

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE GRADUADOS



**EVALUACION DE HIBRIDOS COMERCIALES DE MAIZ,
SUS CRUZAS Y SUS GENERACIONES AVANZADAS
PARA LA ZONA CENTRO DE JALISCO**

TRABAJO QUE CON EL CARACTER DE

T E S I S

P R E S E N T A :

EL C. CESAREO GONZALEZ SANCHEZ

**PARA OPTAR AL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN MANEJO DE
AREAS DE TEMPORAL**

GUADALAJARA, JALISCO, 1990

Esta tesis fué realizada bajo la dirección del Comité Particular
que a continuación se menciona y aprobada por el mismo :

DIRECTOR DE TESIS : DOCTOR JOSE RON PARRA

ASESOR : DOCTOR : MARIO ABEL GARCIA VAZQUEZ

ASESOR : M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA

EL COORDINADOR DE LA MAESTRIA
ING. ANTONIO ALVAREZ GONZALEZ

AGRADECIMIENTOS

A dios ,quien ha guiado,guía y seguirá guiando mis pasos durante mi corta estancia espacial en la tierra.

A los miembros del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme brindado la oportunidad de cursar la Maestría en Manejo de Areas de Temporal.

A las autoridades del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) por el apoyo facilitado en mis propósitos de superación académica.

A la Escuela de Graduados y en especial al Departamento de Investigación Científica y Superación Académica de la Universidad de Guadalajara por su constante apoyo para la elaboración del presente trabajo.

Al M.C. Gerardo A.Longoria G,Director del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Guanajuato,por su atinado impulso para superarme intelectualmente.

Al Doctor José Ron Parra,profesor,amigo y director de esta investigación,por su incansable dedicación teórica y práctica durante el desarrollo de los experimentos,así como por la revisión del manuscrito.

Al M.C. José Luis Ramírez Díaz por su valioso auxilio durante el establecimiento y toma de datos de algunos de los experimentos.

Al Ing. Luis Hernández Arévalo y a José Vidrio González,del Campo Experimental del Valle de Zapopan por su entrega desinteresada en los trabajos de campo,durante los tres ciclos de siembra.

Al personal de campo de los Campos Forestales y Agropecuarios del Valle de Zapopan y de la Costa de Jalisco, por su valiosa colaboración en las diferentes etapas fisiológicas de los experimentos de maíz.

A todos mis maestros por su insistencia insoslayable para estimular a los alumnos de Maestría a prepararse lo mejor posible, y en especial al Doctor Diego R. González Eguiarte, profesor, amigo y Subdirector de Desarrollo Científico y Tecnológico del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Estado de Jalisco, por su constante motivación en la elaboración de esta tesis.

A mis cuñados Luis Francisco, Jorge, Jesús y Catarino por su desinteresada ayuda durante las diferentes etapas de los experimentos establecidos.

A mi abuelita María Trinidad Rodríguez Ibarra por sus oraciones y a todos mis familiares quienes han representado un estímulo para no declinar en el sendero difícil de la superación académica.

Al Ing. Hugo Balandra Utrilla y a Carlos Chávez, Jefe y Ayudante, respectivamente, del Departamento de Becas del INIFAP por el considerable auxilio prestado en los trámites correspondientes para hacer posibles mis estudios de Maestría.

Al señor Everardo Villaseñor, productor cooperador de Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco, por haber facilitado parte de su parcela para establecer dos ensayos de evaluación.

A mis compañeros de Maestría Abundio Rodríguez de la O, Carlos González Rivas, Doroteo Caro Valderrama, María Esther Ramírez Huerta, Humberto Cuellar Torres, Zenón Estrada Núñez (q.e.p.d) y en especial a Manuel Velázquez Almaráz por sus valiosos consejos y por su ayuda

en la interpretación de algunos aspectos de los resultados obtenidos, y por las experiencias inolvidables vividas durante los cursos de postgrado con todos ellos.

A todos aquellos que siempre han depositado su paciencia y confianza en mí y que con su entusiasmo de superación como personas y en el ámbito profesional han significado un acicate para ir en busca de una capacitación suficiente que me permita tomar decisiones más acertadas en el campo mexicano.

Al doctor Mario Abel García Vázquez y al M.C. Salvador Hurtado de la Peña, profesores, amigos y asesores del presente trabajo por sus sugerencias atinadas en la revisión del mismo.

Al M.C. Alierio Caetano de Oliveira, colega y amigo por su constante apoyo en las lides de la divulgación y transferencia de tecnología dentro del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.

Al doctor Hugo Manzanilla B., Director del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Jalisco por su valiosa ayuda para la realización del presente trabajo.

Asimismo, sería imperdonable pasar inadvertida la colaboración del ingeniero Rogelio Montes Arreola, ya que tuvo la gentileza de auxiliarme en la elaboración de la mayor parte de las figuras enunciadas.

Al mismo tiempo, aprovecho para manifestar un agradecimiento sincero a todas aquellas personas y amigos que sin quererlo hayan sido omitidos.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con profundo cariño a mis hijos Amalia Rocío y Juan César, quienes representan las principales razones de mi existencia y esencial motivación en el camino de la superación humana e intelectual.

A mi esposa Amalia Ramírez de González por su amor pulcro e incondicional, por el apoyo moral y por su participación en la redacción del trabajo, lo cual ha contribuido para el logro de mis aspiraciones.

A la memoria de Alma Berenice, quien con su breve paso entre nosotros, transformó mi carácter para seguir adelante con más fuerza.

A los obreros, campesinos y sociedad en general de México y del mundo.

CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	ii
INDICE DE CUADRO Y FIGURAS DEL APENDICE	iv
RESUMEN	vii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Cruzas intervarietales	3
2.2. Heterosis o Vigor híbrido	5
2.3. Interacción genotipo - ambiente	10
2.4. Parámetros de estabilidad	17
2.5. Generaciones avanzadas	26
3. MATERIALES Y METODOS	34
3.1. Características del área de estudio	34
3.2. Material genético	35
3.2.1. Obtención	37
3.2.2. Evaluaciones	39
3.3. Análisis estadístico	41
3.4. Estimación de heterosis	43
4. RESULTADOS Y DISCUSION	46
4.1. Análisis de varianza individuales	46
4.2. Análisis combinado	47
4.2.1. Variedades	47
4.2.2. Híbridos originales y sus cruzas	50
4.2.3. Análisis de estabilidad	56
4.3. Heterosis	59
5. CONCLUSIONES	62
6. BIBLIOGRAFIA	64
7. APENDICE	73

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO		Página
1	Material genético utilizado en los cuatro ensayos establecidos en la Zona Centro de Jalisco. 1988	36
2	Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad con base en el método de Eberhart y Russell (1966)	44
3	Parámetros de estabilidad y su correspondiente descripción de acuerdo a Carballo (1970)	45
4	Rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea de cada uno de los ambientes y promedio de tales ensayos establecidos en la Zona Centro de Jalisco en 1988.	48
5	Promedios de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea de los cinco híbridos y sus cruzas, considerando los cuatro ambientes establecidos en la Zona Centro de Jalisco en 1988.	51
6	Rendimiento medio y parámetros de estabilidad de los 36 genotipos de maíz (originales, sus cruzas y sus generaciones avanzadas) en la Zona Centro de Jalisco. 1988.	58
7	Porcentaje de heterosis en base al promedio de los progenitores (h) y al progenitor superior (h') para el carácter rendimiento a través de los cuatro ambientes. 1988.	60

FIGURA

Página

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | Comportamiento de los híbridos y su producción alcanzada en las cruces considerando los cuatro ambientes. 1988. | 53 |
| 2 | Comportamiento de los promedios de los híbridos y de las cruces, considerando los cuatro ambientes . 1988. | 54 |
| 3 | Comportamiento de las cruces F1 y F2 considerando los cuatro ambientes (BF1, BF2, TF1 y TF2). 1988. | 55 |

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS DEL APENDICE

CUADRO		Página
A1	Cuadrados medios del análisis de varianza para las características evaluadas en los experimentos BF1, BF2, TF1 y TF2 . 1988 .	74
A2	Análisis de varianza combinado para la variable rendimiento de mazorca en cuatro ambientes de la Zona Centro de Jalisco . 1988.	75
A3	Promedio de las características agronómicas de los cinco híbridos originales de maíz, sus cruzas y sus generaciones avanzadas evaluadas en la Estación Bugambillas . BF1. 1988 .	76
A4	Promedio de las características agronómicas de los cinco híbridos originales de maíz, sus cruzas u sus generaciones avanzadas evaluadas en Bugambillas. BF2 . 1988.	77
A5	Promedio de las características agronómicas de los cinco híbridos originales de maíz, sus cruzas y sus generaciones avanzadas evaluadas en Tlajomulco,TF1. 1988.	78
A6	Promedio de las características agronómicas de los cinco híbridos originales de maíz, sus cruzas y sus generaciones avanzadas evaluadas en Tlajomulco,TF2. 1988 .	79
A7	Rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea de los cinco híbridos originales y sus cruces en el ambiente BF1 . 1988.	80

CUADRO		Página
A8	Rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea de los cinco híbridos originales y sus cruzas en el ambiente BF2. 1988 .	81
A9	Rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea de los cinco híbridos originales y sus cruzas en el ambiente TF2 . 1988.	82
A10	Rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea de los cinco híbridos originales y sus cruzas en el ambiente TF1 . 1988 .	83
A11	Análisis de varianza para calcular los parámetros de estabilidad (b_1 y Sd_1^2) con base en el método de Eberhart y Russell .	84
 FIGURA		
A1	Comportamiento de los híbridos originales y sus generaciones avanzadas (F2 y F3) en el ambiente BF1. 1988.	85
A2	Comportamiento de los híbridos originales y sus generaciones avanzadas (F2 y F3) en el ambiente BF2. 1988.	86
A3	Comportamiento de los híbridos originales y sus generaciones avanzadas (F2 y F3) en el ambiente TF2.	87
A4	Comportamientos de los híbridos originales y sus generaciones avanzadas (F2 y F3) en el ambiente TF1. 1988 .	88
A5	Comportamiento de las cruzas F1 y F2 en el ambiente BF1. 1988 .	89

FIGURA		Página
A6	Comportamiento de las cruzas F1 y F2 en el ambiente TF1. 1988.	90
A7	Comportamiento de las cruzas F1 y F2 en el ambiente BF2. 1988 .	91
A8	Comportamiento de las cruzas F1 y F2 en el ambiente TF2 . 1988 .	92

RESUMEN

La necesidad urgente de aumentar los rendimientos de maíz por hectáreas que satisfagan las demandas de alimentos de la población mexicana en constante crecimiento, implica que se tomen en cuenta diferentes alternativas para aliviar en gran medida el problema del hambre.

En el estado de Jalisco, como productor principal de maíz en México, en 1987 se sembraron más de 700 mil hectáreas de esta gramínea; sin embargo, sólo se sembraron 341 mil hectáreas con semilla mejorada y por lo tanto se tiene un déficit de la misma.

Con base en lo anterior, los objetivos del presente estudio fueron : Generar nuevos materiales de maíz que igualen o superen el rendimiento y su estabilidad a menores costos y proponer una estrategia que evite gastos mayores a los productores en la compra de variedades comerciales para sus siembras.

Las hipótesis en las que se fundamentó el trabajo fueron :

1. El rendimiento de las cruzas intervarietales en F1 y en F2 entre los cinco híbridos comerciales será superior al rendimiento promedio de sus respectivos progenitores y de sus generaciones avanzadas.

2. El rendimiento de las cruzas intervarietales en F1 y en F2 será más estable que el de los híbridos en F1 y su F2.

Para desarrollar el presente trabajo, se utilizaron cinco híbridos comerciales de maíz B-840, B-833, P-507, B-83 y H-311.

La semilla de las cruzas posibles (F1) entre los cinco híbridos y la segunda generación (F2) de los mismos, se obtuvo en lo que fue la Estación Bugambillas del Campo Experimental del Valle de Zapopan, ubicado en el kilómetro 3 de la carretera Guadalajara-Morelia, durante el temporal de 1987.

Se sembraron cinco surcos de 20 plantas cada uno en forma apareada, intercalando los híbridos participantes de cada cruzamiento y dejando un surco libre entre cruzamientos. Además, se sembraron 10 surcos de cada uno de los híbridos comerciales originales (F1) para obtener la semilla (F2).

El tratamiento de fertilización que se empleó fue de 180-60-00; la mitad del nitrógeno (urea), todo el fósforo (super triple) y fureadán 20 kilos por hectárea se aplicaron al momento de sembrar. La otra mitad del nitrógeno se aplicó cuando las plantas de maíz estaban entre la séptima y octava hoja ligulada de desarrollo. Además, se aplicó un litro de Lorsban 480 por hectárea para el control de gusano cogollero.

Para controlar la maleza se usaron 3 kilos por hectárea de Primagram 500 en preemergencia al cultivo y a la maleza en el momento de la siembra.

La semilla F2 de las cruces entre los cinco híbridos y la semilla F3 de cada uno de los híbridos se obtuvo en los terrenos del Campo Experimental de la Costa de Jalisco durante el ciclo Otoño-Invierno de 1987-88 bajo condiciones de riego. La siembra de la semilla de cada una de las cruces en F1 y de los híbridos en F2 se realizó en 10 surcos de 20 plantas cada uno y el manejo agronómico fue similar al de Bugambillas en 1987.

Los cinco híbridos en la F1, F2 y F3, y las cruces posibles entre ellos en F1 y en F2 se evaluaron en un ensayo uniforme en cuatro ambientes de temporal en 1988. En las evaluaciones se incluyó como testigo el híbrido JAL-4 (MIRANDA-355). Los ambientes de evaluación fueron : Bugambillas con fechas de siembra del 23 de junio y 1^o de julio y Tlajomulco con fechas de siembra del 28 de junio y 8 de julio.

En las evaluaciones se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar de 36 tratamientos con cuatro repeticiones por tratamiento. La parcela experimental consistió de dos surcos separados a 80 centímetros con 20 plantas por surco a 20 centímetros de separación que equivalen a una densidad de 60 mil plantas por hectárea.

Se hizo un análisis de varianza individual y combinado de los datos de rendimiento de mazorca de cada uno de los genotipos en los cuatro ambientes. Además, se efectuó un análisis de estabilidad, a fin de identificar los mejores materiales. En la comparación de medias de rendimiento se usó la Prueba de Tukey (DMSH) con una alfa de 5 % de significancia. El análisis de estabilidad se realizó con base en el modelo de Eberhart y Russell propuesto en 1966 para medir la respuesta de los materiales a través de los diferentes ambientes. Además, se calculó el porcentaje de heterosis con base al promedio de los progenitores y en base al progenitor superior.

Las conclusiones en el presente estudio fueron :

1. El rendimiento de las cruzas en F1 y en F2 entre los cinco híbridos originales fue superior al rendimiento promedio de los progenitores y de sus generaciones avanzadas.
2. La producción de los híbridos originales (F1) fue superior a la de sus generaciones avanzadas en los cuatro ambientes, con excepción del híbrido 8-83 (F3), cuyo rendimiento fue mayor o casi igual a algunos de los híbridos en los ambientes BF1, BF2 y TF1, lo cual es adverso a lo esperado.
3. Los porcentajes máximos de heterosis fueron de 119 y 117 % para el progenitor medio y superior, respectivamente; además no hubo heterosis en F1 entre híbridos de una misma casa comercial.

4. El 90 % de las cruzas superaron a los valores de rendimiento del promedio de los progenitores, mientras que sólo el 70 % de ellas excedieron al progenitor superior.
5. Las cruzas que mostraron mayor porcentaje de heterosis fueron :
P-507 x B-83 (F1), B-83 x H-311 (F1) y B-840 x P-507 (F1).
6. Los genotipos estables de mayor rendimiento fueron : JAL-4 (MIRANDA-355), B-83 x H-311 (F1), B-83 (F3), B-833 x P-507 (F1) y B-840 x B-833 (F2), y las cruzas mostraron una ligera superioridad en estabilidad con respecto a los híbridos.
7. Con base en los promedios de rendimiento de los híbridos originales y sus generaciones avanzadas y de sus respectivas participaciones en las cruzas, los mejores materiales fueron B-83 y B-833 en los cuatro ambientes.
8. El híbrido JAL-4 (MIRANDA-355) utilizado como testigo, superó en rendimiento a los híbridos comerciales originales y sus generaciones avanzadas y a sus cruzas simples posibles (F1 y F2) en los ambientes BF2, TF1 y TF2, pero en Prueba de Tukey hubo varios materiales estadísticamente iguales.

1. INTRODUCCION

Con base en la necesidad de aumentar o al menos mantener los rendimientos de los cultivos por hectárea, a fin de satisfacer las demandas de alimentos de la población mexicana en constante crecimiento, se infiere la importancia de tomar en cuenta diversas alternativas que permitan aliviar en gran medida el problema del hambre.

Es evidente que ni el mejoramiento genético, ni el control de la erosión de los suelos, ni el control de la natalidad, ni la educación, etc., representan la panacea a la solución del problema aludido, sino que es urgente considerarlas en forma integral.

Corresponde a las diferentes instituciones oficiales y particulares establecer los mecanismos de comunicación y cooperación para atacar el problema global por varios caminos.

Para la producción de cultivos, se ha desarrollado tecnología en las diferentes disciplinas que no se ha utilizado por los productores para mejorar la producción y el bienestar de ellos mismos.

En el estado de Jalisco, como principal productor de maíz de México, en 1987 se sembraron más de 700 mil hectáreas de esta gramínea; sin embargo, sólo 341 mil hectáreas se sembraron con semilla mejorada, por lo que se deduce que existe un déficit de la misma. Además de este déficit, hay factores que limitan la utilización de semilla mejorada como son: el bajo poder adquisitivo de los productores, carencia de variedades mejoradas para algunas regiones, promoción limitada de semillas mejoradas, condiciones ambientales marginadas a los resultados de investigación, centros de distribución de semillas aleja-

dos del productor y resistencia al cambio de variedades.

Como consecuencia de tales limitantes en las zonas temporaleras, un gran porcentaje de los agricultores se ven en la necesidad de utilizar semilla criolla y generaciones avanzadas de variedades híbridas en el mercado.

En el presente trabajo se evaluaron cinco híbridos comerciales de maíz recomendados para la región, sus generaciones F1, F2 y F3 y sus cruces de F1 y F2, a fin de obtener información que permita definir una estrategia que ayude a los productores de maíz en las zonas temporaleras a obtener semilla mejorada a bajos costos.

Los objetivos en este estudio son :

1. Generar nuevos materiales de maíz que sirvan de apoyo a los productores y que igualen o superen el rendimiento y su estabilidad a menores costos.

2. Proponer una estrategia que evite gastos mayores a los productores en la compra de variedades comerciales para sus siembras.

El estudio se fundamenta en las siguientes hipótesis :

1. El rendimiento de las cruces intervarietales en F1 y en F2 entre los cinco híbridos comerciales será superior al rendimiento promedio de sus respectivos progenitores y de sus generaciones avanzadas.

2. El rendimiento de las cruces intervarietales en F1 y en F2 será más estable que el de los híbridos en F1 y su F2.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Cruzas intervarietales

Beal (3) indicó en 1880 que la hibridación varietal tiene origen en el apareamiento o cruzamiento que se dió en forma accidental o premeditada entre las variedades de maíz durante siglos pasados y fue señalado como una posibilidad para aumentar el rendimiento de maíz usando la F1 de los cruzamientos. Gardner y Lonquist (23) señalaron en 1966 que tales aseveraciones motivaron un gran entusiasmo por realizar cruzamientos intervarietales y amplios estudios al respecto que no mostraron respuestas heteróticas consistentes, lo que causó la pérdida de interés por parte de los mejoradores para emplearlos como método para mejorar el rendimiento.

Paterniani (56) consignó en 1962 que al considerar como fuentes exóticas de germoplasma las razas y variedades, éstas pueden ser usadas en la hibridación convencional o para poblaciones sintéticas con propósitos especiales.

Molina (47) mencionó en 1964 que en un estudio encaminado a observar el comportamiento de una variedad de Tuxpeño, otra de Vandeño y la variedad Stiff Stalk Synthetic, en cruzamientos con variedades del resto de las 25 razas descritas por Wellhausen et al, asentaron que el promedio de las cruzas fue mayor que el rendimiento medio de las razas progenitoras.

Wellhausen (77) señaló en 1965 que algunas variedades han sido desarrolladas por selección natural con la ayuda consciente o inconsciente del hombre en poblaciones resultantes de la hibridación de variedades diferentes, lo cual ocurre aún en la actualidad.

Asimismo, indicó que en Jalisco, los agricultores desarrollaron algunas variedades a partir de poblaciones resultantes de la hibridación natural entre tipos nativos de tabloncillos e híbridos desarrollados en Celaya; también en Nayarit, el Valle de Jala, una raza con este nombre está siendo desplazada por cruzamientos naturales con la raza Tuxpeño.

Poehlman (62) mencionó en 1965 que las cruzas intervarietales, pueden usarse para lograr la combinación de genes de características deseables existentes en progenitores diferentes. En el caso de las especies de polinización cruzada cada planta puede ser por sí misma un híbrido por lo que habrá segregación dentro de la primera generación pues las plantas híbridas de cada progenitor se cruzarán con otras plantas híbridas de manera que la progenie resultará variable.

González (24) manifestó en 1966 que al estudiar los cruzamientos posibles entre 14 variedades de maíz provenientes de distintos estados de la República Mexicana, concluyó que es posible obtener cruzas superiores en rendimiento a los híbridos probados a partir de cruzas intervarietales.

Ortega y Angales (53) enfatizaron en 1978 que una década antes algunos investigadores realizaron estudios sobre cruzas intervarietales, y que en opinión de los autores, el raquítico fruto práctico de dichos trabajos se debió a que se cruzaron materiales extremos en cuanto a precocidad y área de adaptación así como también a que las colecciones que intervinieron en las cruzas no fueron previamente seleccionadas con base a su capacidad de rendimiento. Además, señalaron que varios programas de maíz del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas habían reiniciado los estudios de cruzas intervarietales, utilizando las colecciones regionales sobresalientes re-

cientemente detectadas y procurando que en las cruzas intervenga germoplasma de precocidad semejante, pero distante genéticamente, con el propósito de auspiciar la mayor heterosis posible sin perder adaptación ni dificultar más los cruzamientos.

Mena (44) asentó en 1985 que la utilización de las F2 de los híbridos comerciales de maíz por parte de los agricultores temporales es una acción muy común como alternativa para contar con semilla de buen rendimiento con una inversión mínima. Sin embargo, la formación de cruzas intervarietales usando como progenitores F2 de distintos materiales comerciales puede acarrear mejores resultados al obtener así cierto grado de heterosis, desde luego es de esperarse un comportamiento heterogéneo de estas poblaciones, aún así globalmente es probable conseguir materiales de buen rendimiento y adaptación a un costo realmente bajo.

2.2. Heterosis o Vigor híbrido

Gucio (5) aseveró en 1954 que al analizar el comportamiento de las cruzas posibles entre las 25 razas de maíz descritas en México, el 68.2 % fueron significativamente más rendidoras que el promedio de sus progenitores.

Richey citado por Lonquist y Gardner (35) indicó en 1961 que al sumarizar 244 comparaciones de híbridos intervarietales llevados a cabo hasta 1920, encontró un 82.4 % de heterosis en rendimiento con respecto al progenitor medio y un 55.7 % con relación al progenitor superior.

Lonquist y Gardner (35) consignaron en 1961 que el renovado interés en las cruzas intervarietales se ha debido a que ellas explo-

tan el tipo de acción genética responsable de la heterosis y a los altos valores de avance que se espera al seleccionar entre y dentro de poblaciones.

Lonnquist y Gardner(1961),Moll (1962) y Paterniani y Lonnquist (1963) citados por Oyervides (55) en 1979 coincidieron en que la cantidad de heterosis exhibida en cruzas intervarietales depende de la aptitud rendidora y de la diversidad genética de las variedades usadas como progenitoras.

Paterniani y Lonnquist (57) manifestaron en 1963 que en su estudio el 97 % de las cruzas excedieron al progenitor medio y que el 76% de las cruzas excedieron al progenitor superior.

Al mismo tiempo, consignaron que al realizar cruzas entre 12 razas de maíz de Latinoamérica encontraron que la respuesta promedio de heterosis en sus cruzamientos fué 33 % respecto a la media de los padres y el 14 % en relación con el padre más rendidor;el mejor cruzamiento tuvo un rendimiento casi igual al de los híbridos dobles comerciales usados como testigos.

Lonnquist (37) aseveró en 1964 que las pruebas extensivas de cruzas intervarietales e interracialas efectuadas en los últimos años,han suministrado la base para el establecimiento de reservorios con mayor variación genética aditiva y efecto heterótico apreciable al cruzarlos.

Wellhausen (77) indicó en 1965 que la introducción de germoplasma exótico es potencialmente importante para el mejoramiento genético de maíz en la faja mediana de los Estados Unidos,ya que aumenta la variabilidad genética en las poblaciones y logra mejor heterosis debido a la diversidad genética.

Sprague y Eberhart (73) manifestaron en 1977 que la hibridación varietal juega doble papel en el mejoramiento genético, ya que provee el material base a partir del cual muchas variedades comunes son seleccionadas y estabilizadas por selección masal ; además, proporciona información temprana de la heterosis para rendimiento en el maíz y así indirectamente facilita el subsecuente trabajo de derivación de líneas e hibridación.

Sánchez et al (70) mencionaron en 1973 que el efecto de diferentes dosis de germoplasma sobre rendimiento, precocidad y caracteres vegetativos en seis grupos de sintéticos y encontró que en rendimiento de grano la combinación de materiales regionales e introducidos al área de estudio, ocasionó diferentes niveles de heterosis, asociados éstos al grado de divergencia genética de los componentes germoplásmicos y a factores ambientales ocurridos en las localidades de prueba.

Dyervides (55) señaló en 1979 que para el cálculo del porcentaje de heterosis en rendimiento de 55 cruzaes simples posibles obtenidas a partir de 11 progenitores, lo hizo en base al promedio de los progenitores (h) y en base al progenitor superior (h') como se indica en la siguiente fórmula :

$$h = \frac{\bar{F}_1}{PM} \times 100 \quad ; \quad h' = \frac{\bar{F}_1}{PS} \times 100$$

donde : \bar{F}_1 = Media de la craza

$$PM = \text{Progenitor medio} = \frac{P_i + P_j}{2}$$

2

PS = Progenitor superior

Asímismo, indicó que a partir de las medias de rendimiento del análisis de varianza combinado en las 55 cruzaes simples posibles

entre las 11 variedades de maíz se calculó el grado de heterosis con relación al progenitor medio (h) y el progenitor superior (h').

Los porcentajes máximos de heterosis de 140 % y 126 % con respecto al progenitor medio y superior, respectivamente. El 98.2 % de las cruces excedió a los valores de rendimiento del progenitor medio y el 80 % sobrepasaron al progenitor superior, lo cual indica que existe considerable diversidad genética en el grupo de variedades utilizadas como progenitores. Estas estimaciones de heterosis aunadas a los efectos de aptitud combinatoria específica de las cruces, son de bastante utilidad para proyectar un programa de hibridación.

Hallauer y Miranda (26) mencionaron en 1981 que las poblaciones a usar deberán tener una variabilidad genética adecuada, una media de comportamiento alta y manifestar heterosis en cruces especialmente si se propone el uso de algún sistema de selección recíproca recurrente (SRR) entre poblaciones. La SRR es una metodología útil para programas de mejoramiento interesados en desarrollar nuevas líneas de dos poblaciones que manifiestan heterosis en sus cruces. La selección entre poblaciones presenta otra ventaja sobre la selección dentro de poblaciones si existen alelos múltiples, a no ser que uno sea capaz de acumular todos los alelos en una población; sin embargo la acumulación de alelos en una población no permite la heterosis entre poblaciones.

Cortéz (11) consignó en 1981 que un sistema comprensivo de mejoramiento requiere identificar por lo menos dos poblaciones básicas que exhiban heterosis cuando se crucen. Después de cada población de-

be aplicarse selección para rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, etc; conforme se mejoran las poblaciones en Cn o bien la $CIn \times C2n$, puede liberarse como producto comercial.

Fehr (17) aseveró en 1983 que para justificar el uso de la semilla híbrida, debe estar presente la heterosis del progenitor superior. Asimismo, indicó que la producción de semilla híbrida es más cara que la multiplicación de líneas puras o cultivares de polinización libre.

Los híbridos son usados porque tienen una adecuada heterosis del progenitor superior y su rendimiento es mejor que los cultivares de polinización libre.

Bucio et al citados por Moreles (50) en 1985 hicieron referencia a una amplia gama de razas que han sido descritas y estudiadas en cruces interraciales y mostraron la utilidad potencial para incrementar los rendimientos en base a la buena heterosis que se logra entre estas cruces, puesto que los rendimientos obtenidos han superado a los de sus progenitores e incluso a híbridos comerciales utilizados como testigos en las regiones de prueba.

Preciado et al (63) mencionaron en 1985 que en tres localidades del estado de Veracruz y en cada uno de dos ciclos, fue evaluado un grupo de cruces intervarietales entre poblaciones del Campo Cotaxtla (fungieron como machos) y generaciones avanzadas de híbridos comerciales (que generalmente actuaron como hembras), en cuyo caso, los objetivos fueron conocer la respuesta heterótica para rendimiento de grano de los mejores cruzamientos varietales que sirvieron de base para iniciar un programa de selección recíproca recurrente, así como realizar una prueba temprana de aptitud combinatoria que facilite la formación de híbridos entre líneas derivadas de estas poblaciones.

Al considerar como base la heterosis respecto a los progenitores masculinos, seleccionados por ser de mayor adaptación a las condiciones de Veracruz, que los progenitores femeninos, los resultados mostraron que existen cruces intervarietales con alta respuesta heterótica (alrededor del 50 % como Dekalb 7503 F2 X Chis 501) ; T25 F2 X Chis 501 entre otras.

Terrón(75) señaló en 1986 la importancia de la hibridación varietal en el mejoramiento del maíz, ya que los híbridos varietales han servido de base en el desarrollo de variedades seleccionadas y estabilizadas mediante selección masal. También han proporcionado parte de la información sobre heterosis de rendimiento de maíz, razón por la cual son objeto de estudio para determinar el tipo de acción génica responsable de la heterosis.

Kinman y Sprague (33) aseveraron en 1945 que el uso del vigor híbrido ha proporcionado las bases para el mejoramiento más reciente en maíz. Las variedades sintéticas de maíz han sido usadas por una extensión limitada, ya sea comercial o como reserva deseable de combinación de genes. Las variedades sintéticas están siendo usadas para una cantidad limitada de cultivos hortícolas y de varias especies forrajeras y leguminosas.

Las variedades sintéticas involucran el mismo número de líneas emparentadas que esperen tener un ligero aumento en el nivel de rendimiento cuando son combinadas directamente que cuando son combinadas como cruces sobresalientes.

2.3. Interacción genotipo - ambiente

Dyervides (55) enfatizó en 1979 la importancia de evaluar los ge-

notipos en una serie de ambientes, de tal forma que se puedan separar los componentes de varianza debidas a la interacción genotipo - ambiente, ya que de no hacerse esto, las componentes genéticas serán sobreestimadas.

Robinson y Cockerhan citados por Morales (50) en 1985 señalaron que los efectos genéticos y ambientales se consideran como no independientes, es decir que los genotipos responden de manera distinta a las variaciones ambientales. Esta respuesta diferencial de los efectos genotípicos y ambientales en el desarrollo de los organismos requiere de estudio para su manejo y utilización; fenómenos que dieron origen a un importante grupo de parámetros conocidos con el nombre de interacciones genotipo x ambiente.

Moll y Stuber (49) manifestaron en 1974 que debido a que los efectos genotípicos no son independientes de los efectos ambientales, ya que se ha observado que la relación entre la producción de diferentes genotipos en varios ambientes es a menudo lineal o casi lineal.

Eberhart y Russell citados por Morales (50) en 1985 propusieron el modelo $Y_{ij} = \mu_i + \beta_{ij} + S_{ij}$ debido a las relaciones genotipo - ambiente, la cual es una técnica de regresión para caracterizar la respuesta de los genotipos en varias condiciones ambientales.

Plested (61) propuso en 1968 un método corto para evaluar la adaptación de las poblaciones en diferentes localidades por medio de la componente genotipo x localidad. Para ello, se realiza únicamente un análisis combinado de varianza para todos los genotipos en todas las localidades durante un año dado. Luego se hacen análisis combinados excluyendo cada vez un genotipo diferente.

Finlay y Wilkinson (18) asentaron en 1963 que al estudiar 277 variedades de cebada en diferentes condiciones ambientales consideraron dos índices importantes para el análisis de estabilidad: 1) el coeficiente de regresión, 2) el rendimiento medio de la variedad en todos los ambientes. Utilizaron como medida de ambiente el promedio de rendimiento de todas las variedades en cada localidad y en cada estación.

Debido a que las variaciones ambientales juegan un papel importante en el comportamiento de los organismos, Allard y Bradshaw (1) en 1964 y Allard y Hansche (2) en 1964 clasificaron en dos clases tales variaciones :

1) Variaciones predecibles, que incluyen características permanentes de los ambientes, tipo de clima y suelo, fluctuaciones cíclicas tal como longitud del día y todos aquellos factores que pueden ser fijados a voluntad, por ejemplo: fecha de siembra, densidad de plantas, nivel de fertilización, etc.

2) Variaciones impredecibles, que incluyen fluctuaciones de clima como cambios de temperatura, distribución y cantidad de lluvia, etc.

Saeed y Francis citados por Terrón (75) en 1986 indicaron que el ambiente, tal como ha sido definido por los fitomejoradores comprende la influencia integrada de todas las variables no genéticas que afectan la expresión fenotípica de varios genotipos.

Márquez (40) consignó en 1974 que cuando se requiere conocer el comportamiento de un genotipo con base adaptabilidad y sensibilidad a las variaciones ambientales, no se puede prescindir de estudiar la interacción genotipo-ambiente, definida como el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a

diferentes ambientes.

Comstock y Moll (8) señalaron en 1963 que la interacción genotipo - ambiente ha sido considerada por todos los investigadores como una seria preocupación y su importancia estriba en :

a) que puede reducir la correlación entre fenotipo y genotipo;
b) que puede obstaculizar los progresos de selección por el enmascaramiento de los efectos genotípicos;

c) en tanto que Gray (25) señaló en 1982 su influencia en el desarrollo y evaluación de las plantas cultivadas;

d) por su parte, Cramer y Beversdorf (12) indicaron en 1984 que puede contribuir a la inestabilidad de los genotipos cuando crecen en varios ambientes;

e) Saeed y Francis (69) aseveraron en 1984 que introduce confusión de efectos entre las comparaciones de genotipos probados en diversos ambientes;

f) Casler y Hovin (7) aludieron en 1984 que la magnitud y naturaleza de las interacciones genotipo - ambiente frecuentemente determinan las características de los programas de mejoramiento por selección y evaluación.

Allard y Bradshaw (1) mencionaron en 1964 que un conocimiento de la magnitud y la naturaleza de la interacción genotipo - ambiente, es de valía para determinar el número de años, localidades o combinaciones año-localidad, por ser evaluados en un orden que permite alcanzar los niveles de precisión necesarios para medir diferencias entre genotipos.

Saeed y Francis (69) señalaron en 1984 que el estudio de la interacción genotipo - ambiente ha sido intentado por diferentes proce-

dimientos,tales como el uso de componentes de varianza,regresión y métodos de análisis multivariados y otras técnicas que involucran variables externas al ambiente.

Johansen citado por Mather (42) en 1949 especificó por primera vez que el fenotipo era el resultado de la acción aditiva de dos factores, uno genético y otro ecológico.

Fisher (19) en 1926 fue el precursor del análisis de varianza combinado,que permitió analizar las interacciones genotipo - ambiente, por medio de tres componentes ortogonales independientes en que se dividió la variación total asignada a genotipos y ambientes,las cuales se obtuvieron evaluando la diferencia entre genotipos,midiendo las diferencias entre ambientes y evaluando sus efectos conjuntos.

Yates y Cochran (79) propusieron en 1938 por primera vez la regresión del rendimiento medio genotípico en cada ambiente sobre la media ambiental de todos los genotipos,o un conjunto independiente de genotipos.Dicha técnica consta de un análisis de varianza normal y un análisis de regresión conjunto para conocer si las interacciones genotipo - ambiente son una función lineal de la componente ambiental aditiva.

Hardwick y Wood (28) sugirieron en 1972 la regresión múltiple sobre las variables ambientales,como un método para encontrar las causas fisiológicas fundamentales de lo observado en la regresión de las medias genotípicas sobre las medias ambientales.

Saeed y Francis (69) indicaron en 1984 que el uso de medidas físicas del ambiente,en la explicación de la interacción genotipo - ambiente,ha sido enfatizada por Freeman y Perkins (1971),Wood (1976),



Nor y Cady (1979) sugirieron que donde son conocidos importantes factores físicos de los ambientes, es más conveniente analizar la interacción genotipo - ambiente por regresión de las medias genotípicas sobre un índice ambiental físico basado en variables ambientales, antes que usar la regresión sobre las medias ambientales.

Entre los trabajos efectuados al respecto destacan :

Bucio citado por Terrón (75) en 1986 aplicó el siguiente modelo :

$$Y = (d) + E + y$$

donde :

Y = Caracter en estudio y = Interacción genotipo - ambiente

d = Efecto genético

E = Efecto ambiental

En un experimento con Nicotiana rustica, Mather (42) incluyó en 1949 dos líneas mejoradas P1 y P2, a las cuales se les tomó la altura de planta final a través de los años en que fueron establecidas. Bucio concluyó que el efecto ambiental y el efecto de la interacción genotipo - ambiente estaban relacionados linealmente, o sea que la interacción era directamente proporcional al efecto ambiental y la línea de regresión cortaba el eje "Y" a una distancia (d) del origen, es decir : $Y = (d) + B_E$

donde :

Y = Caracter en estudio

d = Efecto genotípico

B = Coeficiente de regresión

E = Efecto ambiental

Por otro lado, debido a que la función del efecto ambiental es li-

neal, el coeficiente de regresión podría tomar diferentes magnitudes como las que se indican a continuación :

$$B > 1, \quad B = 1, \quad \text{y} \quad B = 0 \quad B < 1$$

Con base en lo señalado, el tamaño de B indicaba los valores que el efecto ambiental y la interacción genotipo - ambiente tenían uno respecto del otro; así cuando B es más grande que 1, el valor absoluto de la interacción genotipo - ambiente es más grande que el efecto ambiental; cuando B es igual a 1, la interacción y el efecto ambiental son iguales; y cuando B es menor que 1, el efecto de la interacción podría ser más pequeño que el efecto ambiental. Finalmente, B puede ser igual a cero por una o dos razones : a) cuando no existe interacción genotipo - ambiente y toda la variación entre ambientes puede ser atribuida solamente al efecto ambiental y b) cuando la interacción es diferente de cero, pero no está en función del efecto ambiental .

Por su parte, Betanzos (4) sembró en 1970 durante dos años un experimento uniforme bajo condiciones de temporal, con seis variedades de maíz seleccionadas atendiendo características como precocidad y adaptación, en una región que se caracteriza por tener clima semiárido con humedad deficiente en todas las estaciones del año, el autor estimó la media de rendimiento de las variedades sobre todos los medios ambientales sobre todos los genotipos e hizo la extensión del modelo para "n" genotipos del procedimiento de estimación empleado por Bucio en 1966 y Bucio y Hill en 1966, con el propósito de estimar los efectos genético, ambiental y genético - ambiental, para las variedades y localidades . Betanzos indicó que el coeficiente de regresión fue pequeño para las variedades ensayadas, lo cual atribuyó a que el material experimental no difería entre sí con respecto a su inter -

acción con el medio ambiente; además, señaló que dos de las variedades tenían el mismo efecto genético ambiental, pero el efecto genético de una de ellas era dos veces mayor que el efecto genético de la otra; la situación alternante la presentaron dos variedades que tenían efectos genéticos similares y efectos genético - ambientales contrastantes.

2.4. Parámetros de estabilidad

Casler y Hovin (7) aseveraron en 1984 que las medidas de estabilidad propuestas para promover la caracterización de las interacciones genotipo - ambiente entre los materiales mejorados en varias etapas de desarrollo del germoplasma, han sido fundamentalmente de dos tipos:

1) La medida de respuesta al cambio ambiental y 2) la estabilidad (consistencia) de esa respuesta.

Saeed y Francis (68) consignaron en 1983 que la estabilidad de producción en ambientes diferentes, es una importante consideración en los programas de mejoramiento de los cultivos y para las características cuantitativas, tales como rendimiento. El comportamiento relativo de las variedades con frecuencia cambian de un ambiente a otro. Por ello, Russell y Eberhart (66) señalaron en 1968 que los fitomejoradores de maíz tienen como un objetivo el desarrollar híbridos con altos rendimientos que sean relativamente estables en su comportamiento cuando crecen en varias condiciones ambientales.

Stafford (74) indicó en 1982 que la estabilidad del comportamiento en diferentes ambientes puede resultar de la heterogeneidad dentro de una población, o puede ser una característica de un genotipo específico. Sin embargo, Mahill et al (38) asentaron en 1984 que no

implica generalmente consistencia del fenotipo en ambientes variables, pero preferentemente implica estabilidad en rendimiento y calidad para importantes características agronómicas.

Francis et al (20) mencionaron en 1984 que la estabilidad del rendimiento se ha considerado como un fenómeno complejo, pues la respuesta del genotipo a los ambientes puede depender de la duración del crecimiento de la planta, e indudablemente de la variación de las condiciones estacionales en los estados críticos del desarrollo de la planta.

Por su parte, Heinrich et al (29) aseveraron en 1983 que las causas de dicha estabilidad del rendimiento frecuentemente no son muy claras y los mecanismos fisiológicos, morfológicos y fenológicos que imparten estabilidad son diversos, pero caen en cuatro categorías generales: heterogeneidad genética, compensación de los componentes del rendimiento, tolerancia a las condiciones adversas del ambiente y capacidad para recuperarse rápidamente del efecto del ambiente drástico.

Scott (71) asentó en 1967 que también se ha demostrado que la estabilidad del rendimiento en maíz es controlada genéticamente y por lo tanto es apropiada para selección.

Eberhart y Russell (14) señalaron en 1966 que en el pasado una variedad estable frecuentemente se definió como aquella que presenta un comportamiento relativamente igual sobre un amplio rango de ambientes; asimismo, indicaron que una variedad estable es aquella que se comporta relativamente mejor bajo condiciones adversas y no tan bien bajo condiciones favorables.

Hanson (27) aludió en 1970 el concepto convencional de estabilidad

para definir un genotipo estable como aquél que presenta la mínima variabilidad posible cuando crece en diversos ambientes.

Márquez (39) definió en 1973 una variedad estable como aquella que responde exactamente a los cambios ambientales y no interactúa con los ambientes.

Heinrich et al (29) definieron en 1983 la estabilidad de rendimiento como la habilidad de un genotipo para evitar las fluctuaciones substanciales en rendimiento a través de una gama de ambientes y es un objetivo difícil de llevar a cabo en mejoramiento.

Saeed y Francis (68) conceptualizaron en 1983 la estabilidad de un cultivo como la capacidad de poder adaptarse a una amplia gama de condiciones de crecimiento en una área de producción dada, con un alto promedio de rendimiento y baja varianza media a través de ambientes.

Francis et al (20) consideraron en 1984 como estables y deseables a los genotipos que producen altos promedios de rendimiento y tienen una mínima variación en los rendimientos esperados a través de los ambientes.

La estabilidad comenzó a medirse con el análisis de varianza combinado propuesto por Fisher en 1926, por lo que con base en este análisis algunos investigadores propusieron los siguientes modelos :

Plaisted y Peterson (60) quienes en 1959 presentaron un método para caracterizar el comportamiento de la estabilidad del rendimiento cuando algunas variedades fueron probadas en un cierto número de localidades en un año. para ello, se calculó un análisis de varianza combinado sobre todas las localidades para cada par de variedades, $n(n-1)/2$ pares para n variedades, y se obtuvo además un estimador de S^2_{VL} para

cada par. Cada variedad se encontró en $n-1$ análisis, y se obtuvo una media aritmética de los estimadores de S^2_{VL} para cada variedad. La variedad con la media más pequeña sería aquella que menos contribuyó a las interacciones variedad - localidad y entonces se le consideraría la más estable de las variedades probadas.

Plaisted (61) propuso en 1960 otro método semejante al que presentó con Peterson en 1959, pero estos difieren entre sí porque el primer autor realiza una supresión consecutiva de cada una de las variedades en un análisis de varianza combinado para calcular la componente de interacción de interacción genotipo - ambiente de las variedades restantes y a mayor magnitud de la componente estimada corresponde una mayor estabilidad de la variedad suprimida.

Estas metodologías propuestas resultaron efectivas para conocer la estabilidad individual de los genotipos, pero no fueron prácticas cuando se requería trabajar con un número grande de variedades, debido al gran número de análisis de varianza que se generan.

Por esta razón los investigadores basados en la técnica de regresión propuesta por Cochran en 1938, desarrollaron procedimientos que les permitieron probar un número elevado de variedades y entre éstos se consideran como trabajos clásicos los siguientes:

Finlay y Wilkinson (18) basaron en 1963 su análisis en los métodos desarrollados por Yates y Cochran para hacer la regresión lineal del rendimiento medio de cada genotipo en cada ambiente, y emplearon para ello una escala logarítmica. Asimismo, mencionaron que un coeficiente de regresión igual a 1 indica estabilidad promedio; mayor que la unidad indica baja estabilidad promedio. Además aludieron que una estabilidad fenotípica absoluta puede expresarse por un coeficiente

de cero. Sin embargo, manifestaron que una variedad estable se comporta relativamente bien en ambientes pobres y relativamente mal en ambientes favorables y también definieron una variedad ideal como aquella que presenta un potencial máximo de rendimiento en los ambientes más favorables y una estabilidad fenotípica máxima.

Eberhart y Russell (14) emplearon en 1966 la técnica de regresión para evaluar por estabilidad considerando dos parámetros empíricos : el coeficiente de regresión lineal y las desviaciones de regresión lineal.

El modelo que tales autores propusieron se señala a continuación:

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

donde : Y_{ij} = Media de la variedad i en el ambiente j ;

M_i = Media de la variedad i sobre todos los ambientes;

B_i = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad i a través de todos los ambientes;

S_{ij} = Son las desviaciones de la línea de regresión de la variedad i en el ambiente j ;

I_j = Índice ambiental obtenido como la diferencia entre la media de todas las variedades en el ambiente j y la media general.

Este modelo permite la participación de las fuentes de variación ambiental en ambiente (lineal), y la interacción genotipo-ambiente (lineal), que es la variación debida a la respuesta de la variedad a los índices ambientales variables (sumas de cuadrados debidas a la regresión b_i y b) las desviaciones inexplicables de la regresión lineal (cuadrado medio de la desviación conjunta, S^2_{di}). Así, cada variedad es

caracterizada por tres parámetros : 1) rendimiento medio sobre todos los ambientes; 2) un coeficiente de regresión lineal a los índices ambientales y 3) las desviaciones del modelo lineal.

Carballo (6) aplicó en 1970 los parámetros de estabilidad definidos por Eberhart y Russell en 1966 en algunas variedades e híbridos de maíz, y con base en los resultados obtenidos presentó una clasificación que permitió describir las seis situaciones posibles que se presentan entre los valores que pueden tomar el coeficiente de regresión.

Carballo sugirió que para facilitar la discriminación de variedades, convendría complementar el método propuesto por Eberhart y Russell (14) en 1966, integrando el rendimiento medio y los parámetros de estabilidad b_i y S^2_{di} en un solo "índice de deseabilidad".

En tales metodologías existen ciertas desventajas y objeciones que han señalado algunos investigadores:

Knight (34) sumó en 1970 varias desventajas del método desarrollado por Finlay y Wilkinson:

- 1) Si la variación ambiental en un cierto factor es clasificada en un óptimo, tanto alto como bajo, entonces los rendimientos altos y bajos de igual valor serían puestos al mismo nivel;
- 2) Diferentes factores ambientales dan por resultado rendimientos promedios igualmente bajos;
- 3) En cuanto a eso, quizás no se deba al rendimiento de algunos genotipos, siempre que un nivel del principio de "estres" ambiental sea omitido ;
- 4) La combinación de datos con diferentes longitudes de periodo

de crecimiento pueden ser engañosos;

5) La interpretación de los resultados tal vez es afectada por la escala.

Freeman y Perkins (21) establecieron en 1971 que existen dos objeciones estadísticas básicas en los análisis de regresión propuestos :

1) La inadecuada selección de las sumas de cuadrados y grados de libertad de las cuales se sustraen los componentes de regresión y 2) la elección de las medidas de los efectos ambientales sobre los cuales se realiza la regresión.

Para la primera objeción Freeman y Perkins presentaron como alternativa un método para la partición de las sumas de cuadrados, por medio de un análisis en el que todos los términos son ortogonales con pruebas de F ; con respecto a la segunda objeción, señalan que algunos tipos de medidas ambientales independientes de los organismos pueden ser altamente deseables, pero esos requerimientos pueden no ser apropiados ya que la mejor medida de los efectos ambientales combinados es tal vez proporcionada por el organismo mismo. Además, señalaron que pueden manejarse otras medidas independientes tales como :

1) La división de las repeticiones de cada genotipo en dos grupos, usando un grupo para medir el ambiente y el otro para evaluar las interacciones;

2) El uso de uno o más genotipos como testigos para evaluar el ambiente.

Hardwick y Wood (28) mencionaron en 1972 que existe un sesgo en la estimación de la regresión cuando se utilizan índices ambientales no independientes.

Perkins y Jinks (59) compararon en 1973 el uso de la dependiente actual, para la evaluación de los ambientes con tres medidas independientes, en un estudio de 82 líneas de Nicotiana rustica L. En sus análisis de significancia para heterogeneidad de las regresiones y de las principales líneas mejoradas basadas en sus coeficientes de regresión lineal, establecieron que las pequeñas diferencias observadas en ellos se debió a que usaron medidas dependientes o independientes al ambiente. De hecho, el tamaño de la muestra incrementó las varianzas, porque sólo algunas unidades experimentales fueron útiles para las evaluaciones de la medida independiente del ambiente; esto fue tal vez más serio que la carencia de independencia que resultó cuando todos los materiales experimentales fueron usados para la evaluación ambiental.

Kang y Miller (31) manifestaron en 1984 que el método descrito por Plaisted y Peterson (60) en 1959 es eficaz si un número relativamente pequeño de variedades son probadas.

Pérez (58) experimentó en 1981 con 17 variedades e híbridos de maíz en seis ambientes para comparar los modelos propuestos por Eberhart y Russell (14) en 1966 y Plaisted (61) en 1960 y consideró que la prueba de $b_i = 1$ no es una prueba verdadera, ya que al realizar los cálculos respectivos para determinar el valor que se debe asignar a b_i , este resultó ser igual a cero; pero en la práctica es común emplear $b_i = 1$ y obtener buenos resultados. Además, señaló que ante la necesidad de determinar la significancia estadística en estabilidad para los genotipos estudiados por el modelo Plaisted y la imposibilidad de poder utilizar una prueba de rango múltiple para realizarla, esta metodología se sitúa en desventaja con la de Eberhart y Russell. Al mismo tiempo, consignó

que el modelo de estos autores proporcionó la adaptabilidad y estabilidad de los materiales estudiados por medio de los parámetros b_i y S^2_{di} , respectivamente, mientras que la metodología Plaisted sólo proporcionó la estabilidad por medio de los valores estimados de la componente $G \times A$.

Mejía (43) aplicó en 1971 la metodología propuesta por Eberhart y Russell para seleccionar genotipos de maíz por rendimiento y estabilidad sobre un grupo de meztizos y señaló que para condiciones ambientales impredecibles, la conveniencia de utilizar genotipos estables y rendidores es discutible cuando existen genotipos superiores en rendimiento a los estables y con desviaciones de regresión muy cercanas a cero. Además, indicó que de existir posibilidades de subdividir una región agrícola en áreas favorables y desfavorables con base a factores ambientales, los parámetros anteriores resultan imprecisos al no considerar las distintas posibilidades derivadas por Carballo (6) en 1970.

Por otro lado, Mejía asentó que para condiciones ambientales favorables los genotipos más deseables serían de alto rendimiento, $b_i > 1$ y $S^2_{di} = 0$, y para el caso contrario serían los de rendimiento menor, $b_i < 1$ y $S^2_{di} = 0$.

Márquez (39) al describir en 1973 la interacción genotipo-ambiente en términos de parámetros de estabilidad, representó gráficamente los modelos fenotípicos con y sin interacción genotipo-ambiente. De tal forma que para una variedad que es sembrada en varios ambientes, el modelo sin interacción es representado como una regresión lineal de los valores fenotípicos sobre los índices ambientales, con una pendiente igual a uno y sin desviaciones de regresión. En el modelo con

interacción ninguna de esas condiciones se cumplió.

2.5. Generaciones avanzadas

Shull, East y Jones citado por Menjivar (45) concluyeron en 1964 que cuando se hibridan artificialmente dos variedades distintas de maíz, el híbrido de la primera generación (F1) es claramente más vigoroso que los progenitores de que procede; este fenómeno recibe el nombre de vigor híbrido o heterosis.

La teoría más generalizada de heterosis es que el vigor híbrido se debe a la presencia en el cigote, de un mayor número de genes dominantes que en los progenitores, por reunir en aquel, los genes dominantes producidos por dichos progenitores. Admitiendo además, la intervención de factores o genes complementarios.

Si se siembra la semilla obtenida de la primera generación (F1) para obtener la segunda generación (F2), la descendencia de esta última es más variable que la primera generación y exhibe una heterosis menos intensa. Este hecho se debe a que los que constituyen la población (F2) no pertenecen a un mismo genotipo, por haber sufrido una mayor o menor segregación.

Wellhausen citado por Menjivar (45) en 1964 sugirió que debe darse énfasis principalmente al desarrollo de variedades de polinización libre, en vez de concentrar esfuerzos en la formación de híbridos. Para lo cual aconsejó una evaluación lo más completa posible del rendimiento de las cruas entre variedades diferentes, tanto en generaciones F1 como en F2.

En un experimento efectuado en Iguala, Guerrero, Infante (30) señaló en 1966 que la generación F2 en términos generales resultó mucho

menor que lo esperado suponiendo la ausencia de epistasia y ligamiento. En promedio, para el rendimiento, resultó apenas un poco más productiva que el mejor de los progenitores. Esto reviste una gran importancia económica ya que muchos agricultores tienden a conservar el grano de las generaciones avanzadas de los híbridos comerciales para usarlo como semilla fresca en sus siembras.

El ahorro aparente logrado por este hecho no compensa en ninguna forma la pérdida de la ganancia potencial que se lograría si se sembrara semilla original de primera generación. A esto debe añadirse que las generaciones avanzadas presentan una gran heterogeneidad en altura, color de los granos, fertilidad del polen y en general hábito de crecimiento debido a las segregaciones que tienen lugar y que dificulta mucho la cosecha mecanizada y por otro lado, a un detrimento de la calidad y uniformidad del grano.

Wellhausen citado por Esquer (15) en 1970 demostró la posibilidad de mejorar el maíz a través de la hibridación de razas y variedades, al efectuar 283 cruza de razas diferentes de México, de las cuales el 52 % exhibieron diferentes grados de heterosis, y además, varias generaciones avanzadas de estas cruza seguían produciendo rendimientos superiores al mejor de sus progenitores.

Covarrubias citado por Esquer (15) en 1970 mencionó el trabajo de los cruzamientos intervarietales realizados en la región del Bajío, en el cual de 9 variedades cruzadas entre sí, 10 cruzamientos rindieron igual o más que el mejor híbrido recomendado para esa región, encontrándose cruza con rendimientos hasta de 14 % más que el testigo. Los métodos que sugiere para aprovechar estos resultados son :utilización

directa de las mejores cruzas intervarietales; formación de híbridos dobles con líneas ya existentes y provenientes de las variedades que intervienen en las mejores cruzas intervarietales, y utilización de las generaciones avanzadas de las mejores cruzas, con el fin de organizar programas.

Delgado (13) aseveró en 1979 que el uso de generaciones avanzadas de los híbridos comerciales son con el propósito de que el agricultor pueda producir su propia semilla, lo cual dependerá del abatimiento del rendimiento en las generaciones $F_2, F_3, F_4, \dots, F_n$.

Wright citado por Delgado (13) estableció en 1979 el principio de una población bajo apareamiento aleatorio derivada de n familias endogámicas tendrá $1/n$ menos superioridad sobre sus ancestros que la primera crusa o generaciones de apareamiento aleatorio de donde las familias endogámicas fueron derivadas por selección.

Con base en el principio mencionado se derivó la siguiente fórmula:

$$F_2 = \bar{F} - \frac{(\bar{F}_1 - \bar{P})}{n}$$

donde : F_2 = Rendimiento predicho de la generación F_2

\bar{F}_1 = Media de rendimiento de todas las cruzas posibles entre las líneas utilizadas como padres.

\bar{P} = Promedio de rendimiento de las líneas utilizadas como padres.

n = Número de líneas utilizadas como padres cruzados al azar para producir el sintético.

* Falconer (16) indicó en 1981 que la F_2 de una crusa particular entre dos poblaciones paternas producida por el apareamiento aleatorio entre individuos de F_1 tendrá como consecuencia que las frecuencias genotípicas en la F_2 serán las frecuencias Hardy-Weinberg correspondientes a la frecuencia génica de la F_1 . *

Reyes citado por Contreras (9) en 1980 señaló que al sembrar se - gundas generaciones de híbridos de cruza doble, el agricultor puede sufrir una pérdida o descenso en el rendimiento de 14 a 17 % si no es utilizada cada año semilla en sus siembras. Es de esperarse esta baja en el rendimiento ya que es debida a la segregación de genotipos de bajo rendimiento, producidas en generaciones sucesivas a la F1 y si no se efectúa la selección.

Ramírez et al (64) mencionaron en 1986 que con generaciones suce - sivas (de F1 a F5) de cada una de las cruzas simples de los híbridos dobles tropicales H-503, H-507 H-510, se formaron híbridos dobles, los que a su vez se llevaron hasta F5 o F6. El rendimiento de grano de estas generaciones avanzadas se comparó contra el de los híbridos mencionados, algunas variedades mejoradas y criollas regionales, entre localidades del trópico. Estas generaciones avanzadas rindieron de 12 a 18 % menos que su generación F1. Las generaciones avanzadas forma - das con cruzas simples en F1 fueron las de mayor rendimiento. La ma - yoría de las generaciones avanzadas rindieron en forma similar a la mejor variedad tropical mejorada. El uso de las generaciones avanzadas por los agricultores, como alternativa ante la carencia de semilla me - jorada es justificable y en algunos casos proporcionará mejores re - sultados que el uso de germoplasma no mejorado o criollo regional.

Neal (51) consignó en 1935 que al realizar un estudio para com - probar el postulado de Wright, de que una población en apareamiento aleatorio derivada de n familias endocriadas tiene $1/n$ menor superio - ridad sobre sus ancestros, respecto a la primera cruza o a la pobla - ción bajo apareamiento aleatorio de la cual las familias endogámicas fueron derivadas; encontró reducciones en el rendimiento proporciona -

les al número de líneas involucradas en la cruce, de tal manera que las cruces simples, triples y dobles evaluadas por él presentaron disminuciones en producción de 29.5, 23.4 y 15.8 %, respectivamente, al pasar de la generación F1 a F2, concordando los resultados reales con los estimados. Además, consideró que la pérdida de vigor en la generación F2 variaría en proporción inversa al número de líneas involucradas en el cruzamiento; esta reducción se puede expresar como $1/n$ del vigor híbrido de la cruce respecto a sus líneas progenitoras. En otras palabras un medio, un tercio y un cuarto del vigor obtenido en la generación F1 se perderá en la F2 cuando dos, tres o cuatro líneas sean progenitoras, respectivamente.

Diversos investigadores han comparado las generaciones F1 y F2 de maíz.

Richey et al (65) indicaron en 1934 que al evaluar 10 generaciones avanzadas de cruces dobles, obtuvieron diferencias en rendimiento desde 5 hasta 24 %, con una reducción promedio de 15 % entre ambas generaciones; en este estudio las generaciones F2 resultaron más tardías y con mazorcas de menor calidad.

* Neal (51) señaló en 1935 que en la generación F2 se alcanza equilibrio gamético, por lo que no se esperan reducciones en el vigor en generaciones subsecuentes, bajo apareamiento aleatorio y en ausencia de selección. *

Sprague y Jenkins (72) en 1943 y Ortiz (54) en 1961 trabajaron con generaciones avanzadas de sintéticos y consignaron rendimientos mayores en la F1, sin diferencias en las generaciones posteriores a la F2 como consecuencia de la estabilización del rendimiento. En tanto que cuando se aplica selección, los resultados son diferentes; así

Lonnquist y Mc Gill (36) señalaron en 1956 que al aplicar selección visual de mazorca en el avance generacional de tres sintéticos, desde F2 hasta F5 los rendimientos se incrementan 9 % en promedio, acompañados de mayor tiempo a la madurez. En el caso de generaciones avanzadas de híbridos, Vázquez (76) consignó en 1969 que en rendimiento, las generaciones F3, F4 y F5 fueron similares a la F2, debido al equilibrio alcanzado a partir de esta generación; además, indicó que hay mayor calidad en las mazorcas de la F1 sin cambios en los días a floración.

En el caso de las generaciones avanzadas de cruzamientos intervarietales, Cortéz et al (10) indicaron en 1968 que la generación F1 no siempre manifiesta heterosis positiva y que los rendimientos de la F2 pueden ser menores que los de la F1 y superiores a los de la F3.

EL empleo de las generaciones avanzadas de cruza simples progenitoras para la producción de semilla de cruza dobles fue propuesta inicialmente por Kiesselbach (32) en 1930, quien indicó que las cruza simples pueden mantenerse indefinidamente en lotes aislados de polinización libre, en tal forma que cada año se tendrá un avance generacional cuyo rendimiento no será menor que el de su correspondiente F2, lo cual normalmente rinde dos terceras partes de la F1.

En germoplasma tropical, Vázquez (76) aludió en 1969 rendimientos similares tanto en cruza dobles formadas con generaciones F2, F3, F4 y F5 de cruza simples como en cruza dobles formadas con cruza simples F1.

Manrique y Nevado (41) en 1973 no consignaron diferencias entre la cruza doble convencional (F1 x F1) y las formadas con generaciones

F2 de las cruzas simples y observaron poca variación entre y dentro de las diferentes formas de híbridos en altura de planta y de mazorca, y en floración masculina y femenina.

Ramírez et al (64) señalaron en 1986 que al evaluar germoplasma bajo condiciones de temporal en tres localidades del trópico húmedo de México la mayor parte de las generaciones avanzadas no presentaron diferencias estadísticas en rendimiento respecto a la variedad V-522, que es una variedad recomendada de polinización libre. En ningún caso las generaciones avanzadas superaron a esta variedad y mucho menos a sus respectivas F1. La mejor generación avanzada por su comportamiento en las tres localidades fue la correspondiente a la sexta generación del H-503 formada con cruzas simples en F1.

Asímismo concluyeron que algunas generaciones avanzadas evaluadas, particularmente del H-503 y del H-510 formadas con cruzas simples en F1, igualan estadísticamente el potencial de rendimiento de algunos híbridos y variedades mejoradas y pueden en algunas regiones superar el rendimiento de los criollos.

Indicaron que el rendimiento de las generaciones avanzadas derivadas de cruzamientos con cruzas simples en F1, se redujeron en promedio 16 % con respecto a los híbridos comerciales. Además, la práctica seguida por numerosos agricultores, de utilizar generaciones avanzadas es ventajosa y presenta una alternativa adecuada ante las dificultades de los mismos para obtener semilla mejorada F1.

Al mismo tiempo, manifestaron que las reducciones en el rendimiento ocurridas en las cruzas simples por el avance generacional, repercuten en las generaciones descendientes de la craza doble formadas con ellas.

Neal (51) mencionó en 1935 haber efectuado pruebas en 1933 y 1934 para determinar la relación de las capacidades de rendimiento de la primera y sucesivas generaciones de diferentes híbridos.

Kiesselbach (32) indicó en 1930 que al comparar rendimiento de las generaciones F1, F2 y F3 de 21 cruzas simples y sus líneas progenitoras, la segunda y tercera generaciones produjeron 68 % y 66 % más rendimiento de grano que la primera generación de híbridos. Richey et al (65) manifestaron en 1934 que al trabajar con 10 cruzas dobles mostraron que los rendimientos de las segundas generaciones F2 fueron 50 % a 24 % menos que las de la primera generación, con una producción de 15.2 %.

Los datos presentados en este artículo son en general acordes con lo mencionado. El rendimiento de grano de las líneas progenitoras de los híbridos produjeron de 37 a 39 % más que los de las primeras generaciones, mientras que las generaciones F2 y F3 produjeron 70.5 % y 75.7 %, respectivamente. El rendimiento de las segundas generaciones F2 de cruzas dobles promedió 84.2 % con la primera generación. En el caso de los híbridos triples, las generaciones F2 y F3 promediaron 76.6 % y 75.8 %, respectivamente, tanto como la primera generación. El estandar (criollo), adaptado localmente, incluida la variedad de polinización libre en este ensayo efectuado por tales autores, rindieron 53.1 bushels por acre. El promedio de rendimiento de la segunda generación F2 de las cruzas dobles fue casi el mismo que el de la variedad, mientras que el de las cruzas triples fue de casi 4 bushels menos por acre.



3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Características del área de estudio

Ron y Ramírez (49) manifestaron en 1987 que de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (22) en 1973, en el estado de Jalisco están definidas tres macroregiones o estratos; el bajo que va de 0 a 1000 metros sobre el nivel del mar con clima tropical (A) con sus tres variantes de humedad (w_2 , w_1 y w_0); el intermedio de 1000 a 1800 metros con clima semicálido (A) C, con sus variantes de humedad (w_2 , w_1 y w_0), esta macroregión es la de mayor importancia económica, ya que aquí se desarrolla una agricultura empresarial y se ubica en las regiones Centro - Sur del estado.

En el estrato intermedio, en el cual se realizó el estudio, la estación de crecimiento para esta gramínea oscila de 7 a 9 meses, sin embargo, las bajas temperaturas durante el ciclo invernal representan el factor limitante para el desarrollo del maíz. Además, el cultivo de esta gramínea se maneja bajo dos sistemas de siembra: el sistema de humedad residual (en menor grado) y el de temporal.

Según la Guía para la Asistencia Técnica Agrícola del Área de Influencia del Campo Agrícola Experimental Altos de Jalisco (1988) la temperatura media anual en la entidad es de 20.5° C, la media anual máxima es de 23.6° C y la media anual mínima es de 11° C. La temperatura máxima diaria registrada ha sido de 35° C y la mínima de 5° C.

El promedio de días con heladas es de 39 al año, las cuales se presentan de fines de septiembre a fines de marzo.

La precipitación pluvial media anual es de 862.3 milímetros sien-

do superior en el municipio de Etzatlán (1170 milímetros), e inferior en el municipio de ojuelos (529 milímetros).

La precipitación mensual máxima registrada es de 300 milímetros y la máxima en 24 horas es de 63 milímetros. El promedio anual de días con granizo es de 1 a 3.

La temporada de lluvias se presenta durante el verano a partir de la segunda quincena de junio; y el 74 % de la lluvia anual ocurre de mayo a octubre.

Los suelos de los principales municipios productores de maíz que se ubican dentro de la Zona Centro de Jalisco (Zapopan, Tlaquepaque, Tlajomulco, Guadalajara, Tonalá, Arenal y Amatitán, entre otros, son en general franco - arenosos, en los cuales se realizan siembras de humedad residual y de temporal.

Asimismo, dentro de esta importante zona destacan como productores relevantes de maíz los municipios de Ocotlán, Chapala, Ixtlahuacán, Jocotepec, Tizapán, Tuxcueca, Tala, San Martín Hidalgo, Cocula, Améca, Etzatlán San Marcos, Ahualulco y Antonio Escobedo, pero con suelos arcillosos.

3.2. Material genético

El material genético utilizado en este estudio se presenta en el Cuadro 1.

Los cinco híbridos comerciales B-840, B-833, P-507, B-83 y H-311 se han utilizado para siembras comerciales en la región. El H-311 fue liberado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, y los otros por compañías privadas.

CUADRO 1. MATERIAL GENETICO UTILIZADO EN LOS CUATRO ENSAYOS ESTABLE-
CIDOS EN LA ZONA CENTRO DE JALISCO. 1988.

Genealogía

B-840(F1,F2 y F3)

B-833(F1,F2 y F3)

P-507(F1,F2 y F3)

B-83 (F1,F2 y F3)

H-311(F1,F2 y F3)

B-840 X B-833 (F1 y F2)

B-840 X P-507 (F1 y F2)

B-840 X B-83 (F1 y F2)

B-840 X H-311 (F1 y F2)

B-833 X P-507 (F1 y F2)

B-833 X B-83 ((F1 y F2)

B-833 X H-311 (F1 y F2)

P-507 X B-83 (F1 y F2)

P-507 X H-311 (F1 y F2)

B-83 X H-311 (F1 y F2)

3.2.1. Obtención

La semilla de los cinco híbridos originales (F1) se obtuvo de sacos de semilla certificada de las diferentes empresas semilleras.

La semilla de las cruzas posibles (F1) entre los cinco híbridos y la segunda generación (F2) de los mismos, se obtuvo en los terrenos de lo que fué la Estación Bugambillas del Campo Experimental Forestal y Agropecuario del Valle de Zapopan, ubicado en el kilómetro 3 de la carretera Guadalajara - Morelia, durante el temporal de lluvias de 19-87. Para la obtención de las cruzas, se sembraron cinco surcos de 20 plantas cada uno en forma apareada, intercalando los híbridos participantes de cada cruzamiento y dejando un surco libre entre cruzamientos para tener un mejor control en las polinizaciones. Asimismo, se sembraron 10 surcos de cada uno de los híbridos comerciales originales (F1), a fin de obtener la semilla F2.

La siembra se realizó el 18 de junio en suelo húmedo depositando dos semillas cada 20 centímetros en surcos separados a 80 centímetros. A los 20 días, aproximadamente, se hizo un aclareo dejando sólo una planta cada 20 centímetros. El tratamiento de fertilización que se aplicó fué de 180-60-00. En el momento de la siembra se aplicó la mitad del nitrógeno (urea), todo el fósforo (super triple) y Furadan (20 kilos por hectárea) para el control de las plagas que se alimentan de la raíz.

Entre la séptima y la octava hoja ligulada de desarrollo del cultivo, se aplicó la otra mitad del nitrógeno y además se aplicó Lorsban 480 (un litro por hectárea) para el control del gusano cogollero. Mientras que para el control de la maleza se aplicó Primagram 500 (3 ki-

los por hectárea) en preemergencia al cultivo y a la maleza en el momento de la siembra.

La semilla F2 de las cruzas entre los cinco híbridos y la semilla F3 de cada uno de los híbridos se obtuvo en los terrenos del Campo Experimental Forestal y Agropecuario de la Costa de Jalisco durante el ciclo Otoño - Invierno de 1987 - 88 bajo condiciones de riego. La siembra de la semilla de cada una de las cruzas en F1 y de los híbridos en F2 se realizó en 10 surcos de 20 plantas cada uno y el manejo agronómico fue similar al de Sugambilias en 1987.

Las polinizaciones se hicieron planta a planta entre surcos apareados en Sugambilias y en la Costa de Jalisco. Luego de cosechar cada una de las plantas polinizadas, las mazorcas se desgranaron en forma individual y se formaron compuestos balanceados (mismo número de semillas por planta por parcela). Después de formar estos compuestos, la semilla se conservó junto con los híbridos originales en botes de lámina cerrados para evitar daño de insectos de almacén.

La forma de efectuar los trabajos de polinización fue :

Antes de iniciar la emisión de polen en las plantas en donde se hicieron las polinizaciones controladas, se realizaron recorridos frecuentes para eliminar plantas fuera de tipo.

Después de palpar los jilotes vírgenes se escogía el jilote superior y se le arrancaba la hoja que estaba insertada en el mismo nudo y se le colocaba una bolsa de glassine dejando 50 % de la bolsa libre. En seguida, se cubrieron las espigas con bolsas de papel manila, a fin de coleccionar el polen durante la antesis. Para ello, las plantas se doblaban con cuidado, sin romperlas y se les colocaba la bolsa doblándola

en su parte inferior y se aseguraba con un clip para evitar que el polen se mezclara con otro tipo de polen.

Las polinizaciones o cruzamientos con plantas cuyos estigmas tenían tres centímetros o más de longitud, se hacían en cuanto se tenía listo el polen, el cual se colectaba doblando las plantas para sacudir las espigas dentro de la bolsa contra la mano, y se procedía a polinizar los jilotes, levantándoles la bolsa de glassine y colocándoles rápido la bolsa de papel manila con el polen, la cual se engrapaba de manera que lo ancho de la bolsa quedara abrazado del tallo de la planta para que no se desprendiera y así protegerla contra posibles contaminaciones por granos de polen extraños. En las bolsas se especificaba el tipo de cruzamiento en cuestión con un lápiz marcador rojo carmín.

La semilla de los híbridos originales (F1, F2 y F3) y de las cru-
zas posibles entre ellos (F1 y F2) se trataron con 50 mililitros de Furadán TS 30 % mezclados con 12 mililitros de agua por kilogramo de semilla para asegurar una buena emergencia en las evaluaciones.

3.2.2. Evaluaciones

Los cinco híbridos en la F1, la F2 y la F3, y las 10 cru-
zas posibles entre ellos en F1 y en F2 se evaluaron en un ensayo uniforme en cuatro ambientes de temporal en 1988. En las evaluaciones se incluyó como testigo JAL - 4 (MIRANDA 355), híbrido del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas en proceso de liberación. Los ambientes de evaluación fueron: Bugambillas con fechas de siembra del 23 de junio (BF1), Bugambillas con fecha de siembra del 1^o de julio (BF2), Tlajomulco con fecha de siembra del 28 de junio (TF1) y fe -

cha de siembra del 8 de julio (TF2). El sitio de evaluación en Tlajomulco estuvo localizado en la parcela del señor Everardo Villaseñor, a cinco kilómetros al Norte de Tlajomulco de Zúñiga, por el camino de terracería que conduce a San Sebastián, municipio de Tlajomulco.

Las evaluaciones se realizaron bajo el diseño experimental de bloques completos al azar de 36 tratamientos con cuatro repeticiones por tratamiento. La parcela experimental consistió de dos surcos separados cada 80 centímetros con 20 plantas por surco a 20 centímetros de separación, lo cual equivale a una densidad de población de 60 mil plantas por hectárea.

Los experimentos se conservaron libres de maleza y para ello fue necesario aplicar Primagram 500 (3 litros por hectárea) en preemergencia aunque para el experimento TF1 se realizó una limpieza manual, ya que durante las primeras etapas del desarrollo del cultivo se presentaron manchones intensos de maleza de hoja ancha (tacotillo), lo cual indica que tal vez no surtió efecto la aplicación de Primagram 500 debido a que en uno de los envases del herbicida los componentes químicos de este producto estaban asentados y solidificados. También se aplicó un litro de Lorsban 480 E por hectárea para controlar el ataque de gusano cogollero y de picudo.

Se tomaron los datos de características agronómicas tales como, rendimiento de mazorca (REND), mazorcas por planta (MAZPLA), acame de raíz (AR), acame de tallo (AT), floración masculina (FLORM), floración femenina (FLORF), altura de planta (ALTPLA), altura de mazorca (ALTMZ), mazorcas dañadas (MAZDA) y mazorcas sanas (MAZSA), de acuerdo al instructivo y formatos presentados por Ron y Ramírez (66) en 1987. El

rendimiento de mazorca no se corrigió por humedad en los ambientes TF1 y TF2; además fue el único dato agronómico que se pudo aprovechar en TF2. Tampoco se obtuvieron datos de AR, AT, MAZPLA, MAZSA y MAZDA en este mismo ambiente.

3.3. Análisis estadístico

Los datos de rendimiento de mazorca de cada uno de los genotipos en los cuatro ambientes se sometieron a un análisis de varianza individual y combinado, y a un análisis de estabilidad, a fin de poder identificar los mejores materiales y la conveniencia de su uso a nivel comercial por los productores.

Por otro lado, se hizo comparación de medias, a fin de determinar los mejores materiales en cuanto a rendimiento en cuyo caso se utilizó la Prueba de Tukey o Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH), manejando un nivel alfa del 5 % de significancia.

El análisis de estabilidad se hizo de acuerdo con el modelo de Eberhart y Russel propuesto en 1966 para medir la respuesta de los materiales a través de los diferentes ambientes. Este modelo facilita la descripción del comportamiento de las variedades en los cuatro ambientes de prueba, y permite definir los parámetros de estabilidad de una variedad.

$$Y_{ij} = \mu_i + B_i I_j + S_{ij}$$

i = variedades

j = ambientes

donde :

Y_{ij} = Media de la variedad i en el ambiente j .

M_i = Media sobre todos los ambientes de la variedad i .

B_i = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad i sobre todos los ambientes.

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

I_j = Índice ambiental, el cual se obtiene con la media de todas las variedades en el ambiente j menos la gran media, como se indica a continuación :

$$I_j = (\sum_i Y_{ij}/v) - (\sum_i \sum_j Y_{ij}/vn), \sum_j I_j = 0$$

El primer parámetro de estabilidad que se calculó en este modelo fue el coeficiente de regresión, el cual fue estimado en la forma tradicional como se señala a continuación :

$$\hat{B} = b_i = \sum_j Y_{ij} I_j / \sum_j I_j^2$$

La prueba de significancia para los coeficientes de regresión considerando como valor óptimo $b = 1$ se obtiene de la siguiente manera :

$$t = (b_i - 1) / SE_b$$

$$\text{donde : } SE_b = \sqrt{CM \text{ desviaciones ponderadas} / \sum_j I_j^2}$$

Otro de los parámetros de estabilidad que se calculó fue el de las desviaciones de regresión, las cuales se obtuvieron de la siguiente manera : $S^2_{di} = (\sum_j \hat{S}^2_{ij} / (n - 2)) - S^2_e/r$

donde :

S^2_e / r = Estimador del error conjunto (o la varianza de una media varietal en el ambiente j) y :

$$\sum_j \hat{S}^2_{ij} = (\sum_j Y^2_{ij} - Y^2_i / n) - (\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2.$$

La hipótesis nula (H_0) de que las desviaciones de regresión para cada variedad son estadísticamente iguales a cero se efectuó de la siguiente manera :

$$F = \sum d_{ij}^2 / n - 2 / \text{error ponderado}$$

n = ambientes

El modelo propuesto por tales autores se consigna en el Cuadro 2 en el cual se muestra el análisis de varianza que se realizó para el presente trabajo para estimar los parámetros de estabilidad.

Después de haber estimado los parámetros de estabilidad de cada una de las variedades, se clasificaron de acuerdo con la descripción que Carballo (6) quien propuso en 1970 seis situaciones posibles que se obtienen con los valores del coeficiente de regresión y la desviación de regresión, las cuales se presentan en el Cuadro 3.

3.4. Estimación de heterosis

Con base en la característica de rendimiento en las 10 cruzas simples posibles F1 y en las 10 cruzas simples posibles F2 obtenidas a partir de los cinco híbridos, se calculó el porcentaje de heterosis con base al promedio de los progenitores (h) y en base al progenitor superior (h'), como se señala a continuación :

$$h = \frac{\bar{F}}{PM} \times 100 ; h' = \frac{\bar{F}}{PS} \times 100 \quad \text{donde : } \bar{F} = \text{Media de la cruce}$$

PM = Progenitor medio

PS = Progenitor superior

CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA ESTIMAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD
CON BASE EN EL METODO DE EBERHART Y RUSSELL (1966).

Factor de variación	G.L.*	Suma de cuadrados	CM**
Total	$nv - 1$	$\sum \sum_{ij} y_{ij}^2 - F.C$	
Variedades	$(v - 1)$	$\frac{1}{n} \sum y_i^2 - F.C.$	CM1
Ambientes	$(n - 1)$		
Var. x Amb.	$(v - 1)(n-1)v(n-1)$	$\sum \sum_{ij} y_{ij}^2 - \frac{1}{n} \sum y_i^2$	
Ambientes (Lineal)	1	$\frac{1}{v} (\sum_j y_{.j} \cdot j I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Var. x Amb.(Lineal)	$v - 1$	$\sum_i \left[(\sum_j y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2 \right] - SCA(L)$	CM2
Desviaciones de re-			
gresión conjuntas	$v(n - 2)$	$\sum \sum_{ij} y_{ij}^2 - \frac{1}{n} \sum y_i^2$	CM3
Desv. Var. 1	$n - 2$	$\left[\sum_j y_{1j}^2 - (y_{1.})^2/n - (\sum_j y_{1j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2 \right]$	
Desv. Var. 2	$n - 2$.	
.	.	.	
.	.	.	
Desv. Var. n	$n - 2$	$\sum_j y_{vj}^2 - (y_{v.})^2/n - (\sum_j y_{vj} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
Error conjunto	$n(r - 1) (v - 1)$		

* Grados de libertad

** Cuadrado medio

CUADRO 3. PARAMETROS DE ESTABILIDAD Y SU CORRESPONDIENTE DESCRIPCION DE ACUERDO A CARBALLO (1970).

Situación	Coefficiente de regresión	Desviaciones de la regresión	Descripción
1	$b_1 = 1$	$S^2_{d1} = 0$	Variedad estable
2	$b_1 = 1$	$S^2_{d1} > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente
3	$b_1 < 1$	$S^2_{d1} = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente
4	$b_1 < 1$	$S^2_{d1} > 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistente.
5	$b_1 > 1$	$S^2_{d1} = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente.
6	$b_1 > 1$	$S^2_{d1} > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistente.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis de varianza individuales

Los cuadrados medios de los análisis de varianza para cada una de las características agronómicas evaluadas en cada ambiente se presentan en el Cuadro A1. En este Cuadro, los niveles de significancia de los valores de F están señalados al 5 % de probabilidad, de modo que la significancia estadística para una fuente de variación dada señala las diferencias estadísticas entre repeticiones o entre tratamientos (variedades).

Hubo diferencias significativas para variedades en todas las características agronómicas evaluadas, excepto en AR y AT en BF1 y BF2, lo cual se esperaba debido a las diferencias genotípicas entre las variedades en el presente trabajo. La no diferencia significativa en AR y AT pudo ser debida a los altos valores de los coeficientes de variación obtenidos. Sin embargo, cabe la aclaración que los valores de AR en BF1 fueron cero en todas las parcelas.

Las diferencias significativas entre repeticiones en rendimiento en los ambientes estudiados, excepto en TF1 y para algunas otras características en BF1 y BF2, indican que la elección del diseño experimental de Bloques Completos al Azar fue apropiada, sin embargo, de acuerdo a los valores de los coeficientes de variación para rendimiento, se podría considerar que los resultados en orden de confiabilidad serían BF1, BF2, TF1 y TF2 porque este fue el orden de los coeficientes de variación obtenidos ; éstos además, estuvieron relacionados al rendimiento promedio obtenido en los ambientes. Asimismo, cabe señalar que esta relación es muy común observarla en estudios de este tipo.

4.2. Análisis combinado

En el Cuadro A2 se indican los resultados del análisis de varian-za combinado para la característica de rendimiento de mazorca en el cual se obtuvieron diferencias altamente significativas entre ambien-tes por lo que se infiere que las condiciones ambientales son contras-tes, lo cual se esperaba, ya que los materiales estudiados en cada ambiente, aunque fueron manejados en forma similar, recibieron dife-rente precipitación y radiación solar durante el temporal de lluvias.

Por su parte, el factor tratamientos (genotipos) también manifes-tó diferencias altamente significativas, lo cual coincide con los da-tos obtenidos en los análisis de varianza individuales.

Con relación a la interacción genotipos x ambiente se presentaron diferencias altamente significativas y por lo tanto se deduce que los genotipos no tienen la diversidad genética suficiente que les permita simular los efectos del medio ambiente de acuerdo con las aseveracio-nes de Allard y Bradshaw y Allard y Hansche citados por Terrón (57) en 1986, referentes a las variaciones predecibles e impredecibles, por lo que su comportamiento fue diferente en cada ambiente.

4.2.1. Variedades

Los resultados obtenidos al efectuar la prueba de Tukey (DMSH 0.05) en el Cuadro 4 relacionado con el rendimiento de mazorca en to-neladas por hectárea de cada uno de los ambientes y promedio de tala ensayos establecidos en la Zona Centro de Jalisco en 1988, señalan que hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos, ya que los promedios de rendimiento de los materiales que quedan dentro del primer grupo indican que el 85 % de las cruza en F1 y F2 fueron

CUADRO 4 . RENDIMIENTO DE MAZORCA EN TONELADAS POR HECTAREA DE CADA UNO DE LOS AMBIENTES Y PROMEDIO DE TALES ENSAYOS ESTABLECIDOS EN LA ZONA CENTRO DE JALISCO EN 1988.

Núm. de tratam.	Variedad	A M B I E N T E S				Promedio
		BF1	TF1	BF2	TF2	
36	JAL-4(MIRANDA-355)	9.37	6.85	6.63	4.12	6.74
20	B-83 x H-311 (F1)	9.77	5.88	5.95	2.85	6.11
18	P-507 x B-83 (F1)	8.50	5.99	6.59	2.68	5.94
12	B-840 x P-507(F1)	9.83	5.59	5.77	2.44	5.91
23	B-840 x B-83 (F2)	8.17	6.46	6.03	2.74	5.85
34	B-83 (F3)	9.27	5.60	5.70	2.66	5.81
15	B-833 x P-507(F1)	9.23	5.88	5.79	2.26	5.79
13	B-840 x B-83 (F1)	8.88	4.49	5.59	4.09	5.76
21	B-840 x B-833(F2)	7.94	6.46	5.28	3.35	5.76
17	B-833 x H-311(F1)	8.53	6.16	5.59	2.63	5.73
2	B-833 (F1)	8.89	5.84	4.92	3.18	5.71
30	B-83 x H-311 (F2)	8.0	6.26	5.17	3.09	5.63
16	B-833 x B-83 (F1)	8.92	5.30	5.39	2.87	5.62
26	B-833 x B-83 (F2)	8.45	5.42	5.98	2.54	5.60
14	B-840 x H-311(F1)	9.10	5.83	4.83	2.63	5.60
1	B-840 (F1)	8.52	6.21	4.97	2.44	5.54
19	P-507 x H-311(F1)	8.60	4.38	5.57	3.42	5.49
27	B-833 x H-311(F2)	8.61	5.14	5.59	2.60	5.49
25	B-833 x P-507(F2)	8.29	5.57	5.63	2.26	5.44
29	P-507 x H-311(F2)	7.99	6.27	5.16	2.25	5.42
9	B-83 (F2)	8.79	4.88	5.16	2.61	5.36
28	P-507 x B-83 (F2)	8.50	5.57	5.56	1.80	5.36
11	B-840 x B-833(F1)	8.10	5.10	4.92	2.82	5.24
4	B-83 (F1)	8.28	4.38	5.29	2.96	5.23
5	H-311 (F1)	7.90	4.14	5.09	3.30	5.11
24	B-840 x H-311(F2)	7.76	5.49	4.57	2.54	5.09
22	B-840 x P-507(F2)	7.67	5.26	4.92	2.08	4.98
3	P-507 (F1)	7.77	4.08	4.38	2.85	4.77
32	B-833 (F3)	7.02	4.71	4.55	2.62	4.73
7	B-833 (F2)	7.32	4.21	4.83	2.32	4.67
6	B-840 (F2)	6.38	6.02	4.21	1.95	4.64
31	B-840 (F3)	6.38	5.60	3.79	2.12	4.47
35	H-311 (F3)	6.02	4.40	3.69	1.75	3.97
33	P-507 (F3)	5.53	3.80	3.73	1.91	3.74
8	P-507 (F2)	6.19	4.17	3.28	1.24	3.72
10	H-311 (F2)	5.84	3.78	3.40	1.74	3.69
\bar{x}		8.06	5.31	5.10	2.60	5.27
DMSH 0.05		2.55	3.70	2.20	2.03	1.47

iguales estadísticamente que los híbridos originales B-840 (F1), B-833 (F1) y B-83 (F2 y F3).

Los resultados obtenidos en el ensayo BF1 (Cuadro A3) indican que según la Prueba de Tukey todas las cruzas F1 y F2 son iguales estadísticamente que los híbridos originales F1. Sin embargo, conviene destacar las diferencias numéricas de los mejores materiales, tales como : B-840 x P-507 (F1), B-83 x H-311 (F1), JAL-4 (MIRANDA-355), B-83 (F3) y B-833 x P-507 (F1) con rendimientos de 9.83, 9.77, 9.37, 9.27 y 9.23 toneladas por hectárea, respectivamente; en tanto que la media general alcanzada en este ambiente, que fue el mejor, fue de 8.07 toneladas por hectárea.

Por otro lado, en el ensayo BF2 (Cuadro A4) establecido en la Estación Bugambillas, los resultados de la Prueba de Tukey señalan que para la característica rendimiento de mazorca todas las cruzas en F1 y F2 fueron iguales estadísticamente que los híbridos B-83 (F1, F2 y F3), H-311 (F1), B-840 (F1) y B-833 (F1, F2 y F3). Sin embargo, es importante destacar las diferencias numéricas dentro de este grupo de materiales, ya que los mejores fueron JAL-4 (MIRANDA-355), P-507 x B-83 (F1), B-840 x B-83 (F2), B-833 x B-83 (F2) y B-83 x H-311 (F1) con rendimientos de 6.64, 6.59, 6.03, 5.98 y 5.98 toneladas por hectárea, respectivamente; mientras que la media general lograda para esta característica en este ambiente fue de 5.10 toneladas por hectárea.

Los resultados obtenidos en el ensayo TF1 (Cuadro A5), establecido en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, señalan que para la variable rendimiento de mazorca según la Prueba de Tukey, no hubo diferencias sig -

nificativas entre los materiales estudiados, o sea que las cruzas son iguales que los híbridos estadísticamente. Sin embargo, se advierten diferencias numéricas, ya que los mejores genotipos fueron JAL-4 (MIRANDA-355), B-840 x B-833 (F2), B-840 x B-83 (F2), P-507 x H-311 (F2) y B-83 x H-311 (F2) con rendimientos de 6.85, 6.46, 6.46, 6.27 y 6.26 toneladas por hectárea, respectivamente, mientras que la media general alcanzada fue de 5.31 toneladas por hectárea.

Los resultados obtenidos con la Prueba de Tukey para la variable rendimiento de mazorca en el cuarto ensayo TF2 (Cuadro A6) muestran que el 85 % de las cruzas son iguales estadísticamente a los híbridos originales H-311 (F1), B-833 (F1, F2 y F3), B-83 (F1, F2 y F3), P-507 (F1) y B-840 (F1 y F3). Sin embargo, las diferencias numéricas observadas muestran que los mejores genotipos fueron : JAL-4 (MIRANDA-355), B-840 x B-83 (F1), P-507 x H-311 (F1), B-840 x B-833 (F2) y H-311 (F1) con rendimientos de 4.12, 4.09, 3.42, 3.35 y 3.30 toneladas por hectárea, respectivamente, mientras que la media general fue de 2.57 toneladas por hectárea. En este ambiente sólo se midió la variable rendimiento.

4.2.2. Híbridos originales y sus cruzas

La información obtenida en el Cuadro 5 relacionada con los promedios de rendimiento de mazorca de los cinco híbridos originales y su producción alcanzada en las cruzas considerando los cuatro ambientes establecidos en la Zona Centro de Jalisco, muestran que hubo una disminución evidente en el rendimiento de las generaciones avanzadas con respecto a los híbridos originales ; sin embargo, sólo el híbrido B-83 tuvo un comportamiento adverso, ya que las generaciones avanza-

CUADRO 5 PROMEDIOS DE RENDIMIENTO DE MAZORCA EN TONELADAS POR HECTAREA DE LOS CINCO HIBRIDOS Y SUS CRUZAS, CONSIDERANDO LOS CUATRO AMBIENTES ESTABLECIDOS EN LA ZONA CENTRO DE JALISCO EN 1988.

Híbrido	Original				Cruza			
	F1	F2	F3	\bar{X}	F1	F2	\bar{X}	\bar{X}
B - 840	5.54	4.64	4.47	4.88	5.63	5.42	5.53	5.21
B - 833	5.71	4.67	4.73	5.04	5.60	4.85	5.23	5.14
B - 83	5.23	5.36	5.81	5.47	5.86	5.61	5.74	5.61
P - 507	4.77	3.72	3.74	4.08	5.78	5.30	5.54	4.81
H - 311	5.11	3.69	3.97	4.26	5.73	5.40	5.57	4.92
\bar{X}	5.27	4.42	4.54	4.74	5.72	5.32	5.52	5.13

das fueron ligeramente superiores que el híbrido original (Figura 1). Esta misma respuesta fue encontrada en BF1 (Cuadro A7 y Figura A1) y BF2 (Cuadro A8 y Figura A2). La respuesta de B-83 pudo haberse debido a un mal manejo de semilla, o bien a una respuesta muy especial.

En el caso de TF2 las generaciones avanzadas fueron inferiores a los híbridos originales en todas las variedades (Cuadro A9 y Figura A3). Los resultados de TF1 en relación a las generaciones avanzadas fueron no muy definidas (Cuadro A10 y Figura A4). Considerando a los cuatro ambientes hubo una disminución de 16 % de la F1 a la F2 considerando el promedio de todos los híbridos originales. Esto era de esperarse por los resultados reportados por otros autores tales como, Reyes citado por Contreras (9) en 1980 y Neal (51) en 1935. Contrario a lo esperado la disminución de la F1 a la F3 fue de sólo 14 %, siendo la F2 y F3 similares, pero con una ligera superioridad en la F3.

Al considerar los cuatro ambientes, los rendimientos logrados en las cruzas fueron en general superiores a los de los híbridos originales y sus generaciones avanzadas (Figura 2); además, se presentó una ligera disminución del rendimiento de los materiales en las cruzas en F2, con respecto a lo obtenido en las cruzas en F1 (Cuadro 5 y Figura 3). Este comportamiento fue también observado en BF1 (Figura A5).

En el resto de las localidades los rendimientos de las cruzas en F1 y F2 tuvieron un comportamiento inconsistente (Figuras A6, A7 y A8); pero considerando el promedio a través de los cinco híbridos, las cruzas en F1, siempre fueron superiores a las cruzas en F2 en todos los ambientes, excepto en TF1 (ver Cuadros A7, A8, A9 y A10).

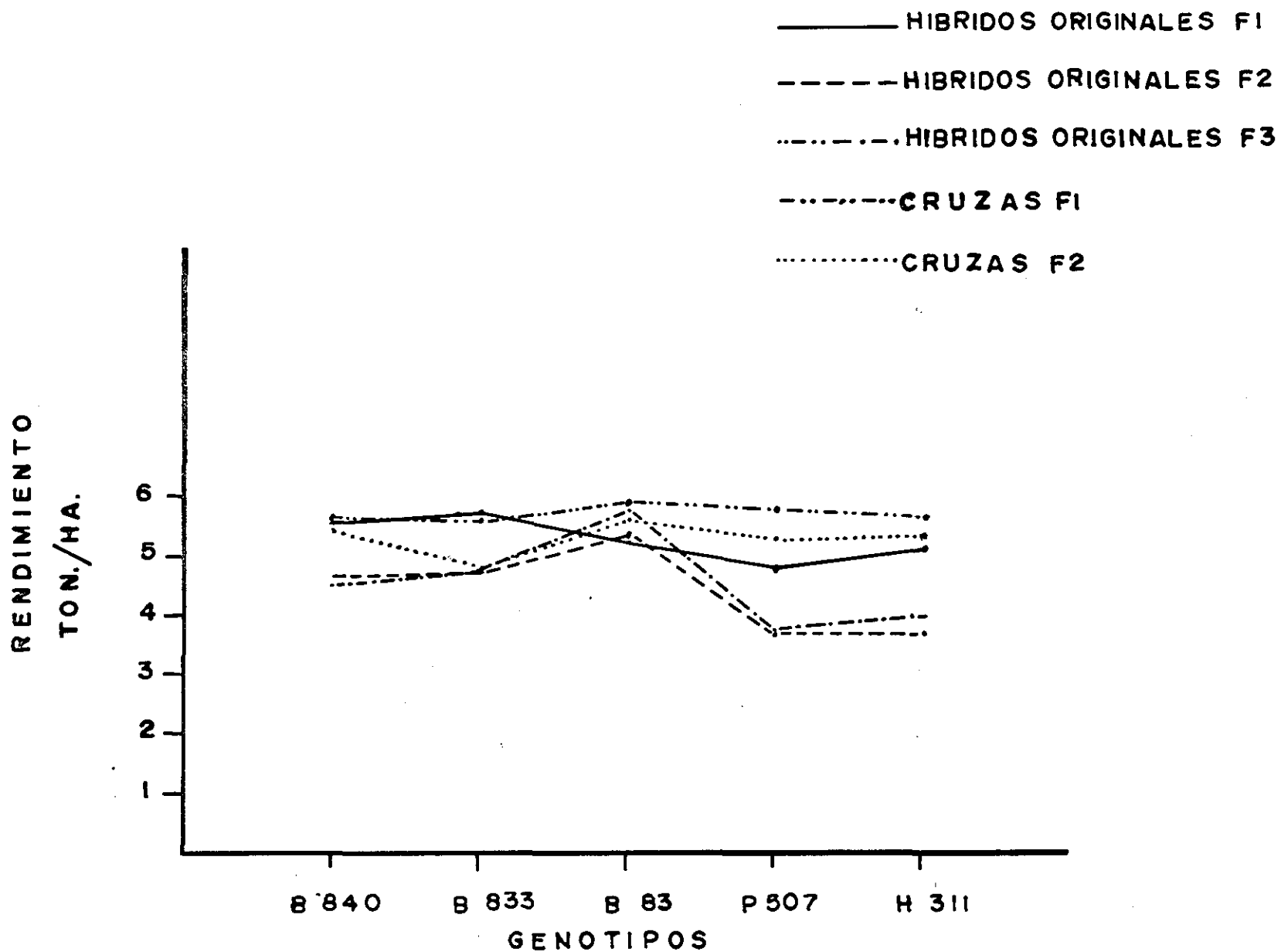


Figura 1. Comportamiento de los híbridos y su producción alcanzada en las cruzas, considerando los cuatro ambientes. 1988.

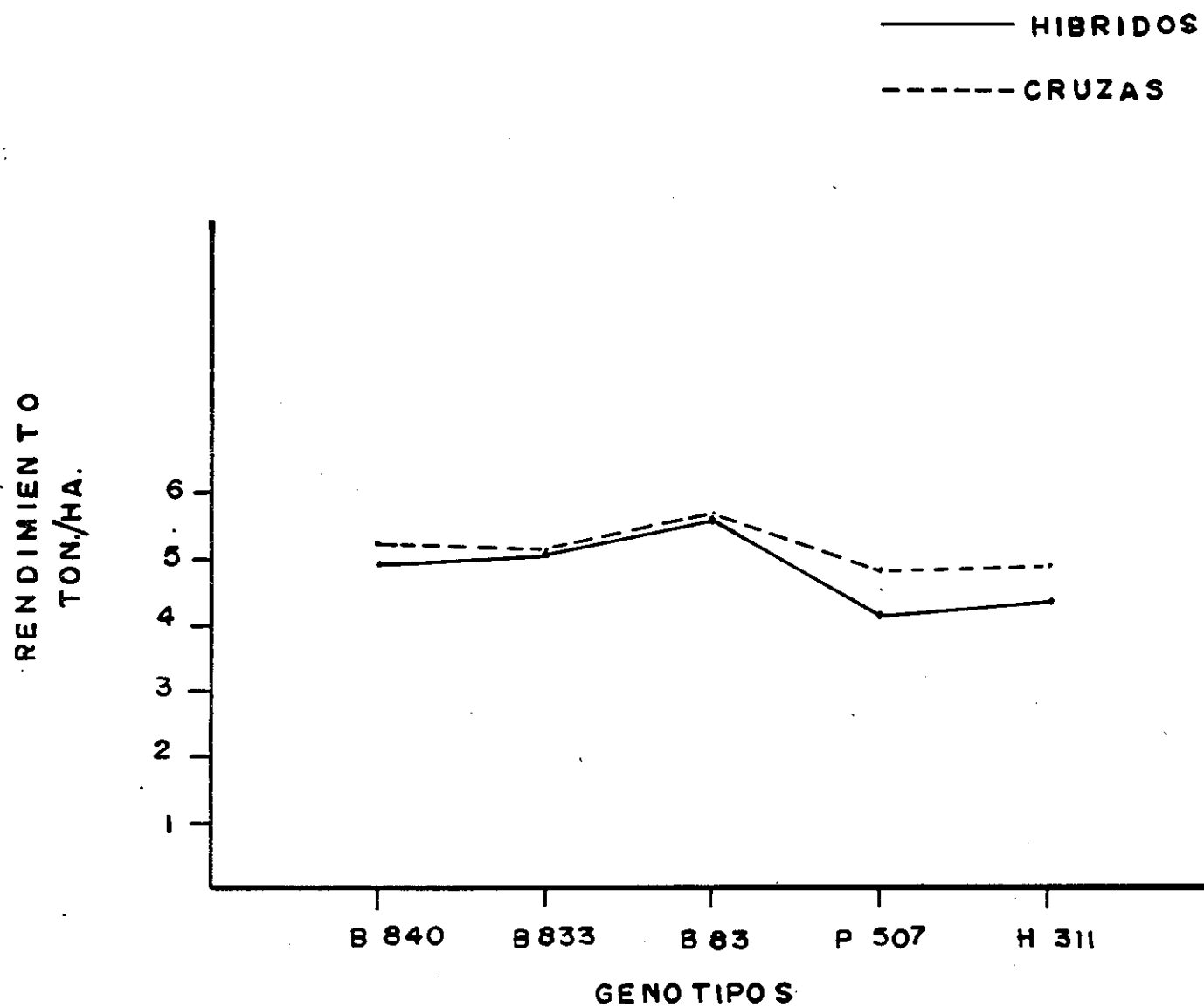


Figura 2. Comportamiento de los promedios de los híbridos y de las cruzas, considerando los cuatro ambientes. 1988.

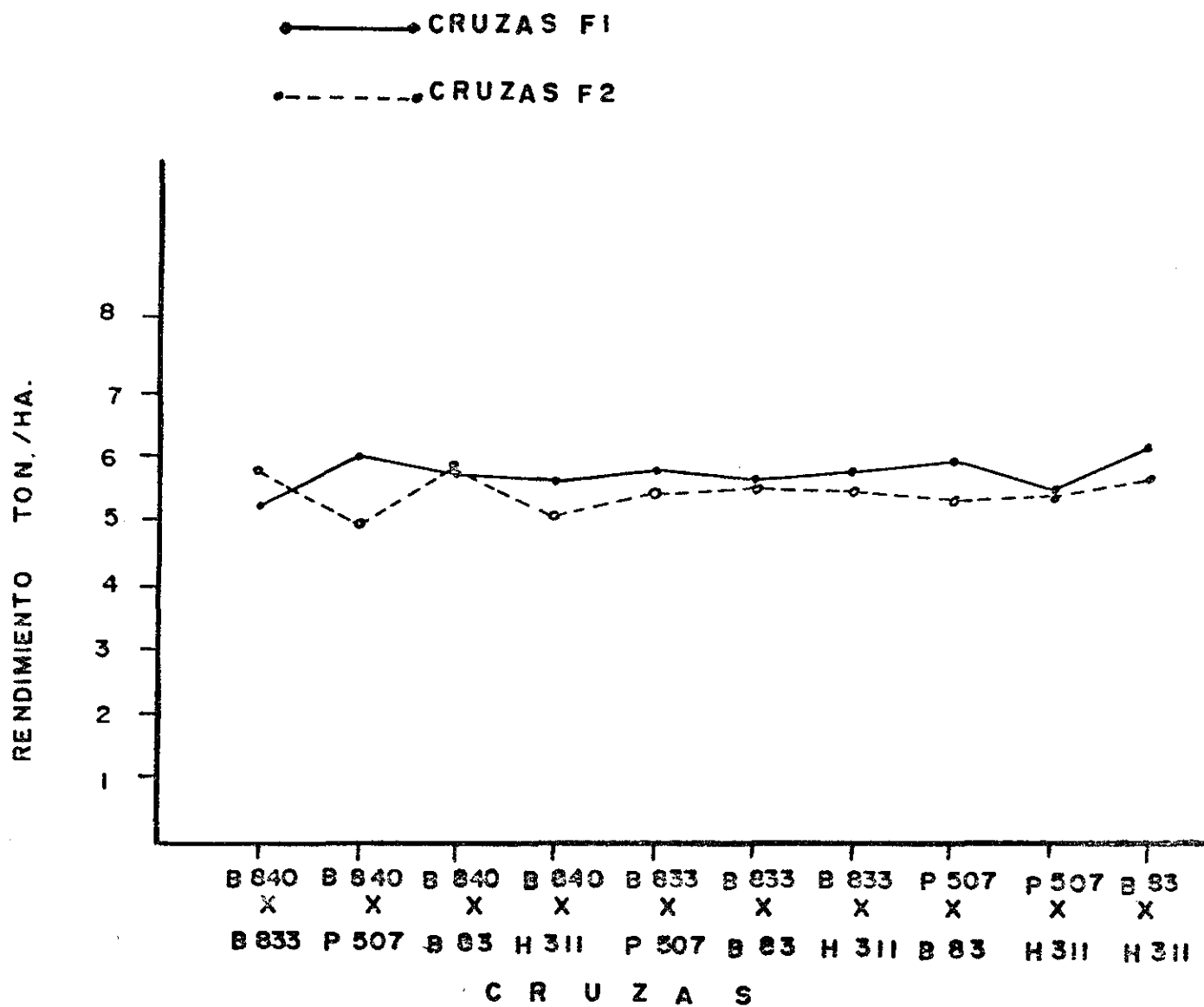


Figura 3 . Comportamiento de las cruces F1 y F2 considerando los cuatro ambientes (BF1, BF2, TF1 y TF2). 1988.

* Ahora bien, si se toma el promedio de las cruzas en F1 y en F2 a través de los cuatro ambientes y de los cinco híbridos, hubo sólo un 7 % de disminución del rendimiento, que comparado con la depresión de la F1 a la F2 de los híbridos originales, que fue del 16 %, se considera muy ventajoso para el productor el uso de semilla de generaciones avanzadas de cruzas entre híbridos en lugar de generaciones avanzadas de híbridos originales. *

Los genotipos que lograron la mejor producción de acuerdo con su participación en las cruzas fueron B-83, H-311 y P-507 con rendimientos de 5.74, 5.57 y 5.54 toneladas por hectárea, respectivamente. Sin embargo, en el Cuadro 5 el promedio de promedios de las generaciones avanzadas de híbridos y de sus participaciones en cruzas señala que el mejor material fue B-83 con un rendimiento de 5.61 toneladas por hectárea.

4.2.3. Análisis de estabilidad

El análisis de los parámetros de estabilidad para la variable rendimiento de mazorca se presenta en el Cuadro A11, en el cual se indica que la fuente de variación variedades manifestó diferencias estadísticas altamente significativas. Asimismo, se presentaron diferencias altamente significativas en la interacción genético - ambiental, lo cual indica que no todos los genotipos respondieron de la misma manera en los diferentes ambientes de prueba, lo cual coincide con los datos que al respecto se obtuvieron en el análisis combinado.

En cuanto a la desviación conjunta o ponderada, no se manifestaron diferencias significativas, por lo que se infiere que la mayoría de los materiales respondieron en forma lineal.

En el Cuadro 6 se muestran los rendimientos medios, coeficientes de regresión (bi), desviaciones de la regresión y la situación de acuerdo a Carballo (1970) para cada uno de los genotipos evaluados.

El 75 % de las cruces y el 68 % de los híbridos fueron estables, por lo que se considera que las cruces fueron ligeramente más estables que los híbridos. Sólo B-840 x P-507 (F1) tuvo un coeficiente de regresión mayor que la unidad, por lo que se esperaría una mejor respuesta en mejores ambientes y consistente en la región; además fue uno de los genotipos de más alto rendimiento.

De acuerdo con el análisis de estabilidad, los materiales más recomendables para el área de estudio son : JAL-4 (MIRANDA-355), B-83 x H-311 (F1), B-83 (F3), B-833 x P-507 (F1) y B-840 x B-833 (F2), de los cuales el tercero de estos materiales se comportó de manera ilógica a lo esperado.

Como puede observarse en los resultados del análisis de estabilidad, sólo se manifestaron tres de las seis situaciones posibles definidas por Carballo (1970), por lo que se considera que tal vez el número de ambientes de evaluación no fueron suficientes para encontrar todas las situaciones posibles, a pesar de que la variación ambiental y de la interacción genotipo x ambiente fueron significativas de acuerdo al análisis de varianza combinado (Cuadro A2).

En general, se advierte una ligera superioridad en cuanto a estabilidad de las cruces con respecto a los híbridos, sin embargo, como ya se ha señalado en otros estudios, la estabilidad está bajo control genético, por lo que se esperaría que materiales con una base genética restringida, como es el caso de los híbridos, podrían manifestar buena estabilidad comparada a las cruces, las cuales son de una mayor diversidad genética.

CUADRO 6. RENDIMIENTO MEDIO Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD DE LOS 36 GENOTIPOS DE MAIZ (ORIGINALES, SUS CRUZAS Y SUS GENERACIONES AVANZADAS) EN LA ZONA CENTRO DE JALISCO, 1988.

Núm. de tratam.	Genealogía	Rendimiento (ton/ha)	Coefficiente de regresión (bi)	Desviaciones de regresión	Situación ¹
36	JAL-4 (MIRANDA-355)	6.74	0.96	-0.9695	1
20	B-83 x H-311 (F1)	6.11	1.26	-0.2177	1
18	P-507 x B-83 (F1)	5.94	1.05	0.2372*	2
12	B-840 x P-507 (F1)	5.91	1.35*	-0.1786	5
23	B-840 x B-83 (F2)	5.85	0.99	0.1456*	2
34	B-83 (F3)	5.81	1.21	-0.2296	1
15	B-833 x P-507 (F1)	5.79	1.27	-0.2378	1
13	B-840 x B-83 (F1)	5.76	0.88	1.0097**	2
21	B-840 x B-833 (F2)	5.76	0.84	0.0281	1
30	B-83 x H-311 (F2)	5.63	0.90	-0.0350	1
16	B-833 x B-83 (F1)	5.62	1.10	-0.1627	1
26	B-833 x B-83 (F2)	5.60	1.07	-0.0640	1
14	B-840 x H-311 (F1)	5.60	1.19	-0.0595	1
17	B-833 x H-311 (F1)	5.72	1.19	0.0109	1
2	B-833 (F1)	5.56	1.05	0.0412	1
1	B-840 (F1)	5.54	1.11	0.0057	1
19	P-507 x H-311 (F1)	5.49	0.94	0.6317**	2
27	B-833 x H-311 (F2)	5.49	1.09	-0.1593	1
25	B-833 x P-507 (F2)	5.44	1.09	-0.1493	1
29	P-507 x H-311 (F2)	5.42	1.05	0.1814*	2
9	B-83 (F2)	5.36	1.12	0.0210	1
28	P-507 x B-83 (F2)	5.36	1.22	-0.1017	1
11	B-840 x B-833(F1)	5.24	0.97	-0.2202	1
4	B-83 (F1)	5.23	0.97	0.2586*	2
5	H-311 (F1)	5.11	0.84	0.4327**	2
24	B-840 x H-311 (F2)	5.09	0.96	-0.1475	1
22	B-840 x P-507 (F2)	4.98	1.02	-0.2148	1
3	P-507 (F1)	4.77	0.90	0.2559*	2
32	B-833 (F3)	4.73	0.80	-0.2716	1
7	B-833 (F2)	4.67	0.91	-0.0771	1
6	B-840 (F2)	4.64	0.81	0.9284**	2
31	B-840 (F3)	4.47	0.78	0.5450**	2
35	H-311 (F3)	3.96	0.78	-0.1697	1
33	P-507 (F3)	3.74	0.66	0.2670	1
8	P-507 (F2)	3.71	0.91	-0.1473	1
10	H-311 (F2)	3.69	0.75	-0.2579	1

¹ Según la clasificación de Carballo (1970).

4.3. Heterosis

Con base en las medias de rendimiento del análisis de varianza combinado, en las 10 cruzas simples posibles en F1 entre los cinco híbridos comerciales de maíz se calculó el porcentaje de heterosis en base al promedio de los progenitores (h), y al progenitor superior (h'), (Cuadro 7).

El porcentaje máximo de heterosis fue de 119 % con respecto al progenitor medio y 117 % con respecto al progenitor superior. El 90 % de las cruzas excedió a los valores de rendimiento del promedio de los progenitores y el 70 % sobrepasaron al progenitor superior, lo cual coincide mas o menos con lo aseverado por Oyervides (55) en 1979, ya que al basarse en el promedio de los progenitores y al progenitor superior en un estudio con 55 cruzas simples posibles obtenidas a partir de 11 progenitores, se obtuvieron porcentajes máximos de heterosis de 140 % y 126 % con respecto al progenitor medio y superior, respectivamente. Agregó que el 98.2 % de las cruzas excedió a los valores de rendimiento del progenitor medio y el 80 % sobrepasaron al progenitor superior.

Por otro lado, entre las cruzas que mostraron mayor heterosis destacan : P-507 x B-83 (F1), B-83 x H-311 (F1) y B-840 x P-507 (F1).

Los resultados obtenidos al respecto, confirman lo aludido por Richey citado por Lonquist y Gardner en 1961, quien consideró 244 comparaciones de híbridos intervarietales efectuados hasta 1920 y detectó un 182% de heterosis en rendimiento con respecto al progenitor medio y un 156 % con relación al progenitor superior ; mientras que Bucio aseveró en 1954 que al analizar el comportamiento de las cru-

CUADRO 7. PORCENTAJE DE HETEROSIS EN BASE AL PROMEDIO DE LOS PROGENI-
TORES (h) Y AL PROGENITOR SUPERIOR (h') PARA EL CARACTER
RENDIMIENTO A TRAVES DE LOS CUATRO AMBIENTES. 1988.

Cruza	Rendim. (ton/ha)	Rend. (ton/ha)		P ₁ + P ₂	Heterosis	
		P ₁	P ₂	2	h	h'
B-840 x B-833(F1)	5.24	5.54	5.71	5.62	93.15	91.78
B-840 x P-507(F1)	5.91	5.54	4.77	5.16	114.61	106.70
B-840 x B-83 (F1)	5.76	5.54	5.30	5.38	107.00	104.03
B-840 x H-311(F1)	5.60	5.54	5.11	5.32	105.17	101.08
B-833 x P-507(F1)	5.79	5.71	4.77	5.24	110.52	101.47
B-833 x B-83 (F1)	5.62	5.71	5.30	5.47	102.80	98.51
B-833 x H-311(F1)	5.57	5.71	5.11	5.41	103.05	97.65
P-507 x B-83 (F1)	5.94	4.77	5.30	5.00	118.82	113.64
P-507 x H-311(F1)	5.49	4.77	5.11	4.94	111.19	107.56
B-83 x H-311(F1)	6.11	5.30	5.11	5.17	118.30	116.92
Media general	5.70			5.27	108.46	103.94

P₁ y P₂ = Progenitores

zas posibles entre las 25 razas de maíz descritas en México que de todas las cruzas evaluadas el 68 % fueron más rendidoras que el promedio de sus progenitores y que el 52 % superaron al mejor progenitor ; Lonquist y Gardner mencionaron porcentajes de heterosis del 89 % y 64 % con respecto al progenitor medio y superior, respectivamente ; en tanto que Paterniani y Lonquist en 1963 enfatizaron en su estudio que el 97 % de las cruzas sobrepasaron al progenitor medio y que el 76 % excedieron al progenitor superior.

Al comparar las aseveraciones anteriores en los resultados obtenidos en este trabajo, se observa que existe diversidad genética entre los híbridos comerciales, en cuyo caso varios investigadores señalan que el grado de heterosis manifestada en las cruzas intervarietales depende en gran medida de la aptitud rendidora y de la diversidad genética de las variedades utilizadas como progenitores.

Con relación a los porcentajes máximos de heterosis que se alcanzaron en esta investigación para el progenitor medio y superior, respectivamente, son similares a los obtenidos por otros investigadores que han realizado cruzas intervarietales de maíz.

5. CONCLUSIONES

1. El rendimiento de las cruces en F1 y en F2 entre los cinco híbridos originales fue superior al rendimiento promedio de los progenitores y de sus generaciones avanzadas.
2. La producción de los híbridos originales (F1) fue superior a la de sus generaciones avanzadas en los cuatro ambientes, con excepción del híbrido B-83 (F3), cuyo rendimiento fue mayor o casi igual a algunos de los híbridos en los ambientes BF1, BF2 y TF1, lo cual es adverso a lo esperado.
3. Los porcentajes máximos de heterosis fueron de 119 y 117 % para el progenitor medio y superior, respectivamente; además no hubo heterosis en F1 entre híbridos de una misma casa comercial.
4. El 90 % de las cruces superaron a los valores de rendimiento del promedio de los progenitores, mientras que sólo el 70 % de ellas excedieron al progenitor superior.
5. Las cruces que mostraron mayor porcentaje de heterosis fueron : P-507 x B-83 (F1), B-83 x H-311 (F1) y B-840 x P-507 (F1).
6. Los genotipos estables de mayor rendimiento fueron : JAL-4 (MIRANDA-355), B-83 x H-311 (F1), B-83 (F3), B-833 x P-507 (F1) y B-840 x B-833 (F2), y las cruces mostraron una ligera superioridad en estabilidad con respecto a los híbridos.
7. Con base en los promedios de rendimiento de los híbridos originales y sus generaciones avanzadas y de sus respectivas participaciones en las cruces, los mejores materiales fueron B-83 y B-833 en los cuatro ambientes.

8. El híbrido JAL-4 (MIRANDA-355) utilizado como testigo, superó en rendimiento a los híbridos comerciales originales y sus generaciones avanzadas y a sus cruces simples posibles (F1 y F2) en los ambientes BF2, TF1 y TF2, pero en Prueba de Tukey hubo varios materiales estadísticamente iguales.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Allard, R.W., and A.D. Bradshaw. 1964. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. Crop. Sci. 4:503-507.
2. Allard, R.W., and P.E. Hansche. 1964. Some parameters of population variability and their implications in plant breeding. Advances in agronomy : 281 - 325
3. Beal, W.J. 1880. Indian corn rep., Michigan Board Agric. 19:279-289.
4. Betanzos M., E. 1970. Dos aspectos en el estudio de la interacción genético-ambiental. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
5. Bucio A., L. 1954. Algunas observaciones del comportamiento de las F1 de las cruces entre las razas de maíz descritas en México. Tesis Profesional, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
6. Carballo C., A. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y de la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
7. Casler, M.D., and A.W. Hovin. 1984. Genotype x environment interaction for Reed Canary grass forage yield. Crop. Sci. 24:633-636.
8. Comstock, E.E. and R.H. Moll. 1963. Genotype - environment interactions. In. W.D. Hanson and H.F. Robinson. Statistical genetics of plant breeding. Publ. 982. NAS-NRC. Washington, D.C. P. 164-196.
9. Contreras García, R. 1980. Evaluación y comparación de rendimiento en 23 híbridos dobles experimentales y dos híbridos comerciales de maíz (Zea mays L.) en tres diferentes localidades del Bajío. Tesis de Ingeniero Agrónomo en Producción. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Unidad Querétaro, Escuela de Agricultura y Ganadería.

10. Cortés F., J., A. Manrique Ch. y F. Scheuch H. 1968. Heterosis y su reducción en generaciones avanzadas de cruzamientos intervarietales de maíz. *Anales científicos* 6 (3-4) : 173-184. Universidad Agraria. Lima, Perú.
11. Cortés M, H. 1981. Selección recurrente entre progenies de hermanos completos y S2 de cuatro complejos germoplásmicos del maíz para el trópico seco, húmedo y bajío. Proyecto de investigación. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Campo Agrícola Experimental Río Bravo. (Mimiografiado).
12. Cramer, M.M., and W.D. Beversdorf. 1984. Effect of genotype x environment interactions on selection for low linolenic acid soybeans. *Crop. Sci.* 24 : 327 - 330.
13. Delgado Martínez, H. 1979. Posibilidades de obtención de variedades por selección masal en generaciones avanzadas de híbridos comerciales de maíz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
14. Eberhart, S.A., and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 6 : 36 - 40.
15. Esquer Toledo, R. 1970. Estudio comparativo de variedades experimentales y comerciales de maíz (Zea mays L.) en Apodaca, Nuevo León. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Escuela de Agricultura y Ganadería.
16. Falconer, D.S. 1981. Introducción a la genética cuantitativa. Editorial CECSA, México, D.F.
17. Fehr, W.R. 1983. Applied plant breeding. Second edition, Department of Agronomy, Iowa State University, Ames, IA, USA.

18. Finlay, K.W., and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14: 742-754.
19. Fisher, R.A. 1926. The arrangement of yield experiments. *Journal of the Ministry of Agriculture.* 33 : 503 - 513.
20. Francis, C.A., M. Saeed, J.A. Nelson, and R. Moomaw. 1984. Yield stability of sorghum hybrids and random mating dates. *Crop. Sci.* 24 : 1109-1112.
21. Freeman, G.H., and J.M. Perkins. 1971. Environmental and genotype environmental components of variability VIII. Relation between genotypes grown in different environments and measures of these environment. *Heredity* 27 : 15 - 23.
22. García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. Instituto de Geografía. México, D.F. 246 p.
23. Gardner, C.O. y J.H. Lonquist. 1966. Teoría genética estadística y procedimientos útiles para el estudio de las variedades y cruzamientos intervarietales de maíz. Traducción del inglés por el Dr. Aquiles Carballo, Folleto de investigación Núm. 2, CIMMYT. México, D.F.
24. González M, C. 1986. Estudio de cruces intervarietales en maíz. Memoria del segundo congreso nacional de fitogenética. Monterrey, Nuevo León, p. 67 - 77.
25. Gray, E. 1982. Genotype x environment interactions and stability analysis for forage yield of orchardgrass clones. *Crop. Sci.* 22 : 19 - 23.
26. Hallauer, R.A., and Miranda, J.B.F. 1981. Quantitative genetics in maize breeding, Ames, Iowa State University, Press. 468 p.



BIBLIOTECA CENTRAL

27. Hanson, W.D. 1970. Relative and comparative genotypic stability parameters. *Theor. Appl. Genet.* 40 : 226 - 231.
28. Hardwick, R.C. and J.T. Wood. 1972. Regression methods for studying genotype - environment interactions. *Heredity* 28 : 209 - 222.
29. Heinrich, G.M., C.A. Francis, and J.D. Eastin. 1983. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. *Crop. Sci.* 23 : 209 - 212.
30. Infante Heller, L. 1966. Heterosis y su abatimiento en ocho cruces de sorgo para grano. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
31. Kang, M.S., and J.D. Miller. 1984. Genotype x environment interactions for cane and sugar yield and their implications in sugarcane breeding. *Crop. Sci.* 24 : 435 - 440.
32. Kiesselbach, T.A. 1930. The use of advanced generation hybrids as parents of double cross seed corn. *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 22 : 614 - 626.
33. Kinman, M.L., and G.F. Sprague. 1945. Contribution from farm Crops Sub-section, Iowa Agricultural Experiments Station, Ames, Iowa, and the Division of Cereal Crops and Diseases, Bureau of Plant Industry, Soils and Agricultural Engineering, Agricultural Research Administration, U.S. Dept. of Agriculture, Cooperating. Journal paper j - 1254.
34. Knight, R. 1970. The measurement and interpretation of genotype environment interactions. *Euphytica* 19 : 225 - 235.
35. Lonquist, J.H. and C.O. Gardner. 1961. Heterosis in intervarietal crosses in maize and its implications in breeding procedures. *Crop. Sci.* I : 179 - 183.

36. Lonquist, J.H., and Mc Gill, D.P. 1956. Performance of corn synthetics in advanced generations of synthesis and after two cycles of recurrent selection. *Agron. J.* 48 : 249 - 253.
37. Lonquist, J.H. 1964. Métodos de selección útiles para el mejoramiento dentro de poblaciones. *Fitotécnia Latinoamericana* 2 : 1 -40.
38. Mahill, J.F., J.N. Jenkins, J.C. Mc. Carty, Jr ., and U.L. Parrot. 1984. Performance and stability of doubled haploid lines of upland cotton derived via semigamy. *Crop. Sci.* 24 : 271 - 277.
39. Márquez Sánchez, F. 1973. Relationship between genotype - environmental interaction and stability parameters. *Crop. Sci.* 13 : 577-579.
40. Márquez Sánchez, F. 1974. El problema de la interacción genético - ambiental en genotécnia vegetal. Ed. Patena. A.C. Chapingo, México.
41. Manrique E., A. y M. Nevado B. 1973. Uso de generaciones avanzadas en la formación de híbridos dobles de maíz. *Anales científicos II (1 - 12)*: 18 - 26. Universidad Agraria. Lima Perú.
42. Mather, K. 1949. Biometrical genetics. Methuen. London.
43. Mejía A., H. 1971. Selección de genotipos de maíz por rendimiento y estabilidad para áreas de temporal del Valle de Puebla. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
44. Mena Munguía, S. 1985. Formación de cruzas intervarietales de F2 de híbridos. In. Memorias XV Demostración agrícola y pecuaria, Departamento de Fitotécnia, Universidad de Guadalajara, Facultad de Agricultura.
45. Menjivar Larín, J.M. 1964. Estudio de cruzas intervarietales precoces de maíz (Zea mays. L.) con la primera generación (F1) y segunda (F2) generaciones en dos localidades. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Escue-

la de Agricultura y Ganadería.

46. México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1982. Guía para la asistencia técnica agrícola; área de influencia del Campo Agrícola Experimental Altos de Jalisco. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
47. Molina G., J.D. 1964. Comportamiento de razas de maíz y sus cruizas con Tuxpeño, Vandeño y Stiff Stalk Synthetic, en Cotaxtla, Veracruz. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
48. Moll, R.H., W.S. Salhuana and H.F. Robinson. 1962. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. Crop. Sci. 2(3): 197 - 198. United States of America.
49. Moll, R.H. and C.W. Stuber. 1974. Quantitative genetics-empirical results relevant to plant breeding. Adv. Agron. 26 : 277-313. United States of America.
50. Morales Loredó, A. 1985. Combinaciones de germoplasma de maíz Zea mays L. propios para El Bajío y trópico, dosis óptimas para rendimiento y estabilidad. Tesis de Maestro en Ciencias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
51. Neal, N.P. 1935. The decrease in yielding capacity in advanced generations of hybrid corn. J. Amer. Soc. Agron. 27 : 666 - 670.
52. Nor, K.M., and F.B. Cady. 1979. Methodology for identifying wide adaptability in crops. Agron. J. 71 : 556 - 559.
53. Ortega P., R. y H.H. Angeles. 1978. Maíz. Recursos genéticos disponibles a México. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Chapingo, México. p. 75 - 84.

54. Ortíz C., J .1961. Determinación del número óptimo de líneas seleccionadas en la formación de variedades sintéticas de maíz. Tesis Profesional.Escuela Nacional de Agricultura,Chapingo,México.
55. Oyervides García,M. 1979.Estimación de parámetros genéticos,heterosis e índices de selección en variedades tropicales de maíz adaptadas a Nayarit. Tesis de Maestro en Ciencias,Colegio de Postgraduados,Chapingo,México.
56. Paterniani,E. 1962. Evaluation of maize germoplasm for the improvement of yield. UN Conf. Appl. Sci. Tech. Benefit Less Developed Areas. p. 1 - 3.
57. Paterniani, E. and J.H. Lonquist. 1963. Heterosis in interracial crosses of corn (Zea mays L.) Crop. Sci. 3 : 504 - 507.
58. Pérez Moreno,L. 1981. Comparación de dos modelos matemáticos para estimar los parámetros de estabilidad.Tesis Profesional.Escuela de Agricultura,Universidad de Guadalajara,Las Agujas,Zapopan, Jalisco,México.
59. Perkins, J.M., and J.L. Jinks. 1973. The assesment and specificity of environmental and genotype environmental components of variability.Heredity 30 : III - 126.
60. Plaisted, R.L. and L.C. Peterson. 1959. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. Amer. Potato Jour. 36 : 381 - 385.
61. Plaisted, R.L.1960.A shorter method for evaluating ever locations. Amer. Potato Jour. 37 : 166 - 172.
62. Poehlman, J.M.1973.Mejoramiento genético de las cosechas.Editorial Limusa,México.

63. Preciado Ortiz, R.E. et al. 1985. Evaluación de cruzas intervarietales de maíz en el estado de Veracruz. Fitotécnia. revista de la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C.
64. Ramírez Vallejo, P., Valderas Macías, M. y Gerón Xavier, F. 1986. Potencial productivo de las generaciones avanzadas de los híbridos tropicales de maíz H-503, H-507 y H-510. Fitotécnia 8 : 20-34. Revista de la Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Chapingo, México.
65. Richey, F.D., Stringfield, G.H., and G.F. Sprague. 1934. The loss of yield that may be expected from planting second generation double - crossed corn. Jour. Amer. Soc. Agron., 26 : 196-199.
66. Ron Parra, J. y Ramírez Díaz, J.L. 1987. Establecimiento de ensayos y colección de datos para la evaluación de variedades mejoradas de maíz del CCVP en el estado de Jalisco. Instructivo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del estado de Jalisco, Guadalajara, Jalisco, México.
67. Russell, W.A., and S.A. Eberhart. 1968. Test crosses of one and two ear types of Corn Belt Maize Inbreds. II. Stability of performance in different environments. Crop. Sci. 8: 248 - 251.
68. Saeed, M., and C.A. Francis. 1983. Yield stability in relation to maturity in grain sorghum. Crop. Sci. 23 : 683 - 687.
69. Saeed, M., and C.A. Francis. 1984. Association of weather variables with genotype x environment interactions in grain sorghum. Crop. Sci. 24: 13 - 16.
70. Sánchez M, R., J. Molina, G. y E. Casas D. 1973. Efecto de dosis de

- 15 FEB 1977
- germoplasma exótico y de citoplasma tropical sobre el rendimiento de cruza tropicales x Mesa Central en maíz. Agrociencia Núm. II. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
71. Scott, G.E. 1967. Selecting for stability of yield in maize. Crop. Sci. 7 : 549 - 551.
72. Sprague, G.F. and Jenkins M.T. 1943. A comparison of synthetic varieties, multiple crosses, and double crosses in corns. J. Amer. Soc. Agron. 35 : 137 - 147.
73. Sprague, G.F., and Eberhart, S.A. 1977. Corn breeding. In : " Corn and corn improvement". Ed. Sprague, G.F. Madison, Wisconsin. Am. Soc. Agron. pp. 305 - 362.
74. Stafford, R.E. 1982. Yield stability of guard breeding lines and cultivars. Crop. Sci. 12 : 301 - 304.
75. Terrón Ibarra, A.D. 1986. Estabilidad de dosis recíprocas de germoplasma de maíz (Zea mays L.) tropical y de El Bajío para rendimiento de grano. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
76. Vázquez M., A. 1969. Influencia de las generaciones avanzadas de las cruza simples en el comportamiento de las cruza dobles de maíz tropical. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
77. Wellhausen, E.J. 1965. Exotic germplasm for improvement of Corn Belt maize. Proc. Annu. Hybrid Corn Ind. Res. Conf. 20:31 - 45.
78. Wood, T.J. 1976. The use of environmental variables in the interpretation of genotype-environment interaction. Heredity 37:92-96.
79. Yates, F., and W.G. Cochran. 1938. The analysis of groups of experiments. J. of Agric. Sci. 28 : 556 - 580.

7 . APENDICE

CUADRO A1 . CUADRADOS MEDIOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS CARACTERISTICAS EVALUADAS EN LOS EXPERIMENTOS BF1,BF2,TF1 y TF2 .1988.

Ambiente	FV	GL	REND (Ton/ha)	AR (%)	AT (%)	MAZPLA	MAZSA (%)	MAZDA (%)	FLORM (días)	FLORF (días)	ALTPLA (cm)	ALT MZ (cm)
BF1	R	3	4.6*		71.4	0.01047	78.7	93.9*	15.23*	13	1495	1005
	V	35	4.7*		71.5	0.03164	163.6*	29 *	35.12*	70.7*	438.4*	465*
	E	105	0.99		45.84	0.0090	30.7	8.9	2.6	6.6	201.2	270
	\bar{X}		8.07		9.0	0.982	24.3	23.1	70.8	72.9	266	164
	CV		12.33		75.2	9.64	22.8	12.9	2.3	3.5	5.33	10
	DMSH		2.55		17.4	0.2426	14.22	7.66	4.13	6.57	36.4	42
BF2	R	3	3.0 *	110	68.4	0.00666	208.6*	13.46	7.69*	7.1	583.9	176.6
	V	35	2.7 *	35	89.7	0.02097*	148.9*	42	12.36*	12.4*	542 *	650 *
	E	105	0.74	32	55	0.01061	42.2	16.3	2.84	2.6	192	296
	\bar{X}		5.1	4.3	10.4	0.91	15.1	29.9	74.8	76.6	245	151
	CV		16.9	134	71.4	11.32	43.1	13.5	2.3	2.1	5.7	11.4
	DMSH		2.2	14.4	19	0.26	16.7	10.4	4.3	4.1	35.6	44.1
TF1	R	3	15.1						2.9	1.9	1197 *	639 *
	V	35	2.8						14.7*	15.0*	1098 *	432 *
	E	105	2.05						2.42	2.6	177	193
	\bar{X}		5.3						71.9	74.1	240	130.4
	CV		27.1						2.2	2.2	5.5	10.7
	DMSH		3.7						4.0	4.1	34.1	35.6
TF2	R	3	31.4*									
	V	35	1.6*									
	E	105	0.63									
	\bar{X}		2.6									
	CV		30.7									
	DMSH		2.03									

FV = Fuente de variación; R= Repeticiones; V= Variedades; E = Error; \bar{X} = Media; CV=Coefficiente de variación; * = Significativo al 5 % de probabilidad.

CUADRO A 2. ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE MAZORCA
 EN CUATRO AMBIENTES DE LA ZONA CENTRO DE JALISCO. 1988.

Fuente de variación	GL	SC	SCM	Fc	Ft 0.05
AMBIENTES	3	2280.5828	760.1942	688.08**	2.62
TRATAMIENTOS	35	162.9595	4.6559	4.21**	1.46
TRAT. X AMB.	105	4032.6774	38.4064	34.76**	1.28
RESIDUAL	420	464.03	1.1048		

CUADRO A 3. PROMEDIO DE LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS CINCO HIBRIDOS ORIGINALES DE MAIZ, SUS CRUZAS Y SUS GENERACIONES AVANZADAS EVALUADAS EN LA ESTACION DUGAMOILIAS, DF1. 1988.

Núm. de tratam.	Variedad	REND. (ton/ha)	AT (%)	MAZPLA	MAZSA (%)	MAZDA (%)	FLORM (dias)	FLORF (dias)	ALTPLA (cm)	ALTMZ (cm)
12	B-840 x P-507(F1)	9.83	4	1.03	16	18	69	71	262	154
20	B-83 x H-311(F1)	9.77	6	0.95	28	13	69	71	269	177
36	JAL-4(MIRANDA 355)	9.37	3	1.03	57	7	68	70	273	187
34	B-83 (F3)	9.27	2	1.05	27	11	74	75	284	179
15	B-833 x P-507(F1)	9.23	5	1.03	14	13	69	72	266	144
14	B-840 x H-311(F1)	9.10	3	0.94	20	15	68	72	257	158
16	B-833 x B-83 (F1)	8.92	4	1.10	9	14	73	75	265	162
2	B-833 (F1)	8.89	1	1.17	16	12	77	78	278	181
13	B-840 x B-83 (F1)	8.88	1	1.13	10	13	73	74	279	173
9	B-83 (F2)	8.79	3	1.03	13	13	69	72	287	181
27	B-833 x H-311(F2)	8.61	6	0.98	24	14	72	74	273	176
19	P-507 x H-311(F1)	8.60	1	0.94	29	13	68	70	266	163
17	B-833 x H-311(F1)	8.53	1	0.97	17	13	71	74	269	163
1	B-840 (F1)	8.52	5	1.02	12	15	70	71	263	156
28	P-507 x B-83 (F2)	8.50	6	0.94	20	14	70	72	263	163
18	P-507 x B-83 (F1)	8.50	4	0.93	16	16	69	71	278	171
26	B-833 x B-83 (F2)	8.45	1	1.02	13	15	72	75	266	167
25	B-833 x P-507(F2)	8.29	1	1.04	20	14	73	75	262	161
4	B-83 (F1)	8.28	6	1.02	13	17	70	72	282	168
23	B-840 x B-83 (F2)	8.17	6	0.90	7	17	69	71	265	161
11	B-840 x B-833(F1)	8.10	2	1.15	25	16	70	71	264	149
30	B-83 x H-311(F2)	8.00	3	1.07	11	15	69	72	269	150
29	P-507 x H-311(F2)	7.99	1	0.90	20	17	68	71	268	164
21	B-840 x B-833(F2)	7.94	7	1.06	13	14	73	74	276	163
5	H-311 (F1)	7.90	9	1.21	13	15	69	70	256	158
3	P-507 (F1)	7.78	2	1.02	32	14	72	74	262	157
24	B-840 x H-311(F2)	7.76	6	0.90	24	16	69	70	263	158
22	B-840 x P-507(F2)	7.67	4	0.93	14	23	69	71	280	170
7	B-833 (F2)	7.32	2	1.09	14	14	77	79	271	182
32	B-833 (F3)	7.02	1	1.10	15	14	81	82	263	170
31	B-840 (F3)	6.38	13	1.04	9	21	71	73	252	158
6	B-840 (F2)	6.38	10	0.96	9	20	71	73	252	153
8	P-507 (F2)	6.19	3	0.84	16	24	73	75	249	151
35	H-311 (F3)	6.02	3	0.91	21	19	69	72	245	156
10	H-311 (F2)	5.84	4	0.77	16	23	70	72	252	153
33	P-507 (F3)	5.53	3	1.17	12	21	71	73	248	151
	Media general	8.06	4	1.0	18	16	71	73	266	164
	Coefficiente de variación(%)	12.63	75.23	9.64	22.84	12.94	2.28	3.51	5.33	10
	DMISH 0.05	2.55	17.37	0.243	14.2	7.7	4.13	6.6	36.4	42.12

ESTADÍSTICA DE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS CINCO HÍBRIDOS ORIGINALES DE MAÍZ, SUS CRUZAS Y SUS GENERACIONES AVANZADAS EVALUADAS EN BUGAMBILIAS, B.F. 1988.

Núm. de tratam.	Variedad	REND. (ton/ha)	AR (%)	AT (%)	MAZPLA	MAZSA (%)	MAZDA (%)	FLORM (días)	FLORF (días)	ALTPLA (cm)	ALTI (cm)
36	JAL-4(MIRANDA-355)	6.64	1	6	0.97	36	11	73	75	255	163
18	P-507 X B-83 (F1)	6.59	1	4	0.95	17	19	74	77	256	152
23	B-840 X B-83 (F2)	6.03	4	5	0.92	5	23	74	75	241	146
26	B-833 X B-83 (F2)	5.98	1	3	1.00	7	24	76	78	260	165
20	B-83 X H-311(F1)	5.95	1	3	0.88	9	22	72	74	256	163
15	B-833 X P-507(F1)	5.79	2	1	0.93	17	19	77	78	252	153
12	B-840 X P-507(F1)	5.77	0	9	0.95	5	26	74	77	268	169
34	B-83 (F3)	5.70	5	3	1.0	9	23	74	76	254	161
25	B-833 X P-507(F2)	5.63	1	5	1.06	9	22	76	78	245	144
27	B-833 X H-311(F2)	5.59	1	2	0.92	10	20	76	77	259	149
17	B-833 X H-311(F1)	5.59	1	2	0.92	7	20	75	77	254	168
13	B-840 X B-83 (F1)	5.59	1	8	1.07	10	23	77	79	257	153
19	P-507 X H-311(F1)	5.57	1	2	0.86	5	23	74	76	246	152
28	P-507 X B-83 (F2)	5.56	1	3	0.94	18	18	75	76	249	159
16	B-833 X B-83 (F1)	5.39	1	4	0.95	13	24	77	79	254	158
4	B-83 (F1)	5.29	2	6	0.82	3	27	73	74	242	159
21	B-840 X B-833(F2)	5.28	1	4	0.98	11	27	72	78	253	156
30	B-83 X H-311(F2)	5.17	1	4	0.94	5	24	72	75	242	150
9	B-83 (F2)	5.16	3	4	0.95	5	27	74	76	263	169
29	P-507 X H-311(F2)	5.16	1	2	0.88	5	26	74	76	234	143
5	H-311 (F1)	5.09	1	5	0.85	7	26	72	74	229	134
1	B-840 (F1)	4.98	5	10	0.82	7	27	75	77	229	131
11	B-840 X B-833(F1)	4.92	2	3	1.00	10	27	74	75	248	151
2	B-833 F1)	4.92	1	2	1.00	2	23	78	80	264	178
22	B-840 X P-507(F2)	4.92	3	6	0.83	8	25	75	78	231	138
14	B-840 X H-311(F1)	4.83	1	12	0.84	9	24	73	75	233	132
7	B-833 (F2)	4.83	3	2	0.92	3	29	80	82	242	167
24	B-840 X H-311(F2)	4.57	1	17	0.76	4	31	74	75	239	140
32	B-833 (F3)	4.55	0	3	0.92	9	23	78	80	244	160
3	P-507 (F1)	4.38	2	3	0.92	6	35	75	77	240	146
6	B-840 (F2)	4.21	2	10	0.84	2	25	76	77	223	131
31	B-840 (F3)	3.79	5	8	0.88	6	31	75	77	226	141
33	P-507 (F3)	3.73	1	1	0.80	3	31	76	78	240	154
35	H-311 (F3)	3.69	1	3	0.85	7	30	73	74	234	124
10	H-311 (F2)	3.40	0	8	0.81	2	33	73	75	230	139
8	P-507 (F2)	3.28	1	8	0.74	8	32	76	78	235	144
Media general		5.1	1.64	5	1	8.31	25	75	77	245	151
Coeficiente de variación (%)		16.87	132.44	71.40	11.32	43.11	13.51	2.25	2.10	5.66	11.38
DMSH 0.05		2.21	14.44	19.03	0.2642	16.66	10.35	4.32	4.12	35.55	44.11

CUADRO A 2. PROMEDIO DE LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS CINCO HIBRIDOS ORIGINALES DE MAIZ, SUS CRUZAS Y SUS GENERACIONES AVANZADAS EVALUADAS EN TLAJOMULCO, T.F. 1968.

Núm. de tratam.	Variedad	REND. (ton/ha)	FLORM (días)	FLORF (días)	ALTPLA (cm)	ALTMZ (cm)
36	JAL-4(MIRANDA-355)	6.85	70	73	246	137
21	B-840 X B-833(F2)	6.46	75	78	255	149
23	B-840 X B-83 (F2)	6.46	71	72	234	121
29	P-507 X H-311(F2)	6.27	71	73	234	134
30	B-83 X H-311(F2)	6.26	71	73	239	130
1	B-840 (F1)	6.21	72	75	241	127
17	B-833 x H-311(F1)	6.12	73	76	237	135
6	B-840 (F2)	6.02	71	73	228	120
18	P-507 X B-83 (F1)	5.99	71	74	224	122
15	B-833 X P-507(F1)	5.88	74	76	246	133
20	B-83 X H-311(F1)	5.88	69	71	243	136
2	B-833 (F1)	5.84	76	78	268	157
14	B-840 X H-311(F1)	5.83	71	72	252	142
31	B-840 (F3)	5.60	72	73	229	117
34	B-83 (F3)	5.60	71	74	249	138
12	B-840 X P-507(F1)	5.59	73	75	242	114
28	P-507 X B-83 (F2)	5.57	71	73	236	121
25	B-833 X P-507(F2)	5.57	74	75	244	137
24	B-840 X H-311(F2)	5.49	70	74	245	130
26	B-833 X B-83 (F2)	5.42	73	75	237	141
16	B-833 X B-83 (F1)	5.30	74	76	253	141
22	B-840 X P-507(F2)	5.26	72	75	238	115
27	B-833 X H-311(F2)	5.14	74	76	238	139
11	B-840 X B-833(F1)	5.11	71	72	234	118
9	B-83 (F2)	4.88	70	71	253	138
32	B-833(F3)	4.71	74	76	245	130
13	B-840 X B-83 (F1)	4.49	76	78	246	138
35	H-311 (F3)	4.40	70	73	223	116
4	B-83 (F1)	4.38	70	72	238	126
19	P-507 X H-311(F1)	4.38	70	72	237	135
7	B-833 (F2)	4.21	75	77	248	138
8	P-507 (F2)	4.17	73	75	217	120
5	H-311 (F1)	4.14	70	74	241	130
3	P-507 (F1)	4.08	74	76	234	119
33	P-507 (F3)	3.80	73	75	227	116
10	H-311 (F2)	3.78	71	73	236	116
Media general		5.31	72	74	240	130
Coefficiente de variación (%)		27.0	2.16	2.16	5.54	10.65
DMSH 0.05		3.67	3.99	4.11	34.099	35.63

Nota:
En este experimento no se midieron acame de raíz, acame de tallo, mazorcas cosechadas, mazorcas sanas, y mazorcas dañadas; tampoco se midió el porcentaje de humedad.

CUADRO A 6. PROMEDIO DE LAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS CINCO HIBRIDOS ORIGINALES DE MAIZ, SUS CRUZAS Y SUS GENERACIONES AVANZADAS EVALUADAS EN TLAJOMULCO, JALISCO, T.F. 1988.

Núm. de tratam.	Variedad	RENDIMIENTO (ton/ha)
36	JAL-4 (MIRANDA 355)	4.12
13	B-840 x B-83 (F1)	4.09
19	P-507 x H-311 (F1)	3.42
21	B-840 x B-833 (F2)	3.35
5	H-311 (F1)	3.30
2	B-833 (F1)	3.18
30	B-83 x H-311 (F2)	3.09
4	B-83 (F1)	2.96
16	B-833 x B-83 (F1)	2.87
20	B-83 x H-311 (F1)	2.86
3	P-507 (F1)	2.85
11	B-840 x B-833 (F1)	2.82
23	B-840 x B-83 (F2)	2.74
18	P-507 x B-83 (F1)	2.68
34	B-83 (F3)	2.66
14	B-840 x H-311 (F1)	2.63
32	B-833 (F3)	2.62
9	B-83 (F2)	2.61
27	B-833 x H-311 (F2)	2.60
24	B-840 x H-311 (F2)	2.54
26	B-833 x B-83 (F2)	2.54
1	B-840 (F1)	2.44
12	B-840 x P-507 (F1)	2.44
7	B-833 (F2)	2.32
15	B-833 x P-507 (F1)	2.26
25	B-833 x P-507 (F2)	2.26
29	P-507 x H-311 (F2)	2.25
31	B-840 (F3)	2.12
22	B-840 x P-507 (F2)	2.08
17	B-833 x H-311 (F1)	2.00
6	B-840 (F2)	1.95
33	P-507 (F3)	1.91
28	P-507 x B-83 (F2)	1.80
35	H-311 (F3)	1.75
10	H-311 (F2)	1.74
8	P-507 (F2)	1.24
Media general		2.59

Nota : El coeficiente de variación en este ambiente fue de 30.71 % y la DMSH 0.05 fue de 2.037

CUADRO A 7. RENDIMIENTO DE MAZORCA EN TONELADAS POR HECTÁREA DE LOS CINCO HÍBRIDOS ORIGINALES Y SUS CRUZAS EN EL AMBIENTE BF1. 1988.

H í b r i d o	O r i g i n a l				C r u z a			
	F1	F2	F3	\bar{X}	F1	F2	\bar{X}	$\frac{F_1}{\bar{X}}$
B-840	8.52	6.38	6.38	7.09	8.98	7.89	8.44	7.77
B-833	8.89	7.32	7.02	7.74	8.70	8.32	8.51	8.13
B-83	8.28	8.79	9.27	8.78	9.02	8.28	8.65	8.72
P-507	7.78	6.19	5.53	6.5	9.04	8.11	8.58	7.54
H-311	7.90	5.84	6.02	6.59	9.0	8.09	8.55	7.58
\bar{X}	8.27	6.90	6.84	7.34	8.95	8.14	8.55	7.95

CUADRO A B . RENDIMIENTO DE MAZORCA EN TONELADAS POR HECTAREA DE LOS CINCO HIBRIDOS ORIGINALES Y SUS CRUZAS EN EL AMBIENTE BF2 .1988.

H í b r i d o	O r i g i n a l				C r u z a			
	F1	F2	F3	\bar{X}	F1	F2	\bar{X}	$\bar{\bar{X}}$
B - 840	4.98	4.21	3.79	4.33	5.28	5.20	5.24	4.79
B - 833	4.92	4.83	4.55	4.77	5.42	5.62	5.52	5.15
B - 83	5.29	5.16	5.70	5.38	5.88	5.69	5.79	5.59
P - 507	4.38	3.28	3.73	3.80	5.93	5.32	5.63	4.72
H - 311	5.09	3.40	3.69	4.06	5.49	5.12	5.31	4.67
\bar{X}	4.93	4.18	4.29	4.47	5.60	5.39	5.50	4.98

CUADRO A9 . RENDIMIENTO DE MAZORCA EN TONELADAS POR HECTAREA DE LOS CINCO HIBRIDOS ORIGINALES Y SUS CRUZAS EN EL AMBIENTE TF2. 1988.

H í b r i d o	O r i g i n a l				C r u z a			
	F1	F2	F3	\bar{X}	F1	F2	\bar{X}	$\bar{\bar{X}}$
B - 840	2.44	1.95	2.12	2.17	3.0	2.68	2.84	2.51
B - 833	3.18	2.32	2.62	2.71	2.49	2.69	2.59	2.65
B - 83	2.96	2.61	2.66	2.74	3.13	2.54	2.84	2.79
P - 507	2.85	1.24	1.91	2.0	2.70	2.10	2.40	2.20
H - 311	3.30	1.74	1.75	2.26	2.72	2.62	2.67	2.47
\bar{X}	2.95	1.97	2.21	2.38	2.81	2.53	2.67	2.52

CUADRO A¹⁰. RENDIMIENTO DE MAZORCA EN TONELADAS POR HECTAREA DE LOS CINCO HIBRIDOS ORIGINALES Y SUS CRUZAS EN EL AMBIENTE TF1. 1988.

H í b r i d o	O r i g i n a l				C r u z a			
	F1	F2	F3	\bar{X}	F1	F2	\bar{X}	$\bar{\bar{X}}$
B - 840	6.21	6.02	5.60	5.94	5.26	5.92	5.59	5.77
B - 833	5.84	4.21	4.71	4.92	5.60	5.65	5.63	5.28
B - 83	4.38	4.88	5.60	4.95	5.42	5.93	5.68	5.32
P - 507	4.08	4.17	3.80	4.02	5.46	5.67	5.57	4.80
H - 311	4.14	3.78	4.40	4.11	5.55	5.79	5.67	4.89
\bar{X}	4.93	4.61	4.82	4.79	5.46	5.79	5.63	5.21

CUADRO A11. ANALISIS DE VARIANZA PARA CALCULAR LOS PARAMETROS DE ESTABILIDAD (b_1 y Sd_1^2) CON BASE EN EL METODO DE EBERHART Y RUSSELL.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	F _E 0.05
Total	143	646.34			
Variedades(V)	35	68.28	1.95	6.32**	1.59
Ambientes (A)	3	578.05			
Var. x Amb.	105				
Amb. (lineal)	1	0.416			
Var. x Amb.(lin)	35	555.42	15.87	51.43**	1.59
Desv. Fond.	72	22.22	0.308	1.12NS	1.47
Variedad 1	2	0.564	0.282	1.02	
Variedad 2	2	0.635	0.317	1.15	
Variedad 3	2	1.064	0.532	1.93*	
Variedad 4	2	1.070	0.535	1.94*	
Variedad 5	2	1.418	0.709	2.57**	
Variedad 6	2	2.409	1.205	4.36**	
Variedad 7	2	0.398	0.199	0.72	
Variedad 8	2	0.258	0.129	0.47	
Variedad 9	2	0.612	0.306	1.11	
Variedad 10	2	0.037	0.018	0.07	
Variedad 11	2	0.112	0.056	0.20	
Variedad 12	2	0.195	0.098	0.35	
Variedad 13	2	2.572	1.286	4.66**	
Variedad 14	2	0.433	0.217	0.78	
Variedad 15	2	0.077	0.039	0.14	
Variedad 16	2	0.227	0.114	0.41	
Variedad 17	2	0.574	0.287	1.04	
Variedad 18	2	1.027	0.513	1.86*	
Variedad 19	2	1.816	0.908	3.29**	
Variedad 20	2	0.117	0.059	0.21	
Variedad 21	2	0.609	0.304	1.10	
Variedad 22	2	0.123	0.062	0.22	
Variedad 23	2	0.844	0.422	1.53*	
Variedad 24	2	0.257	0.129	0.47	
Variedad 25	2	0.254	0.127	0.46	
Variedad 26	2	0.424	0.212	0.77	
Variedad 27	2	0.246	0.123	0.44	
Variedad 28	2	0.349	0.175	0.63	
Variedad 29	2	0.915	0.458	1.66*	
Variedad 30	2	0.482	0.241	0.87	
Variedad 31	2	1.642	0.821	2.97**	
Variedad 32	2	0.009	0.005	0.02	
Variedad 33	2	0.019	0.009	0.03	
Variedad 34	2	0.093	0.047	0.17	
Variedad 35	2	0.213	0.107	0.39	
Variedad 36	2	0.013	0.007	0.02	
Error ponderado	420		0.2762		

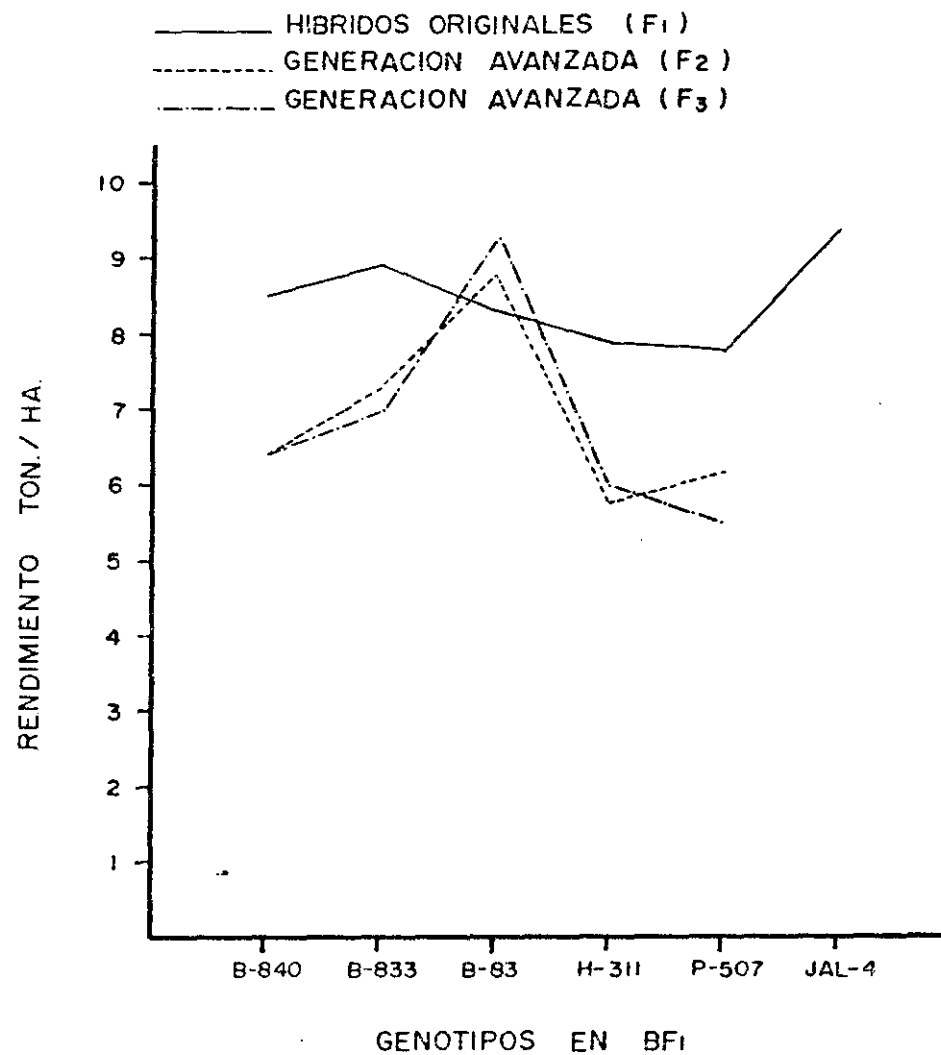


Figura A1. Comportamiento de los híbridos originales y sus generaciones avanzadas (F2 y F3) en el ambiente BF1.1988.

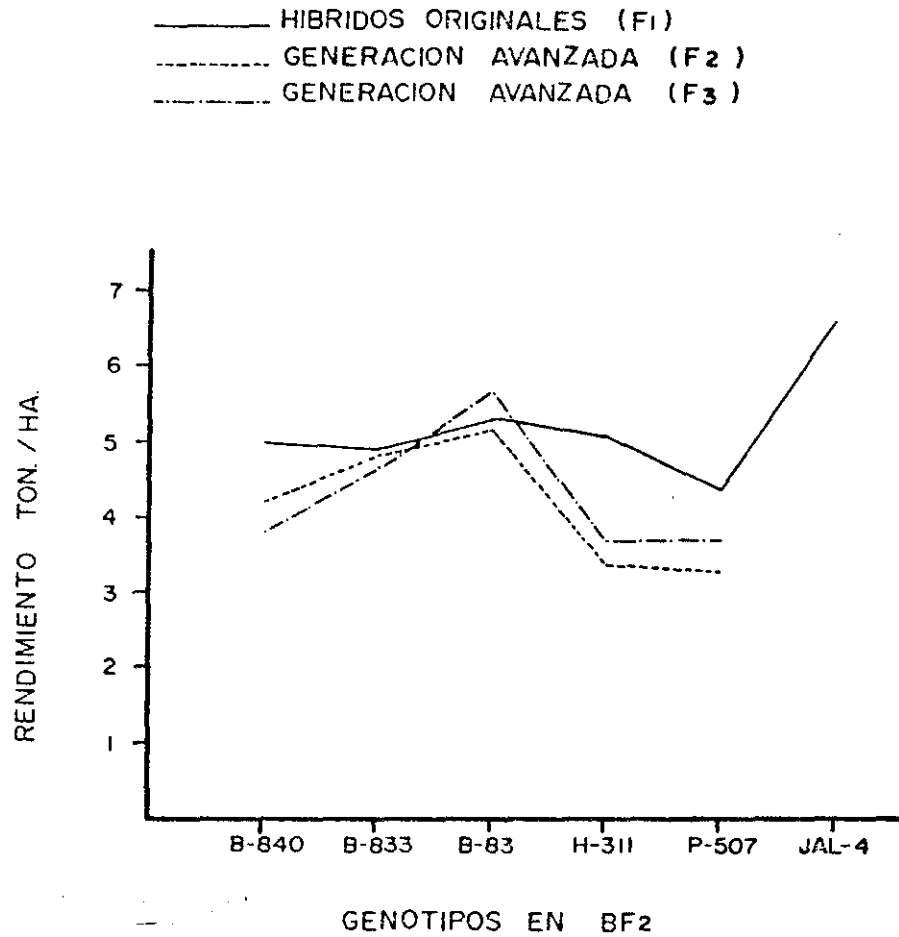


Figura A2. Comportamiento de los híbridos originales y sus generaciones avanzadas (F₂ y F₃) en el ambiente BF2.1988.

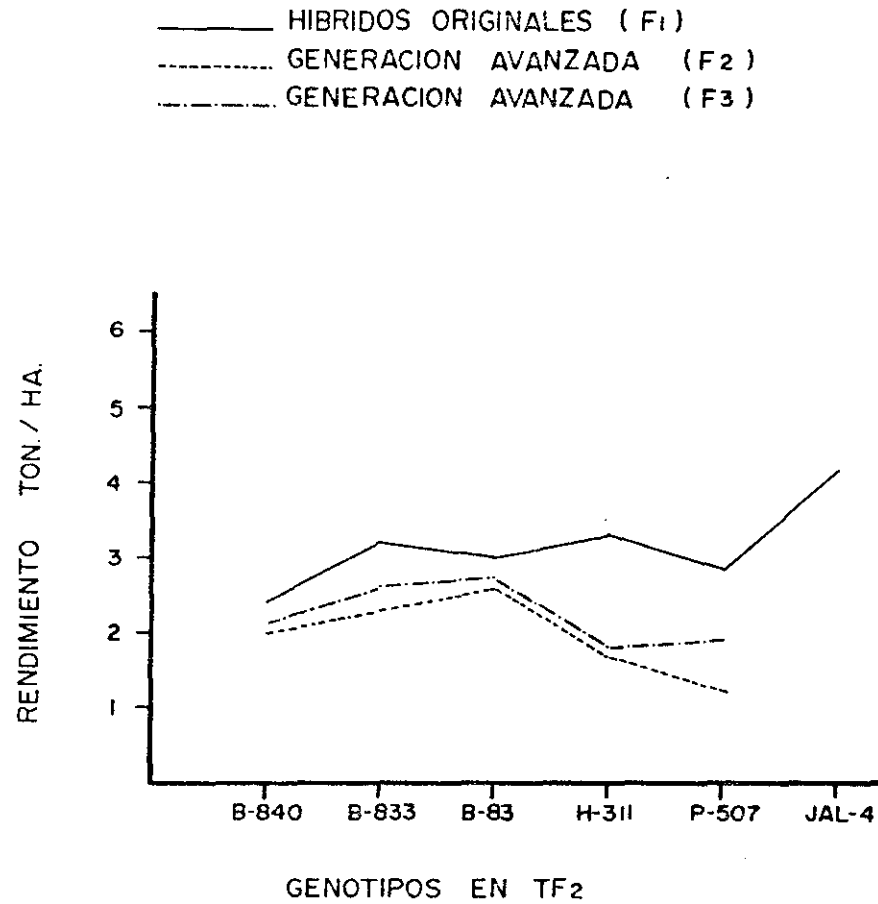


Figura A3. Comportamiento de los híbridos originales y sus generaciones avanzadas (F₂ y F₃) en el ambiente TF₂.

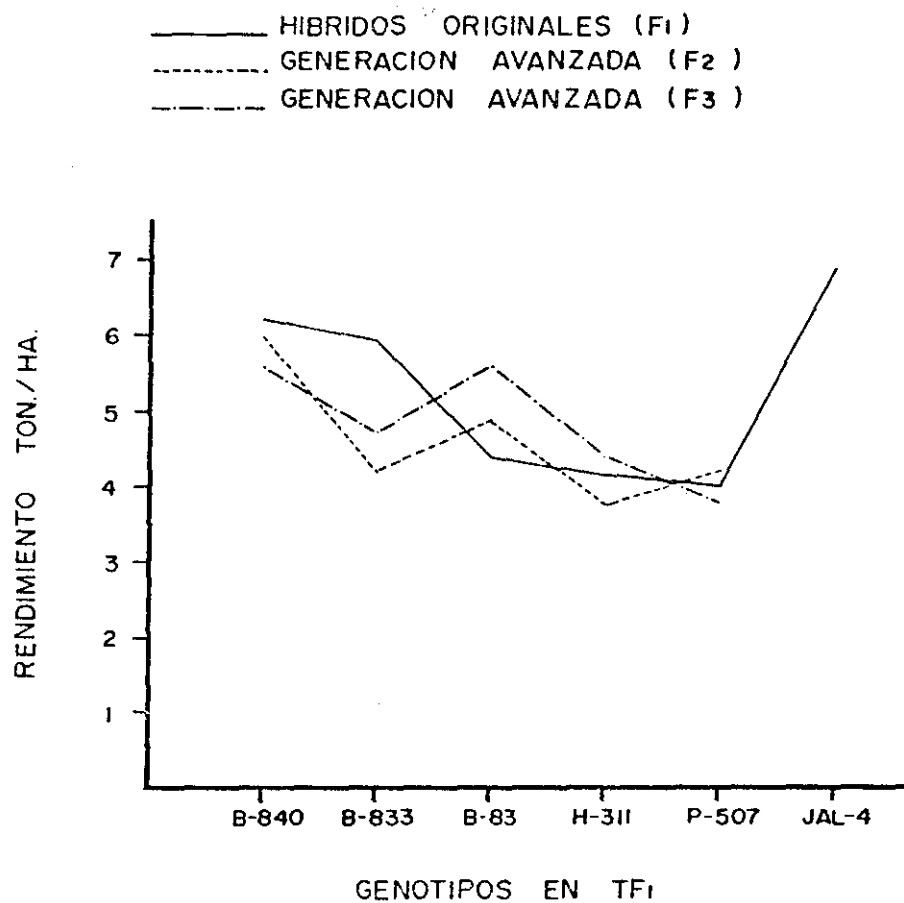


Figura A4. Comportamiento de los híbridos originales y sus generaciones avanzadas (F₂ y F₃) en el ambiente TF1.1988.

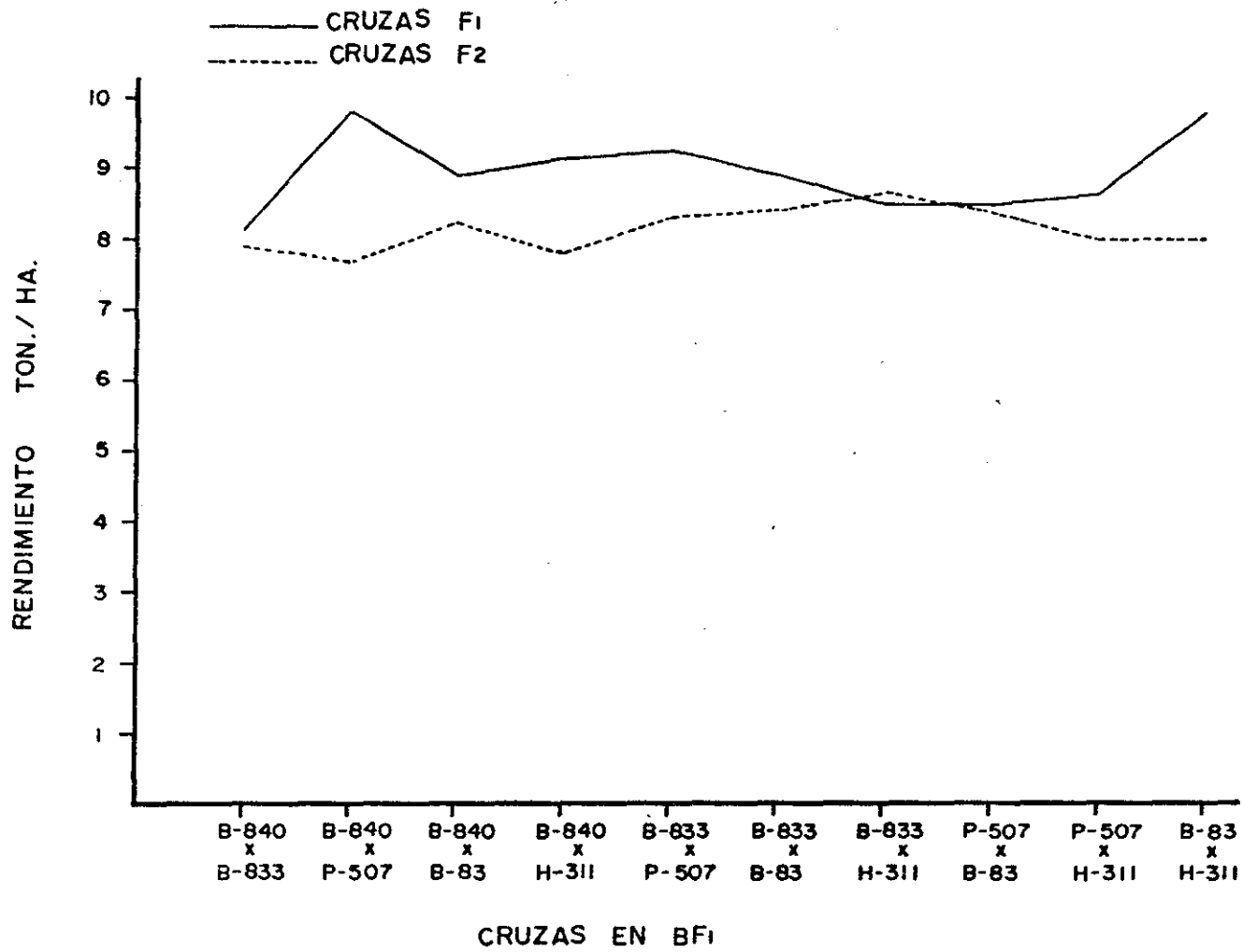


Figura A5. Comportamiento de las cruces F1 y F2 en el ambiente BF1.1988.

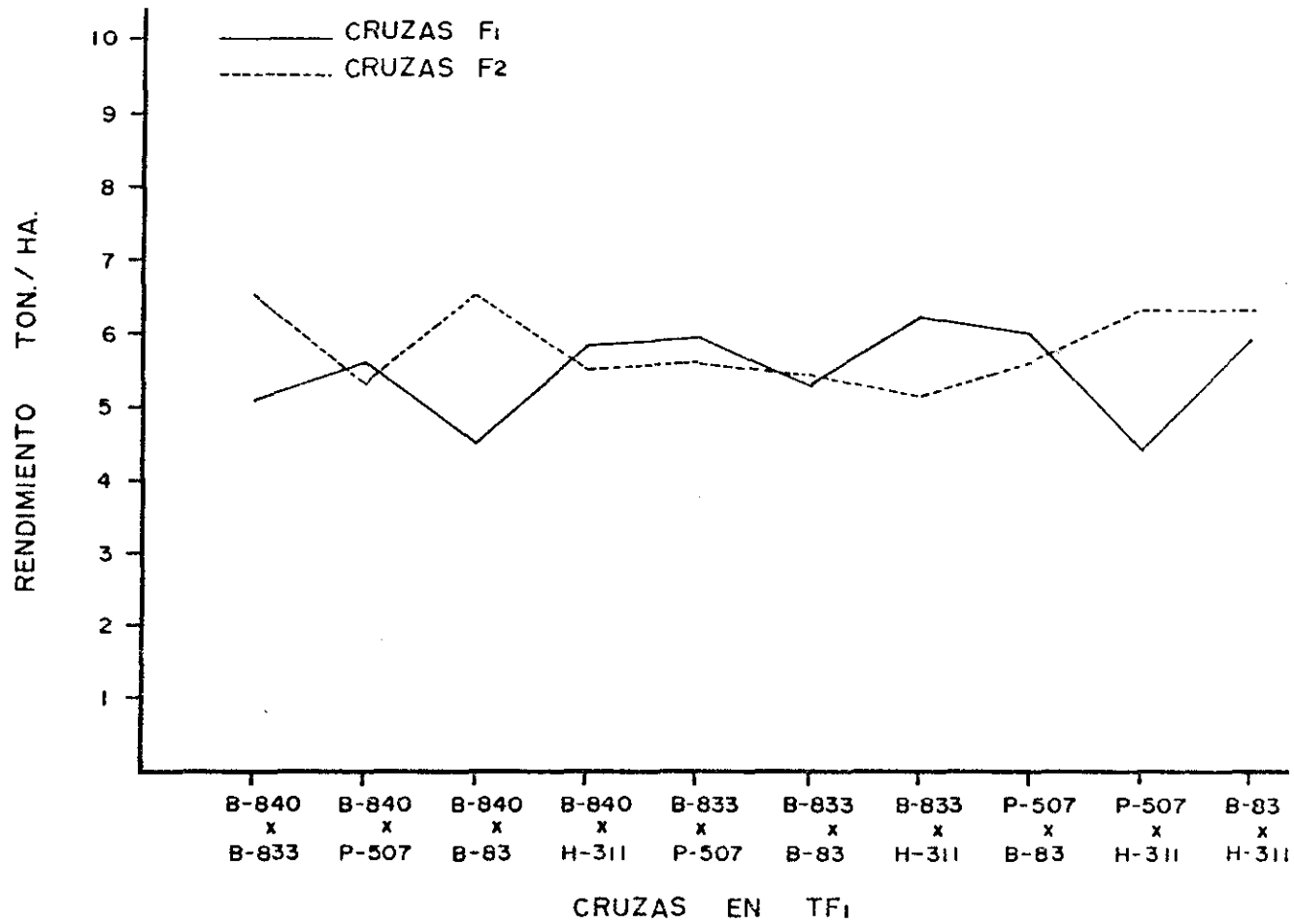


Figura A6 Comportamiento de las cruzas F₁ y F₂ en el ambiente TF₁.1988.

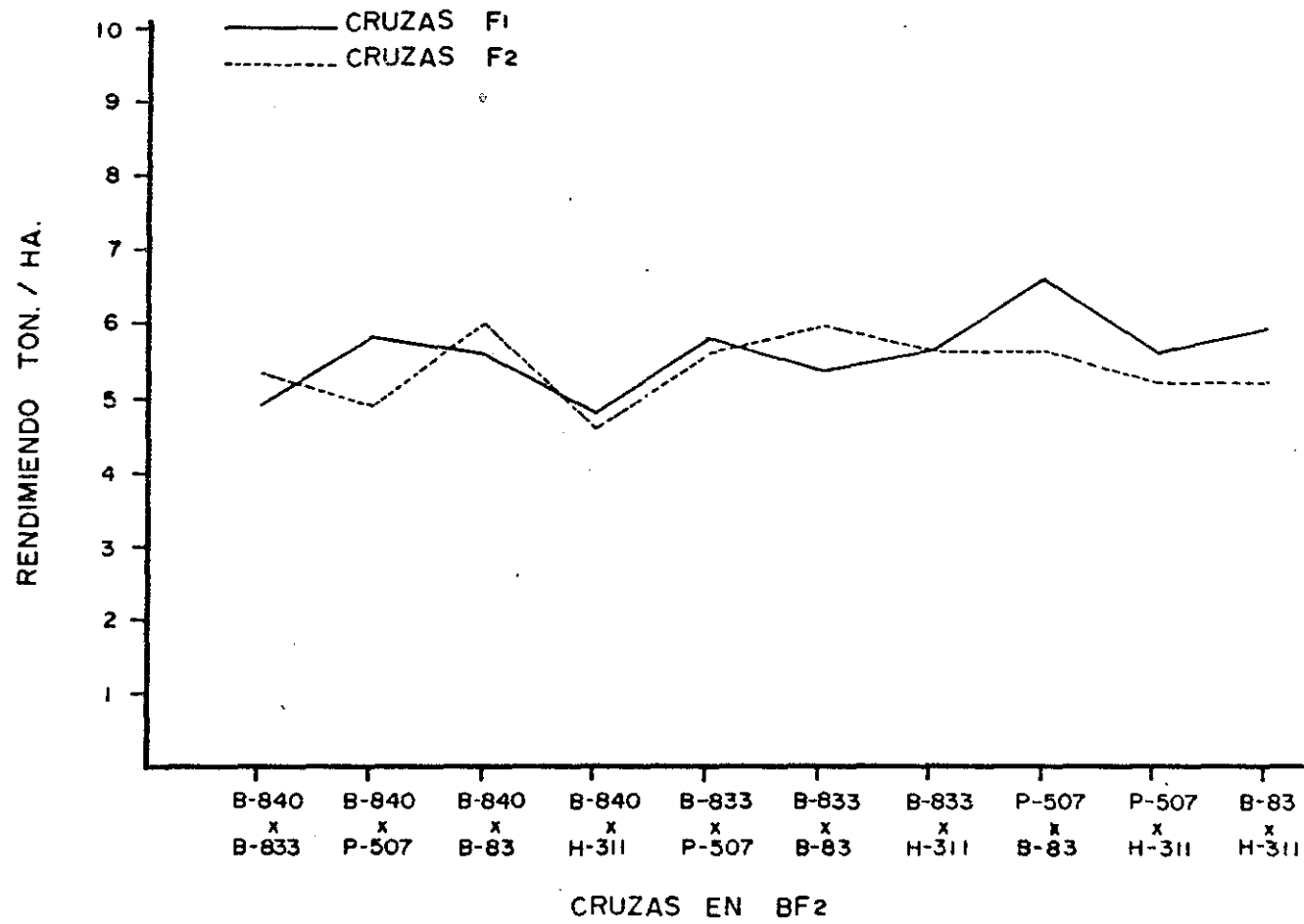


Figura A7. Comportamiento de las cruces F1 y F2 en el ambiente BF2. 1988.

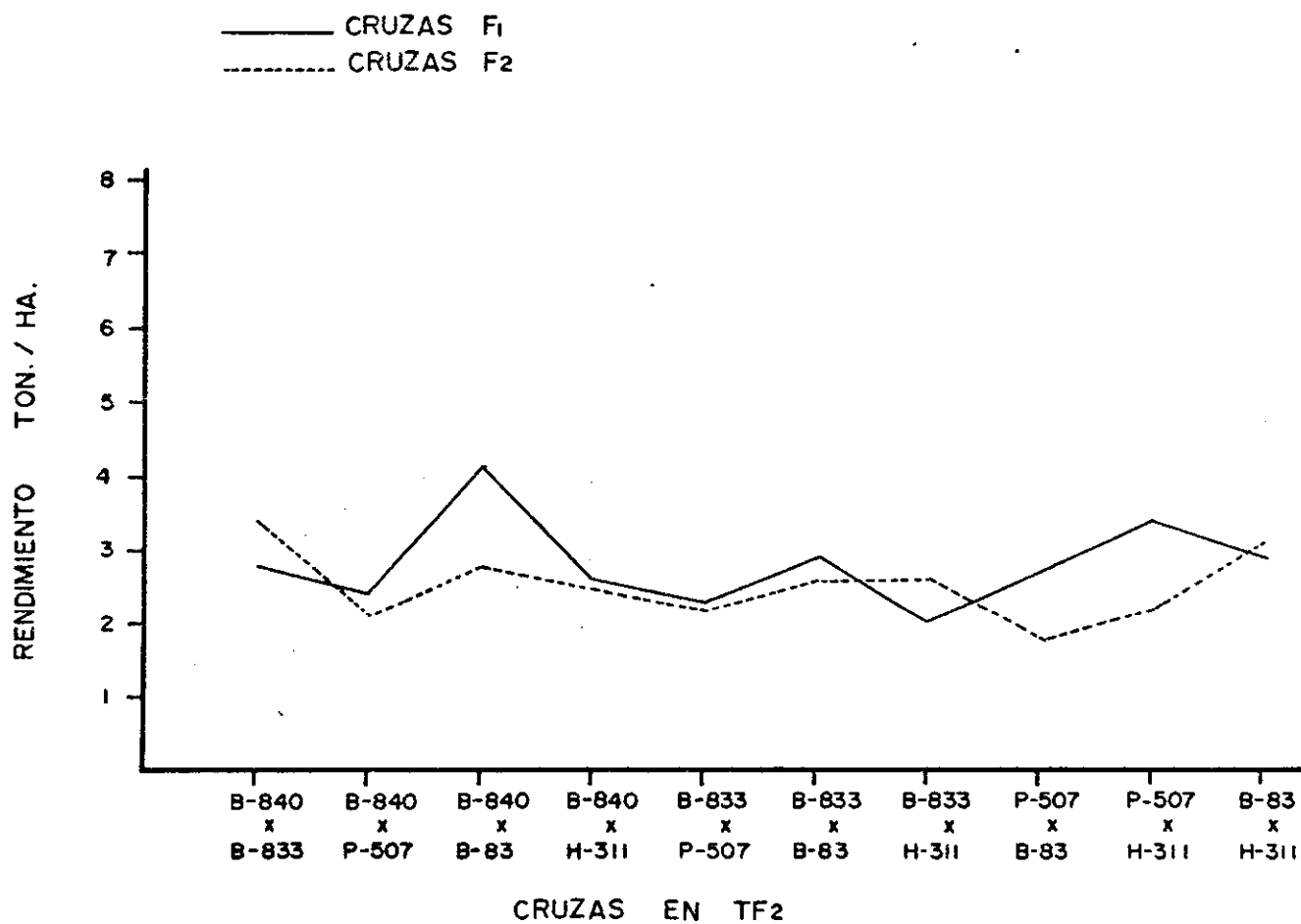


Figura AB. Comportamiento de las cruzas F₁ y F₂ en el ambiente TF₂.1988.