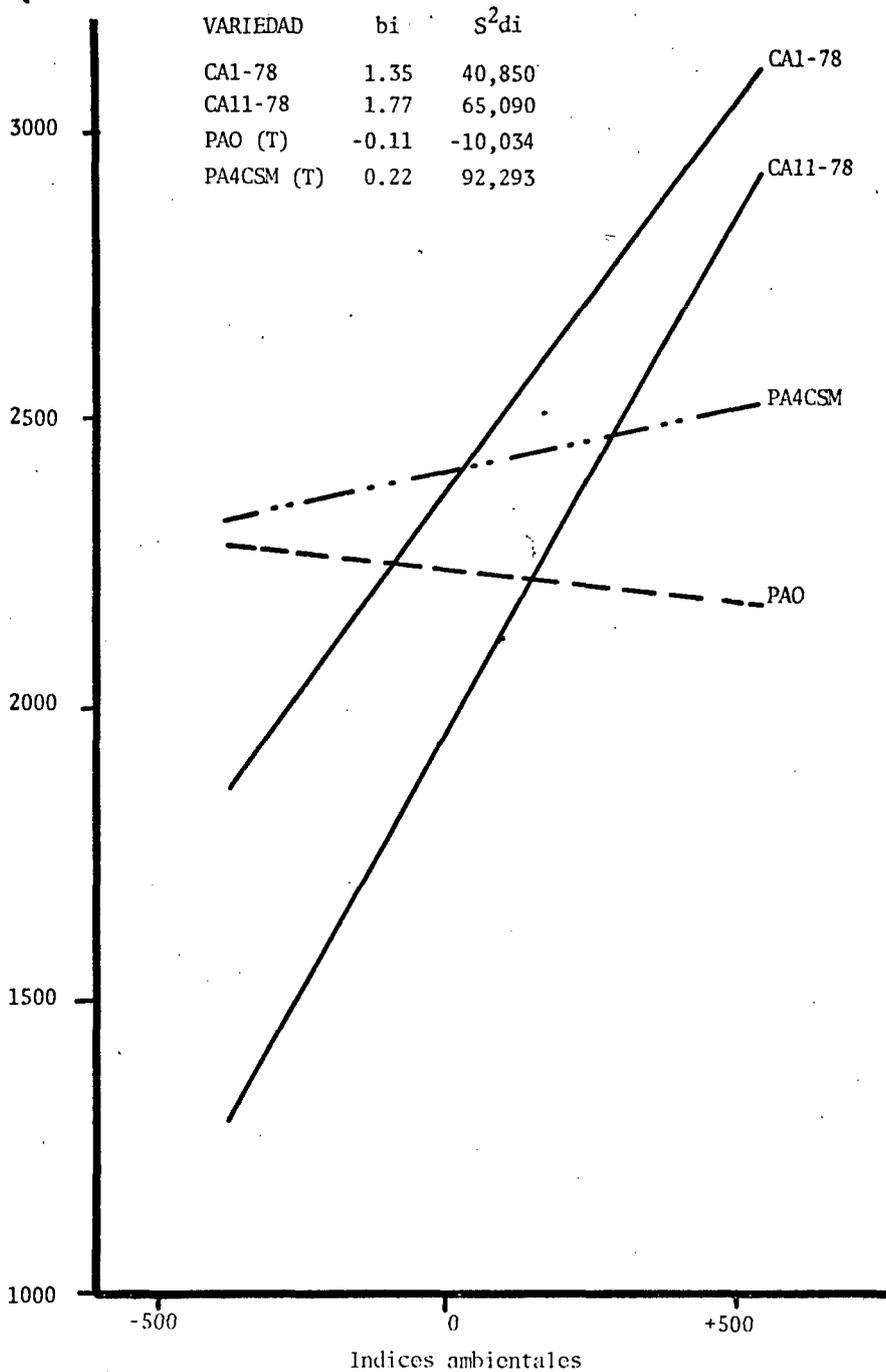


FIG. 5 RESPUESTA AMBIENTAL DE UN COMPUESTO AMARILLO DE MAIZ DE AMPLIA BASE GENETICA EN LA ALTA BABICORA, CHIII. EN 1979.

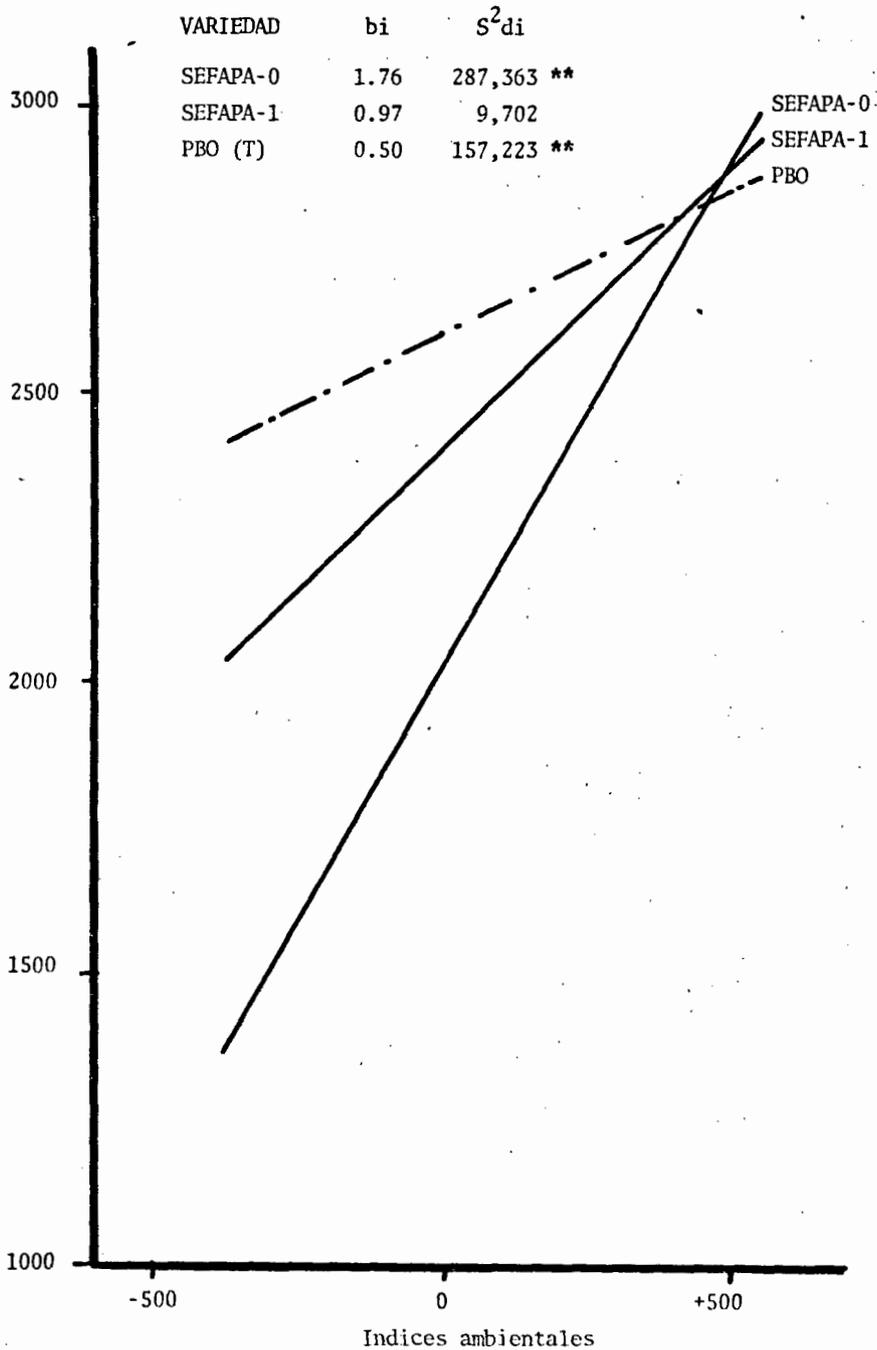


FIG. 6 RESPUESTA AMBIENTAL DEL MATERIAL ORIGINAL Y SU PRIMER CICLO DE SELECCION FAMILIAR DE PROGENIES AUTOFECONDADAS EN LA ALTA BABI-CORA, CHIH. EN 1979.

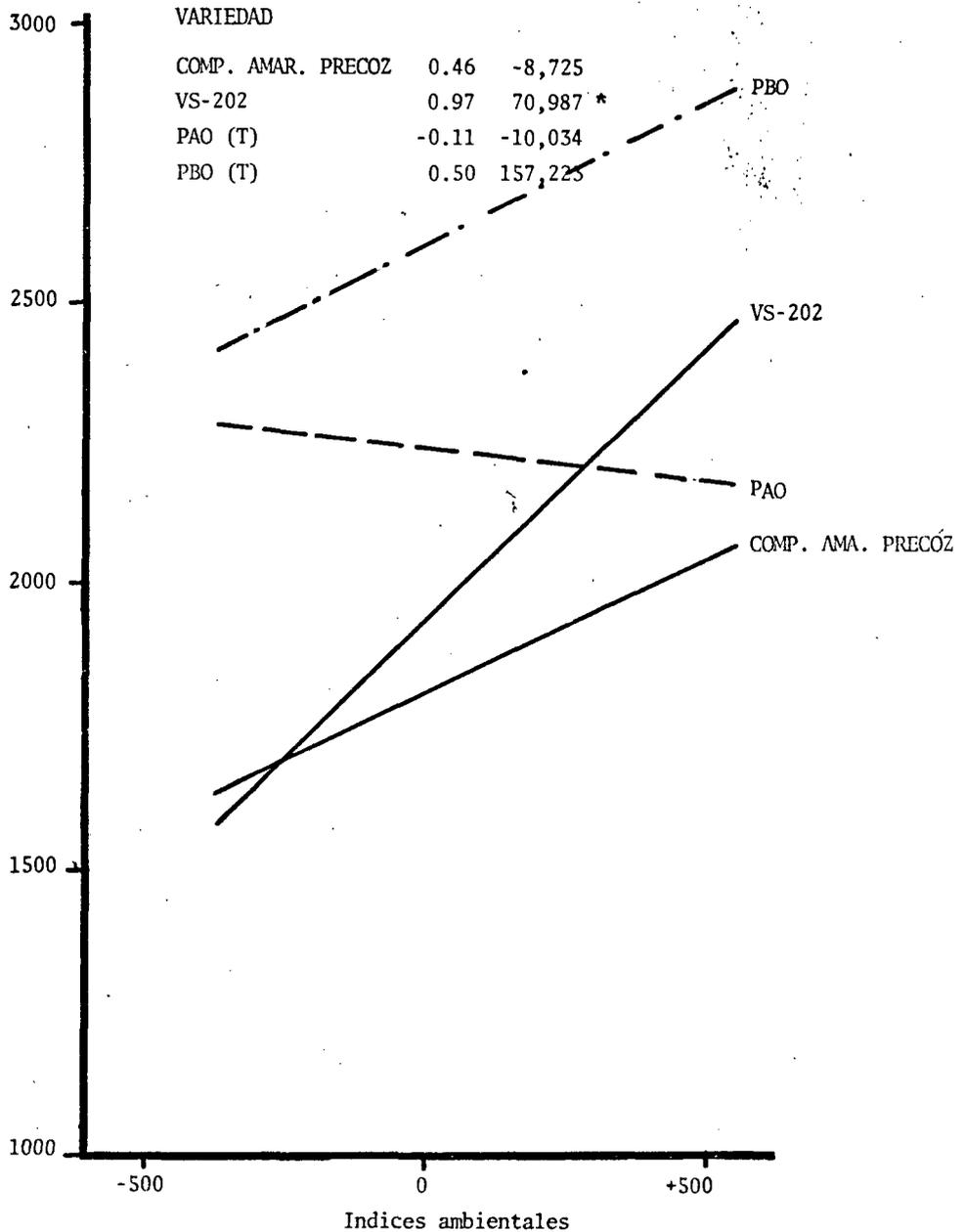


FIG. 7 RESPUESTA AMBIENTAL DE LA VARIEDAD VS-202, ASI COMO DE UN COMPUESTO AMARILLO PRECOZ EN LA ALTA BABICORA, CHIH. EN 1979.

V. DISCUSION

5.1 Análisis Individuales

Los análisis de varianza individuales, realizados por localidades indican significancia al .01 de probabilidad entre las medias varietales, en consecuencia se prueba que existen diferencias estadísticas entre variedades en rendimiento de grano.

La comparación de medias, así como los promedios de las calificaciones agronómicas nos muestra que en la localidad de Gómez Farfías; la mejor variedad fue el híbrido comercial H-204, al ser sobresaliente en rendimiento y calidad agronómica, así como por contar con una precocidad similar a la de Perla Blanco.

Analizando el rendimiento de las selecciones del compuesto blanco de amplia base genética, así como sus características agronómicas, se observa que tienen buenas posibilidades para la región no siendo así cuando los consideramos en base a su precocidad, ya que todos ellos fueron más tardíos respecto a Perla Blanco.

Algo similar ocurre si comparamos el compuesto amarillo de amplia base genética y Perla Amarillo, con la diferencia que dichas selecciones muestran menores rendimientos, con las mismas diferencias entre calidad agronómica y precocidad respecto al testigo regional, a la habida entre el compuesto blanco y su testigo.

En esta localidad existió superioridad estadística en rendimiento de -

grano del SEFAPA-1 respecto al material original, mientras que en precocidad y características agronómicas prácticamente no hay diferencia. Dicha superioridad comprueba la bondad del método de selección familiar de progenies autofecundadas, al menos bajo las condiciones climatológicas que se presentaron en dicha localidad.

Las familias sobresalientes del segundo ciclo de selección familiar combinada de medios hermanos maternos tuvieron los más bajos rendimientos en comparación con el resto del material evaluado. Si comparamos estos resultados con los obtenidos en la realización del segundo ciclo de selección combinada, donde todas las familias incluidas superaron ampliamente a PA4CSM, encontramos entonces que los bajos rendimientos de las familias analizadas fueron debidas en gran parte a que no se utilizó por no contarse con suficiente cantidad en este estudio, semilla procedente de las mazorcas seleccionadas en el segundo ciclo de selección, habiéndose empleado por lo tanto semilla producto de plantas que no representaban cabalmente a dichas familias.

Entre Perla blanco (PBO), Perla amarillo (PAO) y sus ciclos de selección masal moderna PB3CSM y PA4CSM respectivamente, aún cuando existió diferencia numérica en rendimiento, ésta no llegó a manifestarse estadísticamente. Eso se produjo porque Perla amarillo fue poco el aumento obtenido - 7.22 %, e incluso PB3CSM produjo menos grano en comparación con PBO.

En las otras localidades observamos que; en Las Varas la mejor variedad para rendimiento fue PB3CSM y en Nuevo Madera fue la familia 107-2.

Las diferencias de respuesta de las variedades en estas localidades res

pecto a la respuesta de ellas en Gómez Farfías son las siguientes:

En Las Varas el material original obtuvo mayor rendimiento en relación al SEFAPA-0 no llegando a manifestarse esta diferencia al compararse estadísticamente. Este cambio de actitud fue debido a que en esta localidad el número de plantas tenido en la primera repetición por el material original -- fue muy bajo, habiendo sido beneficiado más allá de la realidad al hacer el ajuste por fallas.

Otra notable diferencia fue el bajo rendimiento obtenido por PA0 y -- PA4CSM en esta localidad. Comparativamente con el resto de variedades evaluadas estuvieron entre las variedades de menor rendimiento, debido a la -- poca respuesta genética de estas variedades a un cambio en el temporal.

En Nuevo Madera tuvo lugar la más notable diferencia en comparación -- con la de las otras dos localidades, ya que en este experimento, hubo familias como la 107-2, 126-1, 230-1, 113-3 y 113-1 que estadísticamente estuvieron entre los mejores rendimientos.

Se considera que esta variación de respuesta fue debido a que en esta localidad las siembras se realizaron más temprano en comparación a los -- otros experimentos, lo cual permitió que las variedades más tardías como -- son todas ellas tuvieran mayor disponibilidad de recursos, sobre todo acumulación de temperatura y por tanto completaron su ciclo biológico fácilmente.

En cuanto a características agronómicas se considera que prácticamente fue la misma tendencia de todas las localidades, al superar ampliamente todo el germoplasma incluido en este análisis a los maíces regionales.

5.2 Análisis Combinado

El análisis de varianza combinado nos expresa que a la diferencia entre variedades tenida en los análisis individuales es necesario agregar que existió variación ambiental entre localidades, así como diferente respuesta de una variedad respecto a otra a dicha variación ambiental, lo cual hizo necesario determinar los parámetros de estabilidad de cada variedad.

La comparación de medias y los promedios de las características agronómicas combinando los resultados de las tres localidades dicen que; en general las mejores variedades numéricamente en rendimiento fueron PBO y PB3CSM, lo cual indica que para lograr superar a los maíces regionales, adaptados perfectamente a las condiciones ambientales de la región, es necesario obtener variedades que respondan rápidamente a los cambios climatológicos que pueden presentarse de un momento a otro durante el ciclo biológico del cultivo. Así mismo comprueba que entre los maíces regionales, Perla Blanco es la variedad regional con mayores rendimientos.

Las selecciones del compuesto blanco de amplia base genética tienen buenas posibilidades en la región, ya que al inicio de su mejoramiento cuentan con similitud de rendimiento respecto a los maíces regionales, superando fácilmente a éstos en calidad agronómica con la desventaja de ser en general de poco a más tardíos, característica importante sobre todo en aquellos años en que se presentan heladas tempranas en otoño.

SEFAPA-1 fue estadísticamente igual a PBO, sin embargo se considera que dado el enorme adelanto obtenido con un solo ciclo, en un futuro y con el consecuentemente desarrollo de la metodología habrá superado ampliamente al mencionado Perla blanco.

Dentro de los maíces amarillos, corroboramos que las variedades regionales, en este caso PA4CSM fueron superiores al resto de germoplasma evaluado, ya que numéricamente fue la variedad amarilla más rendidora, siendo estadísticamente igual en rendimiento a CA1-78, así como a las familias 43-1 y 126-1. Todas ellas fueron estadísticamente iguales a PAO.

El compuesto amarillo de amplia base genética y la variedad VS-202 no presentan buenas posibilidades futuras, ya que en el primer caso son mucho más tardíos que Perla amarillo, y en el segundo aún cuando la precocidad es algo similar, los rendimientos obtenidos son muy bajos respecto a Perla blanco.

En cuanto a precocidad también se corroboró lo ya obtenido antes en los análisis individuales, donde se señalaba que el compuesto amarillo precoz superó a todos los materiales sobresalientes incluidos los maíces regionales. Así mismo se observó que prácticamente todo el material avanzado de las diferentes metodologías superaron en calidad agronómica a los maíces regionales.

De las localidades; la mejor fue Las Varas debido a la mayor humedad que existió en el momento de la siembra y durante todo el ciclo del cultivo. A las otras dos localidades se les consideró semejantes entre sí.

Dentro de cada método de mejoramiento analizado se encontró que:

SEFAPA-1 superó estadísticamente en rendimiento a su material original en 19%, no habiendo alterado su precocidad y características agronómicas.

Entre los maíces regionales Perla blanco y Perla amarillo contra sus ciclos de selección masal moderna PB3CSM y PA4CSM, el presente estudio vi

no a corroborar lo obtenido por Ramírez en 1977, quien concluye que para "Perla blanco" no hubo incremento de rendimiento con la utilización de este método, mientras que para "Perla amarillo" su aumento fue leve (7.22%)

Los resultados anteriores indican que la selección familiar de progenies autofecundadas fue más eficaz para explotar la presumible escasez variación genética de los maíces blancos regionales, en comparación con la selección masal moderna, pues mientras en la primera al primer ciclo de selección se logró incrementar casi en un 20% su rendimiento, en la selección masal no obstante tres ciclos de selección no se logró incremento alguno.

Esta diferencia de respuesta entre metodologías se debió también en parte a que en la selección familiar de progenies autofecundadas se basó en muestras de maíces de toda la región mientras que en la selección masal se empleó únicamente la variedad Perla blanco.

En el compuesto blanco de amplia base genética no hubo diferencias estadísticas para rendimiento de grano entre las diferentes selecciones, en cambio en precocidad aún cuando todas ellas fueron más tardías respecto a PBO, se observa que las selecciones de planta tardías (CB111) fueron efectivamente más tardías respecto a las selecciones de plantas precoces, por lo que se comprueba que el método seguido en la estratificación es efectivo para separar por precocidad.

En cambio el compuesto amarillo no muestra prácticamente diferencias entre estratos para precocidad, habiendo sido numéricamente superior en rendimiento la selección de plantas precoces (CA1-78) respecto a la selección de plantas intermedias (CA11-78).

La comparación de rendimiento entre las familias sobresalientes del segundo ciclo de selección combinada contra los maíces amarillos regionales indican que; ninguna de las familias superó en rendimiento a PAO ó a

PA4CSM, existiendo solamente dos de ellas (43-1, 126-1) que igualaron estadísticamente a PA4CSM aunque numéricamente tuvieron menor rendimiento. Una gran desventaja que presentan los ciclos avanzados de la selección -- combinada es ser más tardíos respecto a los maíces amarillos regionales a excepción de la 40-3, característica importante si se toma en cuenta que en la Sierra de Chihuahua se utilizan las variedades amarillas principalmente por su precocidad.

Respecto a calidad agronómica observamos que en general las familias sobresalientes superaron ampliamente a PAO y PA4CSM.

5.3 Parámetros de Estabilidad

El análisis de varianza de este tipo de evaluación indica que no hubo diferencias estadísticas entre variedades, ni para la interacción lineal que mide la respuesta ambiental variedades x ambientes.

Tomando en cuenta que el análisis combinado arrojó alta significancia al (.01) en ambas fuentes de variación, lo anterior revela que tres ambientes son muy pocos para este tipo de evaluación sobre todo a la hora de hacer comparaciones para probar las hipótesis propuestas como es el caso de la hipótesis tres, donde se debe probar como hipótesis alternante que existen $b_i \neq 1.0$ y se requiere que en la comparación de "t", la "t" de tablas se busque con N-2 grados de libertad, ocasionando que dicho valor se dispare muy alto al tener únicamente tres ambientes de evaluación.

La situación antes mencionada produjo que a todas las (bi) se les -- considera iguales a 1. Sin embargo, al hacer las representaciones gráficas de las predicciones de rendimiento, en base a la estimación de $b_{ij} S^2$ di, se observó diferencias bastante notables entre las variedades.

Se piensa que lo anterior originó error del tipo II, al aceptar la hipótesis nula y no ser verdadera, por lo tanto para su interpretación se siguió el criterio de considerar arbitrariamente $b_i = 0$, a aquellas variedades que numéricamente estaban entre $b_i = .75$ y $b_i = 1.25$, al resto de variedades que se disparaban hacia un lado u otro se les tomó como $b_i = 1.0$ y $b_i = 1.0$ respectivamente, por lo que las conclusiones derivadas están sujetas a dicha limitante.

Ahora bien la proposición de Carballo (1970) de considerar como deseables aquellas variedades con buena respuesta a todos los ambientes, -dejando en segundo término las otras situaciones, puede ser real en aquellas circunstancias en las que pueda ser posible minimizar al máximo la influencia de las características ambientales, como es el caso de regiones con buenos temporales o bajo condiciones de riego.

Sin embargo, al estudiar regiones donde la precipitación es baja y mal distribuida un año y no predecible la de los años siguientes, la estrategia debe cambiar y considerar como la situación más deseable aquella donde $b_i < 1.0$ y $S^2 d_i = 0$, es decir la de aquellas variedades que --responden mejor a los ambientes desfavorables al mismo tiempo que demuestran buena consistencia.

En orden decreciente la deseabilidad debe ser la siguiente $b_i < 1.0$, $S^2 d_i > 0.0$, $b_i = 1.0$ $S^2 d_i = 0$ y $b_i = 1.0$ $S^2 d_i > 0.0$. Las situaciones $b_i > 1.0$ $S^2 d_i = 0.0$ y $b_i > 1.0$, $S^2 d_i > 0.0$ no tienen aplicación en áreas donde el temporal es incierto y bajo en contenido y calidad.

Al tiempo de ponderar las anteriores situaciones se deben tomar muy en cuenta también el rendimiento promedio obtenido en las tres localidades evaluadas.

Bajo estos criterios las poblaciones más deseadas fueron: PBO, CBI-78, que aunque inconsistentes responden mejor en ambientes desfavorables y se

encuentran entre rendimientos superiores al promedio general.

El CB111-77, PAO, las familias 44-4 y 230-1 así como el compuesto amarillo precoz fueron más consistentes que las anteriores, con mejor respuesta en ambientes desfavorables, siendo poco menos deseables por su bajo rendimiento.

En la misma situación del primer grupo narrado, con la desventaja de tener bajo rendimiento encontramos al CB11-77.

Por su rendimiento y sus parámetros de estabilidad otras variedades deseables son: SEFAPA-1, CB11-78, así como las familias 126-1 y 65-1.

Al resto de los genotipos evaluados no se les considera deseables de primer orden para la región, debido a sus bajos rendimientos o bien a su mala respuesta a los diferentes ambientes donde se les quiere recomendar.

Entre los métodos de manejo poblacional encontramos que: en selección masal moderna prácticamente no hubo diferencia entre PAO y PA4CSM, ya que ambas respondieron mejor a los ambientes desfavorables, con la desventaja por parte de PA4CSM de ser levemente inconsistente.

La selección masal moderna (in situ) provocó un cambio en la respuesta ambiental de la variedad Perla blanco, ya que PBO respondió mejor en ambientes desfavorables, siendo inconsistente, mientras que PB3 respondió mejor en ambientes favorables, continuando inconsistente.

Lo anterior prueba que la selección masal moderna practicada in situ produce variedades adaptadas específicamente al ambiente donde se realiza la selección, no pudiéndose utilizar fácilmente en ambientes características diferentes a las de su procedencia.

En cambio la selección familiar de progenies autofecundadas, aparte de aumentar el rendimiento del material original, el cual mostró gran inconsis

tencia ambiental, produjo que el primer ciclo de selección fuera consistente en respuesta a los diferentes ambientes evaluados.

Observando la respuesta ambiental del compuesto blanco de amplia base genética encontramos que se cumplió el objetivo buscado de tener una población que se adaptara perfectamente a los diferentes ambientes con que se cuenta en el área de influencia del CAESICH para utilizarla como base en futuros programas de mejoramiento genético, debido a que parte del buen rendimiento observado en general por las selecciones de dicho compuesto tenemos que prácticamente todos los estratos cayeron dentro de la consistencia ambiental buscada al ser algunos consistentes en todos los ambientes evaluados o bien al ser de mejor respuesta en ambientes desfavorables, encontrándose que únicamente CBl-77 tuvo mejor respuesta en ambientes favorables.

Respecto a la consistencia sólo el CBl-78 y CB11-77 mostraron ser inconsistentes.

El compuesto amarillo de amplia base genética mostró tener mayor efectividad en ambientes favorables, lo que aunado a su largo ciclo biológico lo hace poco deseable para la región de estudio, sobre todo a la hora de hacer comparaciones con los maíces amarillos regionales, los cuales superaron ampliamente en adaptación a dicho compuesto.

Respecto a las generaciones avanzadas de la selección combinada tenemos que las familias con mejor respuesta a la variación ambiental fueron la 126-1, 230-1 y 44-4 las cuales fueron de idéntica respuesta respecto a PA0 y PA4 al responder mejor en ambientes desfavorables, otras familias que superaron al resto en cuanto mejor respuesta ambiental fueron 40-3, 65-1 y 107-2, el resto es poco deseable por su mala adaptación a las condiciones ambientales que prevalecen en la Sierra de Chihuahua.

En cuanto al compuesto amarillo precoz y VS-202 destaca lo ya mencionado en los resultados. Donde el compuesto amarillo precoz muestra responder mejor a los ambientes desfavorables y es consistente, colocándose en el primer lugar de deseabilidad con la desventaja de su menor rendimiento respecto a PA4CSM.

VS-202 exhibe buena respuesta a los ambientes evaluados con la desventaja de ser menos rendidora en comparación con PBO.

VI. CONCLUSIONES

De todo lo anteriormente discutido se concluye lo siguiente:

Para la primer hipótesis planteada se encontró que:

1. Se corroboró lo obtenido anteriormente por Ramírez (1977), quien reporta que la selección masal moderna no fue efectiva para aumentar el rendimiento de la variedad Perla Blanco, mientras que para la variedad Perla Amarillo el incremento fue leve (7.22 %).
2. La selección familiar de progenies autofecundadas probó ser efectiva para aumentar el rendimiento en aquellas poblaciones donde se presume existe poca variación genética, ya que el primer ciclo de selección superó en rendimiento a su material original, además la población mejorada mostró un rango de adaptación mayor.
3. Se cumplió el objetivo principal que llevó a formar una población blanca de amplia base genética, el cual fue reunir la diversidad genética expresada individualmente por cada uno de sus integrantes. Representada dicha variación en; la adaptabilidad observada por la mayoría de sus selecciones por precocidad a las diferentes situaciones ambientales estudiadas en el presente trabajo.

Aparte de lo anterior es necesario hacer notar que dicha población tiene grandes posibilidades en la región debido a que en el inicio de su mejoramiento iguala en rendimiento y supera ampliamente en calidad agronómica a la variedad Perla Blanco, debiéndose poner especial atención en aumentar su precocidad.

4. Se necesita aumentar la adaptabilidad y precocidad del compuesto amarillo de amplia base genética, a fin de que tenga posibilidades de salir avante en la región.
5. Los ciclos avanzados obtenidos mediante selección combinada de medios hermanos maternos no superaron en rendimiento y precocidad a los maíces amarillos regionales. Sin embargo en características agronómicas si superaron ampliamente a dichos maíces.

Respecto a la segunda hipótesis se concluye que:

6. Por su rendimiento y adaptación a las condiciones climatológicas de la región, las mejores variedades son: Perla blanco y Perla amarillo 4CSM.
7. De las variedades comerciales; el híbrido H-204, a reserva de más evaluaciones, tiene muchas posibilidades de sustituir en corto plazo a las variedades actualmente recomendadas. Por otro lado la variedad -- sintética VS-202 no tiene perspectiva debido a su bajo rendimiento.
8. El compuesto amarillo precoz; probó ser la población de mayor precocidad, superando incluso a los maíces regionales, situación no lograda por ningún material evaluado anteriormente bajo condiciones de humedad-temporal.

Este compuesto puede ser de bastante utilidad en aquellas regiones -- que por sus características climáticas requieran variedades muy precoces.

Otras conclusiones que se derivan del presente estudio son:

9. La selección familiar de progenies autofecundadas fue más efectiva para incrementar el rendimiento y mejorar la adaptación de los maíces blancos regionales en comparación con la selección masal moderna, en parte ésto se debió a que para el primer método, se utilizó como población inicial un compuesto de muestras de maíces blancos, mientras que en el segundo se basó únicamente en la variedad Perla Blanco.
10. Las variables día a floración masculina, altura de planta y mazorca, así como vencimiento de esta última como medida de madurez son buenos criterios a seguir para seleccionar por precocidad.
11. Se necesita contar con más de tres ambientes para estimar correctamente los parámetros de estabilidad propuestos por Eberhart y Rusell en 1966.

A P E N D I C E

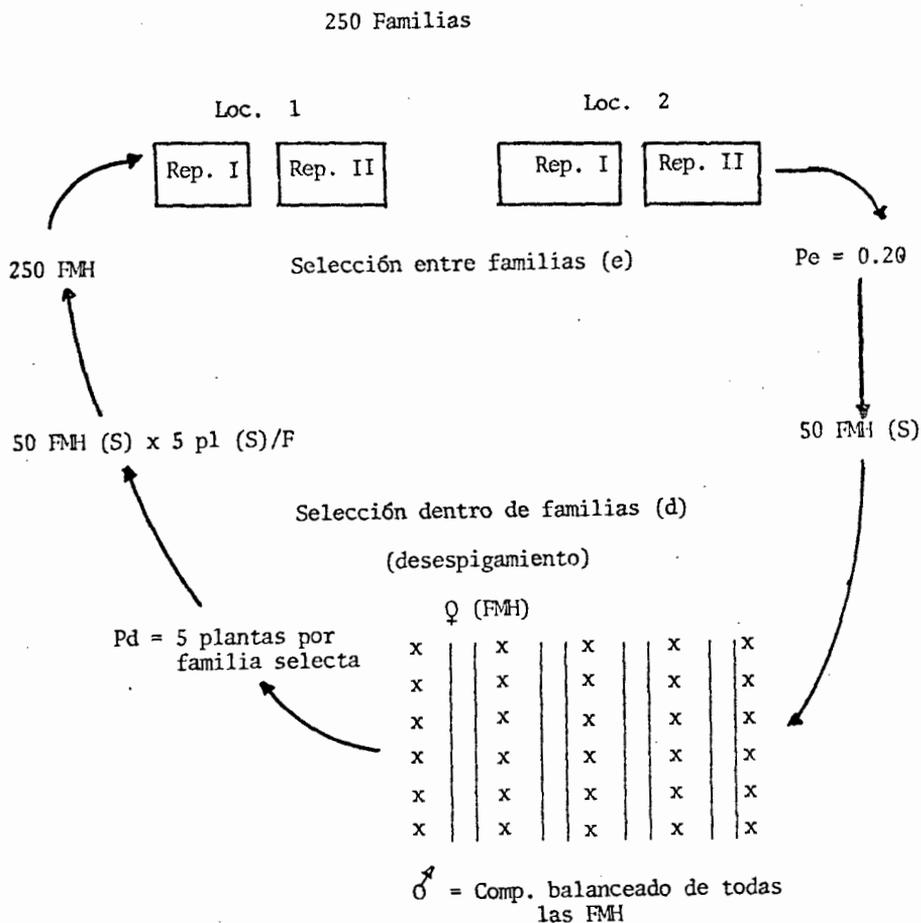
CUADRO LA SUPERFICIE Y VALOR DE LA PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS,
DENTRO DEL AREA DE INFLUENCIA DEL CAESICH EN 1979.

CULTIVO	SUPERFICIE		PRODUCCION TONS	PRECIO/ TON	VALOR DE LA PRODUCCION	
	ABSOLUTA HA	PORCIENTO			ABSOLUTO	%
MAIZ	221,224	50.85	254,632	3,480	886'149,360	35.25
FRIJOL	67,357	15.48	44,633	10,000	446'330,000	17.75
AVENA	114,275	26.27	132,776	2,600	345'217,600	13.73
PAPA	4,267	0.98	63,033	3,000	189'099,000	7.52
TRIGO	6,050	1.39	23,760	2,750	65'340,000	2.60
MANZANO	21,000	4.83	86,100	6,500	659'650,000	22.26
OTROS FRUT.	827	0.02	---		22'361,050	0.89
T O T A L	435,000	100.00			2,514'147,000	100.00

CUADRO 2A . RESULTADOS DE LA EFECTIVIDAD DE LA SELECCION MASAL MODERNA PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO
EN VARIETADES DE POLINIZACION LIBRE

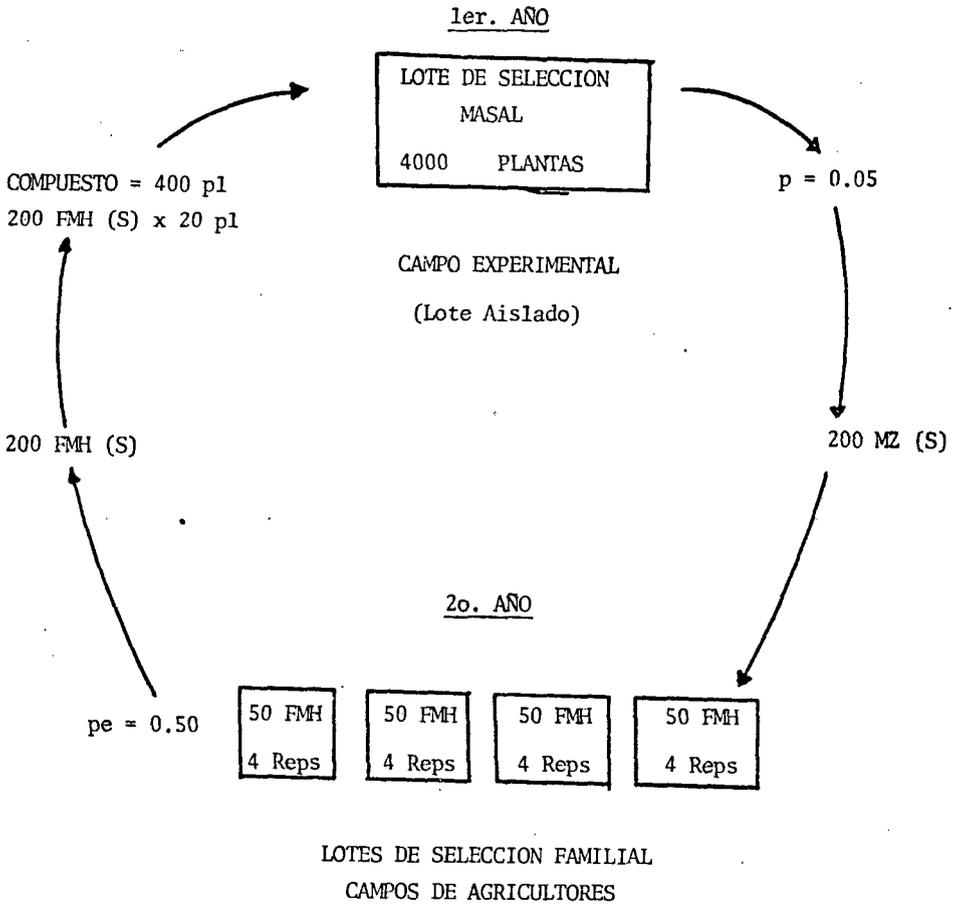
FITOMEJORADOR	AÑO	VARIEDAD	CICLOS DE SELECCION	PRESION DE SELCCION %	% DE INCREMENTO POR CICLO DE SELECCION
Gardner	1961	Hays Golden	3	10	3.9
Johnson	1963	V - 520 C	3	5	11.0
Reyes y Gutiérrez	1965	Carmen	3	5	5.7
Tapia	1966	Chalco	4	5	6.9
		México Gpo. 10	3	5	10.0
Cisneros	1967	Comp. Chalqueño 61	4	5	8.07
		México Gpo. 10	3	5	9.8
Romero y López	1968	Honduras	4	5	2.85
Calzada	1970	Celaya II	2	5	3.0
González	1971	Comp. Cónico	3	5	17.0
Velazco	1972	Celaya II	2	5	2.0
CIMYT	1973	México Gpo. 10	6	5	5.7
Molina	1976	Zac. 58	5	5	4.9
Ramírez	1977	Perla amarillo	4	10	3.2

FIGURA 1A. SELECCION MAZORCA POR HILERA MODIFICADA*
(LONQUIST)



* Márquez (1977)

FIGURA 2A. SELECCION ALTERNANTE MASAL Y SELECCION FAMILIAL (MH) *
(2 AÑOS / CICLO)

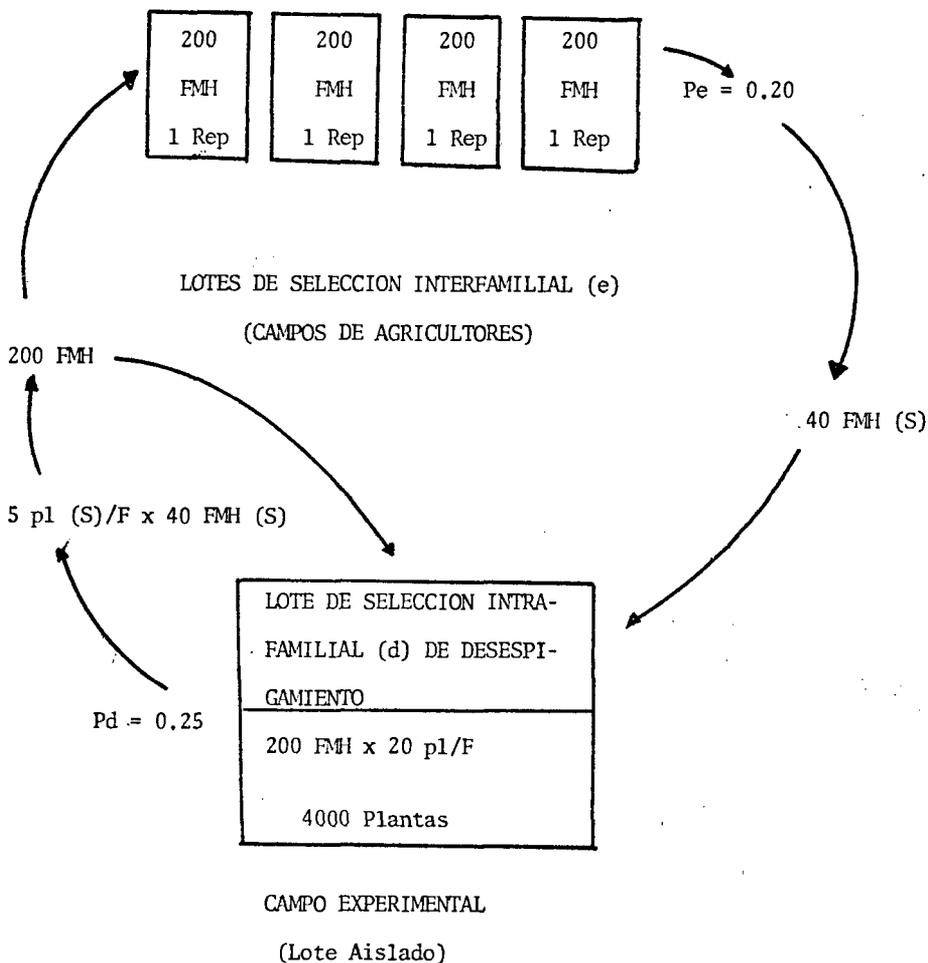


* Márquez (1977)

FIGURA 3A. SELECCION COMBINADA (MH) *

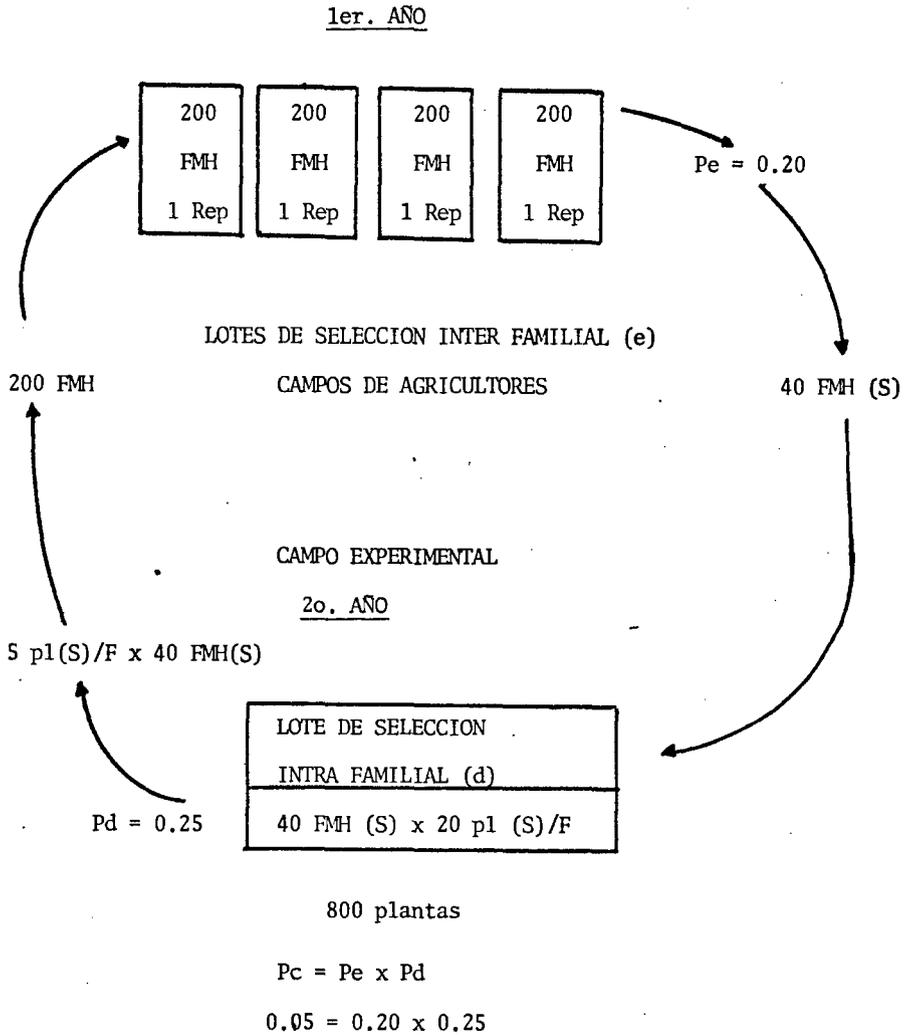
(AÑO / CICLO)

(LONQUIST - PATERNIANI)



* Márquez (1977)

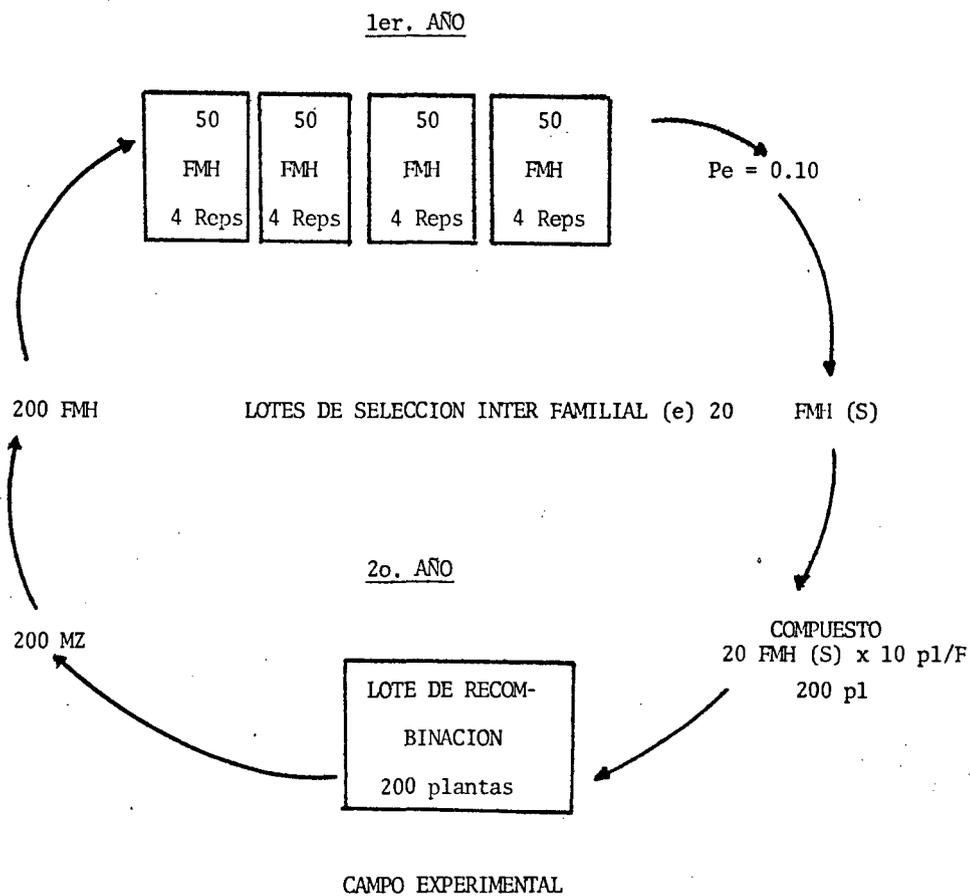
FIGURA 4A. SELECCION COMBINADA (DOS AÑOS/CICLO) (MH) *
(COMPTON - COMSTOCK)



* Márquez (1977)

FIGURA 5A. SELECCION FAMILIAL CONVERGENTE - DIVERGENTE (MH)*

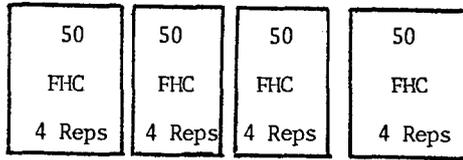
(2 AÑOS/CICLO)



*Márquez (1977)

FIGURA 6A. SELECCION FAMILIAL CONVERGENTE - DIVERGENTE (HC) *
(2 ANOS/CICLO)

1er. AÑO

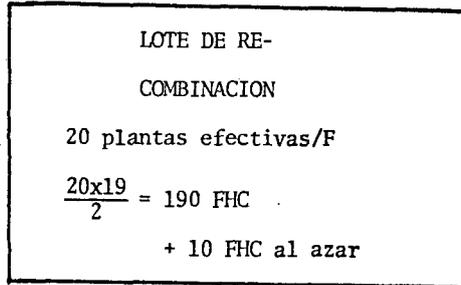


$Pe = 0.10$

LOTES DE SELECCION INTERFAMILIAL (e)
CAMPOS DE AGRICULTORES

20 FHC (S)

2o. AÑO



CAMPO EXPERIMENTAL

*Márquez (1977)

CUADRO 3A. CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE ALGUNAS LOCALIDADES SITUADAS AL NOROESTE DEL ESTADO DE CHIHUAHUA
Y QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL AREA DEL ESTUDIO DEL PRESENTE TRABAJO.

CARACTERISTICAS	G. FARIAS	MADERA	TEMOSACHIC	NAMIQUIPA	SAN JOSE BABICORA	CUAUHTEMOC	BACHINIVA	GUERRERO
Altura sobre nivel del mar	2,255 m	2,092 m	1,858 m	1,828 m	---	2,010	2,020	2,010
Temperatura media anual	12.1°C	10.9°C	13°C	14.2°C	11.9°C	15.4°C	13.9°C	13.8°C
Precipitación media anual	559 mm	606 mm	592 mm	447 mm	559 mm	409 mm	470 mm	496 mm
Días con lluvia en el año	75	97	84	75	75	68	65	105
Primera helada	13-Sep-63	14-Sep-69	14-Sep-59	13-Sep-59	13-Sep-59	2-Oct-65	4-oct-65	8-Oct-76
Ultima helada	7-Jun-62	13-Jun-62	6-Jun-65	7-Jun-57	7-Jun-57	27 May-	28-may-79	4-Jun-
Perfodo libre de heladas	136	133		140	140	208	195	178

CUADRO 5A. MATERIAL ORIGINAL DEL COMPUESTO BLANCO DE AMPLIA BASE GENETICA

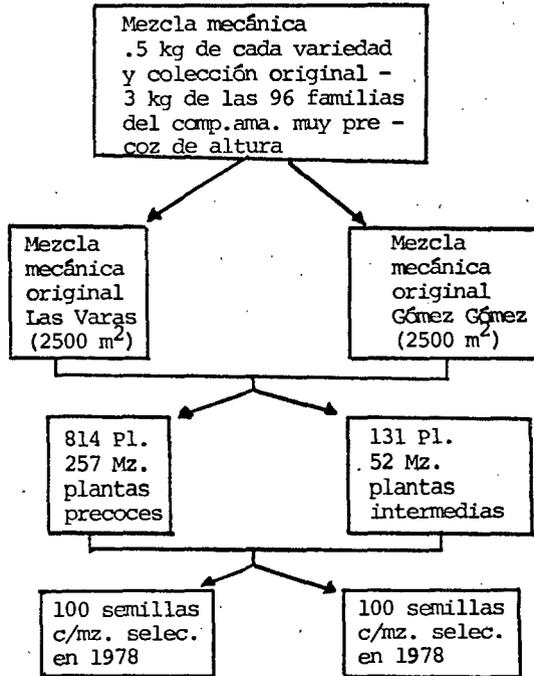
- b) H-28, H-30, H-32, VS-7E, VS-22-E, VS-201 y Cafime
 - c) CHIH-164, CHIH-205, CHIH-212, CHIH-187, CHIH-213, CHIH-207, CHIH-168, CHIH-202, CHIH-160, CHIH-138, CHIH-296, CHIH-229, CHIH-175, CHIH-129, CHIH-185 y CHIH-152.
 - d) ZAC 225, ZAC 229, ZAC 105, ZAC 142, ZAC 121, ZAC 104, y ZAC 58.
 - e) DGO-78, DGO-178, TLAX-145 y TLAX-169
 - f) HGO-124, PUE-709
 - g) PAB 299 x 300, PAB 298 x 300, PAB 166 x 188, PAB 142 x 158, PAB 269 x 266, PAB 176 x 188, PAB 161 x 188, PAB 187 x 188 y PAB 154 x 158
-

CUADRO 6A. MATERIAL ORIGINAL DEL COMPUESTO AMARILLO DE AMPLIA BASE GENETICA

- a) Tulancingo amarillo, Perla amarillo original, así como su cuarto ciclo de selección masal.
 - b) Babicora-1, Babicora-2, Babicora-3
 - c) Familias 1, 6, 9, 10, 12, 16, 18, 21, 25, 26, 27, 30, 33, 34, 39, - 40, 41, 42, 43, 44, 50, 53, 56, 58, 59, 60, 63, 65, 67, 68, 70, 74, 75, 76, 85, 86, 89, 90, 92, 93, 100, 101, 102, 107, 108, 113, 116, 118, 119, 121, - 122, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 132, 134, 136, 142, 143, 146, 149, 154, - 155, 157, 162, 167, 172, 176, 180 183, 187, 197, 199, 204, 206, 207, 211, - 213, 215, 217, 221, 227, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 238, 240, 241, 247, - 252.
 - d) CHIH-96, CHIH-130, CHIH-151, CHIH-155, CHIH-181, CHIH-201, CHIH-242, CHIH-243, CHIH-252, CHIH-254 y CHIH-260.
-

FIGURA 8A. METODOLOGIA UTILIZADA EN EL COMPUESTO AMARILLO

1978 Formación
mecánica-
del com-
puesto



1979 primer ci
clo de re
combi-
na-
ción ge
ne-
tica

FIGURA 9A. ESQUEMA DE SELECCION FAMILIAR COMBINADA EN UN COMPUESTO AMARILLO PRECOZ DE ALTURA.

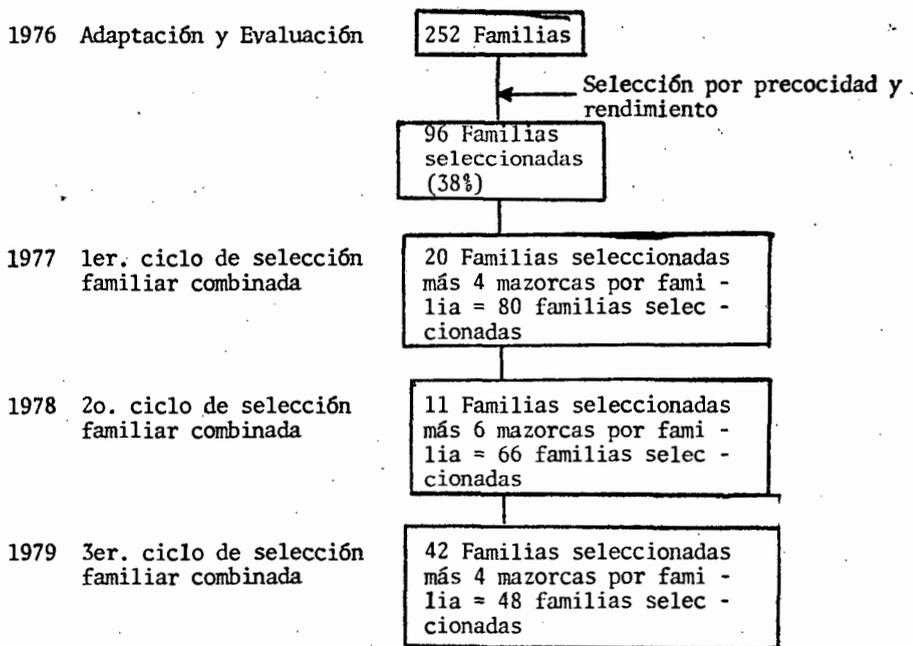
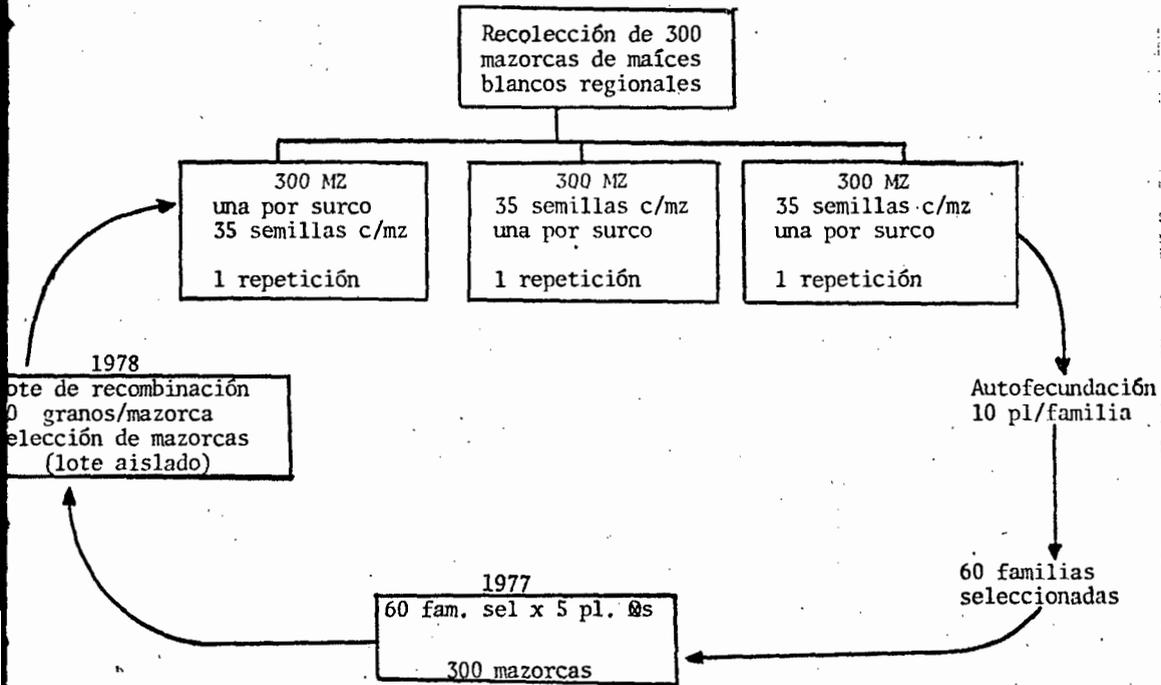


FIG. 10A. ESQUEMA DE SELECCION FAMILIAR DE PROGENIES AUTOFECUNDADAS EN MAICES REGIONALES CRISTALINOS BLANCOS.



maíz. Tesis M.C. Chapingo, México, Universidad Autónoma de Chapingo, Colegio de Postgraduados.

9. Eberhart, S.A. and Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing. *Crop. Sci.* 6:36-40.
10. Gómez Montiel, N. 1977. Estabilidad del rendimiento y delimitación de áreas del cultivo de sorgo para grano en México. Tesis M.C., Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados.
11. Juárez Esparza, R. 1977. Interacción genotipo medio ambiente en la selección y recomendación de híbridos de sorgo para grano. Tesis M.C. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados.
12. Lonquist, J.H. 1964. A modification of the car-to-row procedure for the improvement of maize populations. *Crop. Sci.* 4: 227-233.
13. López Jaramillo, A. 1976. Utilización de parámetros de estabilidad para la elección de variedades de maíz de riego y temporal para el estado de Durango. Tesis profesional, Saltillo, Coahuila, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
14. Márquez Sánchez, F. 1977. Alternativas para la selección familiar en maíz. INIA, III Reunión de maiceros, Puebla, Pue. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
15. Martínez Santana, J.J. 1977. Correlaciones y parámetros de estabilidad en rendimiento y calidad de trigo. Tesis de M.C. Chapingo México, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados.
16. México, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1977. III Reunión de maiceros. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

26. Ramirez Vega, S. 1977. Selección masal moderna en variedades de maíz Perla amarillo y Perla blanco en cuatro localidades de la Sierra de Chihuahua. Tesis M.C. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados.
27. Sprague, F.G. 1955. Mejoramiento del maíz. Trad. del Inglés por Angel Salazar B. y Alfredo Carballo Q. 1a. Ed. COMAVAL, México.
28. Sprague, W.E. y Finlay, W.K. 1976. Estado actual de los recursos genéticos vegetales y su utilización. México, CIMMYT.
29. Villena, W. Mejoramiento de poblaciones. "Inedito".