
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE GRADUADOS

GUADALAJARA, JALISCO



CARACTERIZACION DE LINEAS Y CRUZAS
DE MAIZ Y SU COMPORTAMIENTO
AGRONOMICO EN TEMPORAL

GERARDO BALDEFRAS PALACIOS

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO

PARCIAL PARA OBTENER EL

GRADO DE :

MAESTRO EN CIENCIAS

EN

MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

1991

TESIS DE MAESTRIA EN CIENCIAS

CARACTERIZACION DE LINEAS Y CRUZAS
DE MAIZ Y SU COMPORTAMIENTO
AGRONOMICO EN TEMPORAL

GERARDO BALDERAS PALACIOS

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE GRADUADOS
Guadalajara, Jalisco.

1991

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE GRADUADOS
Guadalajara, Jalisco.

CARACTERIZACION DE LINEAS Y CRUZAS
DE MAIZ Y SU COMPORTAMIENTO
AGRONOMICO EN TEMPORAL

GERARDO BALDERAS PALACIOS

T E S I S

Presentada como requisito
parcial para obtener el
grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

en

MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

1991

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

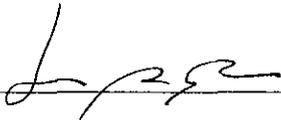
MAESTRO EN CIENCIAS

EN

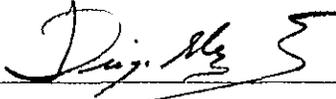
MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

CONSEJO PARTICULAR

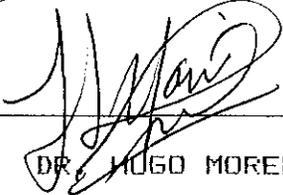
DIRECTOR: _____


DR. JOSE RON PARRA

ASESOR: _____


DR. DIEGO R. GONZALEZ EGUIARTE

ASESOR: _____


DR. HUGO MORENO GARCIA

Guadalajara, Jalisco. México, Julio 1991.



AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias por haberme dado la oportunidad y el apoyo necesario para continuar mi superación profesional.

A la Universidad de Guadalajara, por la oportunidad de realizar mis estudios de postgrado.

Al Dr. José Ron Parra, por su incansable dirección en el desarrollo del presente trabajo y su apoyo constante durante mi programa de maestría.

Al Dr. Diego R. González Eguiarte, por sus valiosos conocimientos y minuciosa revisión del presente estudio.

Al Dr. Hugo Moreno García por sus valiosas sugerencias y revisión del presente trabajo.

Al personal de la Unidad de Biometría del CIFAP-MEX, especialmente al Ing. M.C. Jorge Ortega A. por su colaboración en el desarrollo de los análisis estadísticos de este estudio.

Al Campo Experimental Forestal y Agropecuario "Zapopan" perteneciente al CIFAP-JALISCO del INIFAP, por su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. M.C. José Luis Ramírez Díaz, por su valioso asesoramiento en las etapas iniciales del presente estudio.

A los Ingenieros Lino de la Cruz Larios y Luis Hernández Arévalos quienes colaboraron en los trabajos de campo del presente estudio.

Al Ing. Antonio Alvarez González, Coordinador de la Maestría de Manejo de Areas de Temporal.

A la Pas. de Ing. Adriana Flores Nava, por su excelente trabajo mecanográfico.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en este trabajo que hoy concluye.

DEDICATORIA

- A mi madre: Rafaela Palacios, por su honestidad y energía de hacer frente a la vida.
- A mi esposa: Ma. Guadalupe, por su cariño y apoyo, todo mi amor.
- A mi hija: Monserrat Ariday, porque has estado siendo el motivo de superación familiar.
- A la memoria de mi cuñada: Ma. del Carmen y de mi hermana Martha.
- A mis hermanos, cuñados y sobrinos: A quienes respeto, admiro y amo.
- A mis suegros: Darío y Ma. Guadalupe, lindas personas de quienes he recibido cariñosas pruebas de apoyo incondicional.
- A las familias Mora Alba y Martínez Morales: Porque fueron participes en el logro de esta meta.
- A mis compañeros y amigos: Por los momentos que hemos pasado juntos en esta etapa de mi vida.

A DIOS

C O N T E N I D O

	Pàg.
INDICE DE CUADROS-----	ix
INDICE DE FIGURAS-----	xi
RESUMEN-----	xiii
I. INTRODUCCION-----	1
II. REVISION DE LITERATURA-----	4
2.1 Productividad-----	4
2.2 Mejoramiento Genético-----	6
2.3 Componentes de Rendimiento-----	8
2.3.1 Densidad de Población y Hojas por planta-----	10
2.3.2 Altura de planta y Prolificidad-----	12
2.3.3 Periodo de Llenado de Grano y Tamaño de Espiga-----	15
2.3.4 Índice de Area Foliar-----	19
2.4 Hibridación-----	19
2.4.1 Autofecundación-----	20
2.4.2 Heterosis-----	24
2.4.3 Cruzas Simples-----	28
2.5 Calidad de la Semilla-----	31
III. MATERIALES Y METODOS-----	35
3.1 Características de la Zona-----	35
3.2 Material Genético-----	36
3.3 Diseño Experimental y Tratamientos-----	42
3.4 Prácticas de Campo-----	43

3.5 Caracteres Medidos-----	45
3.6 Análisis Estadístico-----	52
3.6.1 Análisis de Varianza-----	52
3.6.2 Comparación de Medias-----	55
3.6.3 Correlaciones-----	56
IV. RESULTADOS Y DISCUSION-----	58
4.1 Líneas Tardías Avanzadas-----	58
4.1.1 Rendimiento-----	60
4.1.2 Sobrevivencia de Plantas-----	63
4.1.3 Mazorcas por Planta-----	65
4.1.4 Altura, Sanidad y Acame-----	69
4.1.5 Días a Floración Masculina y Fem.--	71
4.1.6 Área Foliar, Espiga y Número de Hojas-----	72
4.1.7 Calidad de la Semilla-----	74
4.1.8 Correlaciones entre Caracteres-----	76
4.2 Cruzas entre Líneas Tardías Avanzadas-----	81
4.2.1 Rendimiento-----	81
4.2.2 Mazorcas por Planta y Granos por Metro Cuadrado-----	86
4.2.3 Altura, Sanidad y Acame-----	88
4.2.4 Días a Floración Masculina y Femenina-----	90
4.2.5 Calidad de la Semilla-----	91
4.2.6 Líneas y Cruzas Tardías Sobresalientes-----	94

4.3 Líneas Intermedias Avanzadas-----	100
4.3.1 Rendimiento-----	103
4.3.2 Sobrevivencia de Plantas-----	105
4.3.3 Mazorcas por Planta-----	107
4.3.4 Altura, Sanidad y Acame-----	108
4.3.5 Días a Floración Masculina y Femenina-----	110
4.3.6 Área Foliar, Espiga y Número de Hojas-----	111
4.3.7 Calidad de la Semilla-----	113
4.3.8 Correlaciones entre Caracteres-----	116
4.4 Cruzas entre Líneas Intermedias Avanzadas--	119
4.4.1 Rendimiento-----	121
4.4.2 Mazorcas por Planta y Granos por Metro Cuadrado-----	124
4.4.3 Altura, Sanidad y Acame-----	127
4.4.4 Días a Floración Masculina y Femenina-----	129
4.4.5 Calidad de la Semilla-----	120
4.4.6 Líneas y Cruzas Intermedias Sobresalientes-----	132
4.4.7 Correlaciones entre Caracteres-----	134
V. CONCLUSIONES-----	139
VI. BIBLIOGRAFIA-----	143

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Lineas intermedias avanzadas de la Región Centro (Bajío).-----	38
2	Lineas tardias avanzadas de la Región Centro (Bajío).-----	39
3	Cruzas simples entre lineas intermedias avanzadas de la Región Centro (Bajío).-----	40
4	Cruzas simples entre lineas tardias avanzadas de la Región Centro (Bajío).-----	41
5	Genotipos usados como testigos en las cruzas intermedias y tardias, con su tipo de craza, origen e institución a la que pertenecen.-----	42
6	Análisis de varianza para el diseño bloques completos al azar.-----	54
7	Análisis de varianza para látices.-----	55
8	Resultados de la evaluación de lineas tardias avanzadas.-----	59
9	Correlaciones fenotipicas entre caracteres de las lineas tardias avanzadas de la Región Centro.-----	78
10	Resultados de la evaluación de las cruzas simples entre lineas tardias para la región Centro.-----	82

11	Porcentajes de granos planos y bolas (PG, FM, CH, BM Y BC) para algunos de los genotipos estudiados.-----	93
12	Resultados de la evaluación de las líneas intermedias avanzadas de la Región Centro.-----	102
13	Correlaciones fenotípicas entre caracteres de las líneas intermedias avanzadas de la Región Centro.-----	117
14	Resultados de la evaluación de las cruzas simples entre líneas intermedias para la Región Centro.-----	120
15	Porcentajes de granos planos y bolas (PG, FM, CH, BM Y BC) para algunas cruzas intermedias.-	131
16	Correlaciones fenotípicas entre caracteres de cruzas simples intermedias de la Región Centro.-----	135

INDICE DE FIGURAS

Figura		Fág.
1	Medias de rendimiento para cada una de las líneas tardías avanzadas, p-v 1989.-----	61
2	Rendimiento promedio de cada línea por población.-----	62
3	Sobrevivencia de plantas en líneas que rindieron bien contra líneas que presentaron los más bajos rendimientos.-----	64
4	Mazorcas por planta de líneas que tuvieron buen rendimiento contra líneas de más bajo rendimiento.-----	66
5	Granos por metro cuadrado de las mejores cinco líneas en comparación con las cinco de menor rendimiento de grano.-----	68
6	Dimensión de los granos de líneas tardías avanzadas de la Región Centro.-----	77
7	Medias de rendimiento de las cinco cruizas simples que rindieron más en comparación con testigos. Tlajomulco 1989T.-----	83
8	Comparación de medias de rendimiento, alto, medio y bajo de cruizas simples y sus progenitores con respecto a los testigos.-----	85
9	Granos por metro cuadrado de las mejores cruizas simples tardías, comparadas con los híbridos testigos de menor rendimiento.-----	87
10	Dimensión de los granos de las cruizas entre líneas tardías de la Región Centro.-----	95
11	Diagrama de dispersión entre la relación de líneas <u>per se</u> y en cruizas en Tlajomulco 1989T.-----	96

12	Heterosis para rendimiento de cruza simple con respecto a sus líneas progenitoras. Tlajomulco 1989T.-----	98
13	Rendimiento de híbridos testigos de tres y cuatro líneas y de algunas cruzas de dos líneas. Tlajomulco 1989T.-----	99
14	Rendimiento promedio de tipo de híbridos testigos de tres y cuatro líneas y de cruzas de dos líneas. Tlajomulco 1989T.-----	101
15	Medias de rendimiento para cada una de las líneas intermedias avanzadas. Tlajomulco 1989T.-----	104
16	Rendimiento promedio de las líneas intermedias avanzadas por población y el grupo de testigos. Tlajomulco 1989T.-----	106
17	Dimensiones de los granos de las líneas intermedias avanzadas de la Región Centro.-----	115
18	Rendimiento de cinco cruzas simples intermedias que más rindieron en comparación a cinco de los mejores testigos y a cinco cruzas simples de menor rendimiento.-----	122
19	Heterosis para rendimiento de las líneas que mejor combinaron con otras para obtener cruzas simples intermedias.-----	123
20	Granos por metro cuadrado de las mejores cinco cruzas simples intermedias, en comparación a los mejores cinco testigos. Tlajomulco 1989T.-----	126
21	Diagrama de dispersión para rendimiento entre líneas intermedias <u>per se</u> y en cruzas en Tlajomulco 1989T.-----	133

RESUMEN

La calidad de la semilla en el cultivo de maíz reviste especial importancia, principalmente para incrementar la producción de básicos, como el maíz por lo menos paralelamente al crecimiento demográfico, con el propósito de evitar las importaciones de este grano que se han estado realizando a través del tiempo. Para conocer la calidad física y genética de la semilla es primordial estudiar, a fondo el material genético involucrado en las variedades mejoradas.

En el presente trabajo se estudiaron 25 líneas intermedias avanzadas de maíz; 26 líneas tardías avanzadas; 42 cruzas simples entre líneas intermedias avanzadas y 48 cruzas simples entre líneas tardías avanzadas. Se planteron los objetivos siguientes: a) Caracterizar las líneas y las cruzas simples para conocerlas a más detalle; b) Identificar líneas sobresalientes con características apropiadas para ser utilizadas como progenitores de híbridos; c) Identificación de cruzas simples sobresalientes en base a sus características agronómicas deseables. Las hipótesis correspondientes fueron: a) Existen líneas que se pueden utilizar como progenitores de híbridos; b) Agronómicamente existen cruzas simples que pueden ser proyectadas para su liberación.

El material genético se agrupó en cuatro experimentos que se

sembraron en Tlajomulco de Zuñiga, en el Centro de Jalisco, bajo condiciones de temporal, usandose un diseño experimental de bloques completos al azar para las líneas y como diseño látice triple para las cruas simples. El manejo y condición de los experimentos se dio de acuerdo a las técnicas experimentales y recomendaciones de cultivo sugeridas por el Campo Experimental Forestal Agropecuario de Zapopan (CEFAP-ZAPOPAN) y se midieron los caracteres de planta, espiga, mazorca y grano de mayor importancia agronómica. Las condiciones ambientales fueron críticas por falta de humedad en el suelo, en la etapa de floración y llenado de grano.

De los resultados obtenidos se llegó a las conclusiones de importancia como: 1) Las líneas tardías (B-33 X Pool 24) X B-322*-20-1 (2), B-840-169-1-3-2-2 (12) y T-37 (27) manifestaron sobrevivencia (SV) arriba del 80 por ciento, relación de mazorcas por planta (MP) próxima a uno para el caso de las dos primeras líneas, en general tuvieron buena cantidad de granos por metro cuadrado (GM2), prácticamente sin problemas de acame, sanidad de mazorca aceptable, de porte de planta bajo, de 5 a 10 días más precoces que las líneas más tardías y de espiga pequeña. 2) En sí, las líneas tardías que mejor combinaron fueron B-840-169-1-3-2-2 (12), (B-33 X Pool 24) X B-332*-113-2 (5) y

* B-322 = B-32 al cuadrado

* B-332 = B-33 al cuadrado

(B-32 X Pool 24) X B-322-17-2 (1), esta última con la limitante de haber tenido rendimiento bajo (0.7 ton/ha) y que la producción de su semilla sería de un costo mayor en caso de que se usara como progenitor hembra. 3) Las mejores cruzas simples tardías superaron en rendimiento a los testigos cruzas dobles y triples hasta en más del 60 por ciento, porcentaje suficiente para cubrir los costos adicionales en producción de semilla. 4) Las líneas intermedias 347-88-2-2 (2) y BD 2-120-1-2 (10) además de combinar bien en cruzas, tuvieron caracteres favorables como semilla comercial atractiva, pocas ramas por espiga, longitud reducida de ella, porte bajo, una mazorca por planta (MP), mazorca alargada, porcentajes ínfimos de mazorcas dañadas (MD), pocas hileras por mazorca (HM), buen número de granos por hilera (GH), rendimiento alto y precocidad de 5 hasta 14 días con respecto a las líneas más tardías. 5) La cruz simple intermedia BD 2-120-1-2 X 347-88-2-2 (23) destacó por su buena sincronía floral, porte de planta bajo, cero acame de raíz (R) y un mínimo de acame de tallo (T), regular calidad de la mazorca y 79 por ciento de semilla comercialmente atractiva. 6) En general la superioridad de las cruzas simples sobre los híbridos triples y dobles y el comportamiento aceptable de las líneas, podría justificar el uso de las primeras en siembras comerciales.

I. INTRODUCCION

El maíz es importante desde varios puntos de vista, ya que existen más de 500 formas para consumirlo y en ningún otro país de América, ha llegado a convertirse en un elemento tan preponderante en la vida social y económica del pueblo como en México. Es una planta originaria del Continente Americano, pero México supera a cualquier otro país en la riqueza de diversidad de sus razas y variedades de maíz (Angeles, 1981).

En México el maíz es el cultivo de mayor importancia social y económica; ocupa el primer lugar en superficie cosechada y producción. En gran parte, la dieta alimenticia del pueblo mexicano está basada fundamentalmente en el consumo de este grano, siendo una de las principales fuentes de carbohidratos y proteínas vegetales para la población de bajos recursos económicos. En su producción involucra la participación del 25 por ciento de la población económicamente activa del país y la demanda nacional está determinada principalmente por la componente demográfica, dado que las estimaciones de población para 1987 según la Secretaría de Programación y Presupuesto, México (SPP) superaron los 80'000,000 de habitantes con un consumo per capita de alrededor de 200 kilogramos por año y se puede esperar, conservadoramente, una demanda para consumo directo de 16 millones de toneladas. En la actualidad se producen anualmente 12 millones de toneladas de maíz en México, empero, en los

últimos años ha sido necesario importar grandes volúmenes para satisfacer los requerimientos internos. Esto pone de manifiesto la necesidad de incrementar la producción de este cereal por lo menos paralelamente al crecimiento demográfico.

Con el propósito de lograr buenos rendimientos por hectárea se están realizando trabajos de investigación sobre fertilización, control de plagas, control de malezas, control de enfermedades y otros factores de la producción, como mejoramiento genético para el desarrollo de variedades de polinización libre, sintéticos, híbridos de cruce doble, híbridos de cruces trilineales e híbridos de cruce simple, los híbridos de cruce simple, presentan atributos de mayor uniformidad y capacidad productiva de grano que cualquier otro comercial mejorado, debido a la máxima expresión de la heterosis o vigor híbrido para los caracteres de importancia agronómica; dichos híbridos serían recomendables, de preferencia, para aquellas áreas donde los factores de la producción son más favorables. Sin embargo, los híbridos de maíz de cruce simple se siembran en una superficie muy pequeña, a pesar de que en México existen áreas con condiciones agroecológicas ideales para su utilización.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias en el Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Jalisco (CIFAF-JALISCO) y a través de la Red de Investigación de Maíz ha estado trabajando en la obtención y

selección de líneas de varias poblaciones para el desarrollo de híbridos de cruce simple. En el ciclo agrícola Primavera-Verano de 1989 se establecieron experimentos para evaluar líneas y cruces simples tardías e intermedias. Para ello se plantearon los siguientes objetivos:

- (1) Caracterizar las líneas y las cruces simples para conocerlas a más detalle.
- (2) Identificar líneas sobresalientes con características apropiadas para ser utilizadas como progenitoras de híbridos.
- (3) Identificación de cruces simples sobresalientes en base a sus características agronómicas deseables.

Para lograr los objetivos señalados, se han planteado las siguientes hipótesis:

- Existen líneas que se pueden utilizar como progenitoras de híbridos.
- Agronómicamente existen cruces simples que pueden ser proyectadas para su liberación.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Productividad

El aumento de la producción agrícola puede lograrse mediante una o dos de las siguientes vías: incrementando la superficie cultivada o aumentando la producción por unidad de área. En México, durante el periodo de 1935 a 1962, el aumento en la producción de maíz y trigo se debió principalmente al incremento en la superficie cultivada; en tanto que después de 1962, la causa de la mayor producción de estos cultivos fue principalmente, el aumento logrado en la producción por unidad de área, ya que la superficie cultivada prácticamente permaneció constante (DGEA-SARH, 1935 a 1980).

Sprague (1955) indicó que la selección visual durante la autofecundación sigue desempeñando una función muy importante; el concepto primitivo de que cualquier línea autofecundada que pudiera ser mantenida y que era una línea potencialmente valiosa, ha sido descartado. El concepto actual es que las líneas deben alcanzar cierto grado de vigor y productividad antes de que ameriten ser probadas. Una línea que solo puede ser mantenida con dificultad, no tiene prácticamente valor alguno desde el punto de vista comercial, aún cuando produzca progenies de alto rendimiento, debido a las dificultades que presenta para su propagación.

Jugenheimer (1959) mencionò que la producciòn de maiz hibrido està basada en el fenòmeno de la heterosis, en virtud del cual la cruza de dos variedades produce un hibrido superior en tamaño, rendimiento o vigor general, manifestandose principalmente este fenòmeno en las plantas F1.

Poehlman (1965) consignò que de los estudios hechos para determinar si existen caracteres visibles en las plantas, que esten relacionados con la capacidad de rendimiento que una línea autofecundada puede transmitir a su progenie hibrida, se desprende que las líneas más vigorosas tienden a producir las progenies también más vigorosas.

La productividad es un carácter cuantitativo compuesto por componentes del rendimiento, que està controlada por muchos procesos fisiológicos complicados (Matsu, 1975).

Carballo (1985) indicò que dentro de los factores que intervienen en la productividad agrícola, la semilla constituye uno de los elementos de mayor influencia, porque contiene el potencial genético para el logro de buenos rendimientos; siendo un insumo básico, es indispensable que esa semilla posea buena calidad y para ello debe de someterse a una serie de controles y procesos.

El aumento de la producciòn por medio del incremento de la

productividad en los cultivos de maíz y trigo se debió al uso de variedades mejoradas y a la aplicación suficiente y oportuna de insumos agrícolas, destacando en esta segunda vía el uso de fertilizantes (principalmente nitrógenados), pesticidas y otros medios, para el control de malezas y plagas (Molina, 1986).

2.2 Mejoramiento Genético

En México el mejoramiento de maíz por hibridación ha sido el método que más se ha utilizado para la formación de genotipos mejorados. Esta metodología puede ser resumida en las siguientes etapas:

- a). Selección de un criollo, compuesto, sintético o población sobresaliente.
- b). Derivación de líneas autofecundadas.
- c). Prueba de aptitud combinatoria general y específica mediante evaluación per se o mestizos.
- d). Formación y evaluación de cruzas simples.
- e). Predicción y formación de las mejores cruzas dobles predichas.
- f). Evaluación de las mejores cruzas dobles.

Wellhausen (1951) propuso los siguientes pasos para un programa de mejoramiento de maíz:

1. Formación de líneas autofecundadas, resultado de una polinización controlada.
2. Evaluación de las líneas endocriadas durante las diferentes fases de su autofecundación.
3. Utilización de las mejores líneas autofecundadas en la formación de variedades sintéticas e híbridos.

Rodríguez et al (1978) señalaron que dentro de las técnicas en maíz que más se han aplicado está el mejoramiento por hibridación y que en dicho proceso se presentan los fenómenos de endogamia y heterosis; el primero se manifiesta como una disminución del vigor que se acentúa a medida que avanza el número de autofecundaciones, lo cual se explica por la conjugación de alelos dominantes o recesivos; por lo que respecta a la heterosis, ésta puede manifestarse con un incremento en el vigor y su explicación no fue muy clara; sin embargo, existen al respecto varias teorías, siendo las principales la de la Dominancia, Sobredominancia y Epistasia.

Poey (1978) mencionó que el uso de la hibridación es ampliamente justificado en los programas de mejoramiento, por lo que

mediante ésta se puede disponer de materiales más uniformes y con mayor potencial de rendimiento.

Allard (1980) estableció al respecto que todas las plantas en las poblaciones alógamas son muy heterocigóticas y sin embargo, la consanguinidad prolongada produce una disminución del vigor y otros efectos perjudiciales. La heterosis parece ser una característica esencial en variedades comerciales de esas especies, y por tanto deberá conservarse durante el programa de mejoramiento o restaurarse en la etapa final del mismo.

Duvick (1984) indica que en los Estados Unidos de Norteamérica el rendimiento de grano de trigo, maíz, sorgo y soya se ha incrementado continuamente desde 1930; siendo el uso de variedades mejoradas la causa del 50% o más del incremento en el rendimiento de estos cultivos. Señala también que el aumento en la producción por unidad de superficie mediante el manejo de insumos y prácticas de cultivo prácticamente está agotado, en tanto que el mejoramiento genético sigue rindiendo frutos, ya que en los cultivos como maíz, trigo y soya se ha tenido un incremento prácticamente lineal en los últimos 25 años.

2.3 Componentes de Rendimiento

En la Actualidad se conducen proyectos para formar varie-

dades o híbridos "Ideotipo" que superen en rendimiento a los actuales mediante el aprovechamiento óptimo de los factores ambientales.

Barriga (1972) señala que las características que forman un ideotipo de maíz son: plantas de tallo grueso, altura de planta reducida, menor número y menor longitud de entrenudos, pocas hojas pequeñas y erectas, área foliar reducida y prolificidad de ápices de mazorca.

Donald, citado por Mock y Pearce (1975) dio el término "Ideotipo" a las plantas de cereales con características morfológicas y fisiológicas modelo, aptas para influir en la fotosíntesis, el crecimiento y el rendimiento de grano.

Mock y Pearce (1975) concibieron un ideotipo de maíz potencialmente capaz de producir altos rendimientos de grano por unidad de área cultivada, en un ambiente de producción favorable. Los caracteres más importantes de este modelo de planta son: hojas rígidas orientadas verticalmente arriba de la mazorca y horizontales las que se sitúan por debajo de ella, máxima eficiencia fotosintética, eficiente conversión de fotosintatos a grano, corto intervalo entre la emisión de la espiga y la emergencia del jilote, prolificidad de ápices de mazorca, tamaño pequeño de espiga, insensibilidad al fotoperiodo, semillas en germinación y plántulas tolerantes al frío, periodo de llenado de

grano tan largo como sea posible y lento envejecimiento de hojas.

2.3.1 Densidad de Población y Hojas por Planta

Pepper, citado por Mock y Pearce (1975) sugiere que los genotipos de maíz que no son tolerantes a altas densidades de población (con problemas de esterilidad de mazorca), no producirán altos rendimientos de grano independientemente de la orientación del dosel vegetal.

Mock y Pearce (1975) consignan que la densidad de población, los surcos estrechos y la fecha de siembra temprana, son factores que influyen en la máxima utilización de radiación solar. La alta densidad de población y los surcos estrechos permiten incrementar el índice de área foliar y de esa manera interceptar la mayor parte de la energía entrante en la tierra.

Smith et al (1982) concluyen que la esterilidad de mazorca es una respuesta fisiológica del maíz a la competición inter e intra planta por factores como nutrimentos minerales, humedad del suelo y luz, en siembras a alta densidad de población.

Loomis et al, citados por Smith et al (1982) señalan que variedades de maíz con el dosel superior erecto y el dosel vegetal inferior plano u horizontal producen altos rendimientos de

grano a altas densidades de población.

Gardner y Allard (1920) indicaron que las hojas determinan las proporciones relativas entre las partes vegetativas y fructíferas de la planta y tienen relación con la producción de granos, con la densidad óptima de plantas por unidad de área cultivada para una máxima producción y con la capacidad competitiva de la planta.

Chase y Nanda (1967) estudiaron 21 híbridos dobles de maíz (18 dentados y 3 semidentados) en tres épocas de siembra. En sus resultados asentaron la importancia relativa del genotipo, de la temperatura y el fotoperíodo en la determinación del número de hojas y del período vegetativo de las plantas (de la germinación hasta la antesis). También observaron correlaciones positivas altamente significativas, entre el número total de hojas por híbrido y el número de días para su floración.

Neal (1968) propuso la posibilidad de usar el número de hojas formadas como una medida o índice para la clasificación de los híbridos de maíz respecto a un ciclo vegetativo.

Hesketh et al (1969) observaron en 18 híbridos de cruz simple y en dos razas de maíz que la temperatura, el fotoperíodo y el genotipo tienen fuerte interacción sobre la modificación del número de hojas por planta. Estos factores indicaron que también

el número de hojas estuvo correlacionado con el número de días a floración, área foliar, peso seco y altura de planta. Finalmente señalaron la necesidad de estudiar la relación entre el número de hojas y el tamaño de la mazorca y los efectos de la interacción genotipo ambiente sobre la permanencia de las hojas en la planta después de la floración.

Allen et al (1973) señalaron que el número de hojas de maíz está determinado genéticamente, y que éste aumenta con temperaturas altas y con la fertilidad del suelo, pero decrece con el aumento de densidad de población y el fotoperíodo también puede afectarlo. Asimismo, indicaron que el número de hojas tiene correlación con algunos indicadores de la madurez como días a espigamiento y humedad a la cosecha. También observaron que el número de hojas en un híbrido tuvo asociación significativa con el área foliar de la planta.

2.3.2 Altura de Planta y Prolificidad

Leg (1957) sustentó que las plantas de híbridos de maíz enanos tienen un rendimiento menor que los híbridos normales.

Katta y Castro (1970) manifestaron que una de las razones más importantes por la que los maíces enanos no han permitido una elevación sustancial del rendimiento por hectárea, es que el

proceso fotosintético no se realiza eficientemente en todas las hojas de las plantas enanas por los siguientes motivos: a).- En los maíces enanos braquíticos la longitud de los entrenudos es muy reducida, sin embargo, el número, la longitud y el ancho de las hojas no se reduce; por ello es de esperarse que entre las hojas se produzca una mayor competencia por la luz que en los maíces normales, b).- En los maíces enanos braquíticos es de esperarse que existan dificultades relacionadas con la polinización ya que las hojas están tan cerca unas de otras que los estigmas muchas veces son cubiertos por las hojas superiores y el polen no llega libremente a ellos, c).- Uno de los efectos secundarios del gen braquítico 2, y que a veces es ignorado, es que todas las hojas emergen del tallo alineadas en una sola dirección y no es en espiral como emergen en los maíces normales; esta característica aunada al acontecimiento tan marcado de los entrenudos, causa sombreamiento de las hojas inferiores, por las superiores (competencia entre hojas de la misma planta).

Castro (1973) manifestó que la modificación en la altura de planta ha permitido reducir las pérdidas por acame, aumentar la densidad de población y reducir los niveles de fertilización, y señala que al alimentar el crecimiento de las plantas el enanismo causa un ahorro de energía, que se capitaliza por lo menos parcialmente en una mayor producción de grano, o bien en un menor requerimiento de agua y/o nutrientes por parte de las plantas. Los mejoradores de maíz también han hecho esfuerzos para reducir

la altura de las plantas; sin embargo, los cambios han sido lentos. Cuando la reducción en altura se ha logrado en forma brusca, casi siempre se ha utilizado para éste propósito el gene recesivo braquítico 2, y al usarlo los genetistas no se ha logrado el éxito en su intento por incrementar la productividad y la densidad de población.

Mock y Pearce (1975) señalaron que un carácter importante del "ideotipo", es prolificidad de mazorca, o sea la habilidad que tiene la planta de maíz para producir más de una mazorca.

Bringham, citado por Mock y Pearce (1975), señala que el vigor de la "demanda" (conversión eficiente de fotosintatos a grano) está ampliamente determinado por el tamaño y número de granos, y un incremento en cualquiera de estos componentes puede mejorar el poder de atracción de dicha "demanda".

Andrew, citado por Mock y Pearce (1975), consignó que la esterilidad de mazorca estuvo directamente relacionada en la densidad de población y que los híbridos de una sola mazorca presentaron relativamente más esterilidad que los híbridos de mazorcas múltiples en alta densidad de población.

Rusell, citado por Mock y Pearce (1975), precisó que los genotipos de maíz de una sola mazorca con densidad de 29,000 plantas por hectárea no produjeron segundas mazorcas, y en 58,000

plantas por hectárea tuvieron 11.9% de plantas "jorras", en tanto que los genotipos prolíficos, presentaron un 27% de plantas con segunda mazorca bajo siembra de 29,000 plantas por hectárea y manifestaron únicamente 3% de plantas jorras con densidad de 58,000 plantas por hectárea.

González (1976) consideró la prolificidad como la capacidad de producir más de una mazorca por planta, y que ésta puede elevar el número de mazorcas y el rendimiento, lo cual puede lograrse con ahijamiento o con el cuateo.

El mismo autor menciona que para producir grano la planta de maíz debe desarrollar estigmas viables; los estigmas necesitan ser polinizados con polen vivo y los óvulos deben estar receptivos para ser fertilizados.

2.3.3 Periodo de Llenado de Grano y Tamaño de Espiga

Hallauer y Rusell (1962) establecen para la planta de maíz un periodo relativamente constante de 60 días en su periodo de llenado de grano; aunque para otros investigadores dicho periodo no haya sido estable en sus híbridos en estudio.

Johnson y Tanner (1972) indicaron que el periodo de floración femenina a formación de la capa negra, es decir, el estado

en que se alcanza la máxima acumulación de materia seca en grano, está conformado por tres diferentes fases de desarrollo del grano:

- a). Periodo lento de acumulación de materia seca que se inicia con la fertilización de los estigmas y se extiende por 15 o 18 días;
- b). El periodo de acumulación lineal de materia seca durante el cual es acumulada en el grano más del 90% de la materia seca y
- c). Periodo en el cual la tasa de acumulación de materia seca en el grano declina y termina con la formación de la capa negra.

Daynard y Kannenberg (1976) señalaron que al probar híbridos de maíz en Ontario, Canada (región con corta estación agrícola), se alcanzaron, con cortos periodos de llenado de grano, rendimientos altos de grano y altas tasas de acumulación de materia seca.

Ottaviano y Camusi (1981) publicaron que la tasa de acumulación de materia seca fue el principal factor limitante del rendimiento en híbridos de maíz, y que la duración del periodo efectivo de llenado de grano fue el carácter más afectado por la interacción genotipo-ambiente.

Katta y Castro (1970) manifestaron que malces enanos con

hojas erectas y espigas de tamaño pequeño permiten una mayor penetración de luz en las hojas.

Mock y Buren (1972) expresan que en un arreglo dialéctico de cruza simple entre seis líneas de maíz sembradas a 98,000 plantas por hectárea el peso seco reducido de espiga en época de polinización incrementó los rendimientos de grano y redujo la incidencia de plantas "jorras". La espiga pequeña debió haber reducido tanto la habilidad competitiva como el sombreado de la capa superior del dosel, y por esta razón consideraron el tamaño de espiga como un carácter importante para el "ideotipo" de maíz.

Mock y Schuetz (1974) consignaron que la herencia del número de ramas de la espiga de maíz responde a diversos factores: a). Un carácter cuantitativo controlado por un mínimo de ocho pares de genes, b). Que el mayor número de ramas en la espiga domina sobre el menor, c). Que la acción génica dominante debe ser evaluada cuidadosamente en estudios futuros, y por último, d). Que es posible la selección para el número de ramas de la espiga.

Leonard et al., citados por Mock y Pearce (1975) indicaron que la eliminación de la espiga resultó en una disminución de plantas jorras e incremento de rendimiento de grano de las variedades de maíz que crecieron a altas densidades de población.

González (1976) señaló que el tamaño de espiga es una

variante que se está manejando para conformar un ideotipo de maíz, buscando formar fenotipos con espiga relativamente pequeña y poco ramificada, de manera que se reduzca el sombreado que producen sobre las hojas superiores, (ya que según Tanaka y Yamaguchi, 1972) tales hojas son las que más aportan productos elaborados a la mazorca.

Poey et al (1977) citaron que en maíces tropicales la remoción de la inflorescencia masculina realizada antes de que esta emergiera, incrementó el rendimiento de grano en 9.5, 12.10 y 19.7% respectivamente, y que la fluctuación de estos rendimientos de grano fue debida a diferencias en el tamaño y número de granos por planta.

Lambert y Johnson (1978) consignaron que la remoción de la espiga incrementó el rendimiento de grano de híbridos con hojas orientadas horizontalmente, no sucediendo lo mismo con híbridos de hojas liguladas. El ángulo foliar y la morfología de la hoja fueron dos caracteres que estuvieron asociados con el incremento del rendimiento de grano de los híbridos ligulados bajo altas densidades de población y espaciamiento estrecho de surcos. Estos datos sostienen el concepto de que tamaño de espiga y orientación vertical de las hojas son caracteres de suma importancia en la selección de ideotipos de maíz.

Muleba, citado por Fischer y Palmer (1980) indicó que la

espiga ejerce una dominancia apical sobre los estigmas del maíz.

2.3.4 Índice de Área Foliar

Viator y Musgrave (1975) manifestaron una declinación en la tasa de crecimiento del cultivo en la última parte del periodo de llenado de grano, que atribuyen a una declinación en la tasa de crecimiento del cultivo en dicha fase, a una declinación de la tasa fotosintética foliar y al IAF.

Hunter (1977) asentó que las altas densidades de población incrementan el IAF y a su vez el suministro de fotosintatos hacia los sitios de demanda.

Tollenaar (1979) citó que cuando la fuente es identificada como el factor limitante para rendimiento de grano, el rendimiento puede ser mejorado aumentando el índice de área foliar (IAF), mediante la extensión de la duración del área foliar después de la floración e incrementando la tasa de asimilación neta. Una manera de incrementar el IAF es aumentando el área foliar por planta y/o densidad de población.

2.4 Hibridación

El vigor híbrido puede definirse, según Richey (1946), como la intensidad de vigor del híbrido, con respecto al vigor promedio de sus progenitores; éste puede manifestarse en muchas formas, por ejemplo el maíz híbrido puede tener mazorcas más grandes, más hileras de granos por mazorca, mayor número de nudos por planta, más peso total por planta o un mayor rendimiento de grano, que las líneas autofecundadas que lo componen.

En los trabajos publicados entre 1761 y 1766 por Koelreuter se presentan estudios analíticos y evidencias acerca de la hibridación en las plantas; este investigador efectuó cruzamientos entre variedades de tabaco, observando que el vigor de un híbrido está estrechamente relacionado con el grado de diferencia genética de sus padres; lo cual fue confirmado 150 años después por H.K. Hayes y East, (Brewbake, 1967).

Elliot (1967) manifestó que la mayoría de los investigadores están de acuerdo en que la heterosis es un fenómeno complejo de herencia cuantitativa y que las características que muestran heterosis generalmente son aquellas que son modificadas en alto grado por el medio. El mismo autor señaló que el objetivo de la hibridación controlada en el mejoramiento de plantas, es el de encontrar complejos de genes deseables en las poblaciones de reproducción y promover la máxima utilización de la heterosis.

2.4.1 Autofecundación

Hayes e Immer (1942) sumaron el proceso de autofecundación y selección en maíz de la siguiente manera:

1. Todas las líneas autofecundadas de maíz muestran una pérdida de vigor durante el proceso de endocria. La pérdida de vigor es mayor en la primera generación y es cada vez menor en cada una de las generaciones sucesivas, hasta que se llega a la homocigosis, punto después del cual ya no hay pérdida de vigor.
2. Las líneas autofecundadas exhiben diferencias para muchas características.
3. Algunas líneas autofecundadas, tienen mayor vigor que otras aunque no difieren en su grado de homocigosis.
4. Algunas líneas autofecundadas por falta de vigor ya no pueden ser propagadas.
5. Autofecundaciones continuas resultan en la purificación del tipo.

Una línea pura se puede definir como un individuo obtenido por autofecundaciones sucesivas; el propósito de las autofecundaciones es fijar y conservar la pureza de caracteres convenientes en una condición homocigótica, sin que sufran cambios genéticos (Sprague, 1960).

Poehlman (1965) asentó que los propósitos de la selección visual durante el proceso de autofecundación en general son los siguientes:

1. Eliminar líneas que tendrían posteriormente limitado valor comercial.
2. Asegurar la propagación de las plantas más vigorosas, elevando por tanto el patrón de excelencia de las líneas restantes .
3. Mejorar el nivel de los híbridos finales.

De la Loma (1973) consignó que por medio de la hibridación se puede llegar a reunir en una sola planta los caracteres de otras diferentes y obtener así individuos más útiles desde distintos puntos de vista. Propone como objetivo inmediato producir ejemplares que posean nuevas combinaciones o agrupaciones de caracteres con mayor vigor.

Poehlman (1974) definió el vigor híbrido como el incremento en el tamaño o en vigor de un híbrido con respecto al promedio de sus progenitores. También señala que se ha propuesto el término heterosis para denotar el incremento en tamaño y en vigor después de los cruzamientos y que por consiguiente éstos dos términos se usan indistintamente. Asimismo, este autor mencionó que se presentan dos explicaciones para entender el vigor híbrido. La más aceptada supone que es el resultado de reunir genes dominantes favorables. Según esta teoría, los genes que son favora-

bles para vigor y desarrollo son dominantes, y los genes que son desfavorables para los individuos, son recesivos. Otra teoría los explica sobre la base de que la heterocigosidad es superior a la homocigosidad y por lo tanto, el individuo más vigoroso es el que tiene mayor número de alelos heterocigóticos.

La idea de los híbridos de maíz fue iniciada por Shull en 1909 (citado por Jenkins, 1978); los pasos esenciales en su método de líneas puras de maíz son:

- a). Obtención de líneas homocigóticas o cercanas a la homocigosis.
- b). Prueba y selección de las líneas puras en todas las cruzas posibles.
- c). Utilización de las mejores cruzas para producción comercial.

Línea Pura:

El concepto de "Línea Pura" fue desarrollado por Johansen en 1903, quien describió asimismo las bases científicas y su mecanismo genético (Allard, 1960).

La endogamia produce en comparación con sus antecesores un fenómeno de presión en vigor y en rendimiento, aparición de caracteres recesivos deleteros, susceptibilidad a enfermedades, acame y otras características desfavorables. La endogamia tiene como objetivo obtener líneas puras que permitan seleccionar las

que cuentan con buena aptitud combinatoria para integrar híbridos de buenas características agronómicas y alta productividad (Espinosa, 1983).

2.4.2 Heterosis

Reyes (1985) en un breve resumen cronológico sobre los inicios del concepto de heterosis, considera que Kœelreuter en 1976 produjo experimentalmente los primeros híbridos en Nicotina, notando la presencia de vigor híbrido. No fue sino hasta 1876 que Beal, citado por el mismo Reyes, propone un sistema para utilizar el vigor híbrido en cruzamientos entre razas de maíz. Siguiendo con la cronología descrita por el autor entre lo más importante, menciona que en los inicios del presente siglo, varias investigaciones, entre las que se encuentran las realizadas por Shull y East en 1908; Keeble y Pellew, 1910; East y Hayes, 1912 y Emerson y East, 1913, establecen diferentes conceptos sobre la explicación al fenómeno del vigor observado al realizar hibridación.

Shull (1910) menciona que la heterosis se debe a la presencia en el cigoto del híbrido, de un mayor número de genes dominantes que en el de los progenitores, por reunirse en aquel los genes dominantes aportados por éstos.

La palabra heterosis es una contracción de la palabra heterocigosis que fue propuesta por Johansen; posteriormente fue modificada y explicada por Shull en 1914, adoptándose como sinónimo el término de heterosis (Shull, 1948).

Posteriormente el establecimiento del término heterosis, fue cuando comenzaron a surgir las hipótesis sobre heterosis, las cuales concluyen que la manifestación de éste fenómeno es puramente de carácter fisiológico, como lo reporta Whaley (1952), quien cita a un grupo de investigadores (Kiesselbach, 1926; East, 1936; Sprague, 1936; Whaley, 1944) que apoyan hipótesis relacionadas con ese aspecto. Por su parte los genetistas han pronunciado sus hipótesis para explicar el fenómeno de heterosis, siendo las más importantes:

- a). Hipótesis de la dominancia: Propuesta por Bruce en 1910, citada por Crow (1952), supone decremento en el híbrido debido a loci recesivos homocigóticos y postula la existencia de correlación entre recesividad y los efectos deletereos; de la misma forma los caracteres favorables para vigor los determinan los genes dominantes de los progenitores en su F₁.

- b). Hipótesis de la sobredominancia: Propuesta por Shull y East en 1908, citado por Crow (1952), la cual supone que la heterocigosidad per se es importante ya que ahí existen loci en

BIBLIOTECA CENTRAL

los cuales el heterocigote es superior a cualquiera de los dos homocigotes, con lo que se manifiesta un vigor híbrido superior a sus progenitores porque tiene más factores dominantes que recesivos (Jones, 1917).

East (1936) indica que a mayor diversidad genética mayor es el grado de vigor híbrido, como resultado de la cruce; basado en Jones, rechaza que los factores de dominancia jueguen un papel importante en la heterosis y propone la hipótesis de que la heterosis se debe a "efectos parcialmente aditivos de alelos múltiples" en un locus, en el cual cada alelo desarrollò una función divergente.

La teoría de la heterocigosis propuesta por Shull (1911), East y Hayes (1912) en términos fisiológicos, fue modificada por East (1936) posteriormente, al lenguaje de la genética. Esta teoría se basa en la explicación del fenómeno por la heterocigosis, según el cual entre mayor sea el número de genes en condición de heterocigosis, mayor será su vigor, por la acción fisiológica complementaria. De acuerdo con esta teoría, la diversidad del germoplasma afecta definitivamente el grado de heterosis.

Diversos investigadores han demostrado que el cruzamiento de líneas emparentadas produce consistentemente cruzamientos simples de más bajo rendimiento que las líneas que tienen solamente uno o

ningún padre en común (Wu, 1939; Johnson y Hayes, 1940; Eackhardt y Bryan, 1940 y Cowan, 1943).

Se acepta que heterosis es, por definición, el incremento en tamaño, rendimiento, vigor, etc.; de tal forma que si no hay incremento no hay heterosis (Shull, 1948).

Hayman (1957) por su parte, considera a la heterosis como un fenómeno compuesto, en el cual las posibles causas son epistasis, sobredominancia y la acumulación de genes favorables dominantes en los heterocigotes.

En maíz se usa la heterosis cuando se emplea la F1 que se obtiene al cruzar dos o más líneas, produciéndose lo que se llama vigor híbrido, que se manifiesta con el fenómeno inverso de la degradación que acompaña a la endogamia (Allard, 1975).

Molina (1984) plantea que cada vez es más difícil obtener híbridos, principalmente de cruce doble que superen a los actualmente en uso comercial; entre las causas que originen este problema pueden señalarse:

1. El uso de una base germoplásmica restringida.
2. Reducción continua de la probabilidad de encontrar híbridos de cruce doble superiores a los comerciales.
3. El aumento continuo de los costos de la experimentación, plantea como opciones para superar este problema:

- a). Ampliación de la variabilidad genética de la base germoplásmica (fuente de líneas).
- b). Uso de híbridos de cruce simple de alta heterosis, cuyas líneas progenitoras sean vigorosas y de alto rendimiento per se.
- c). Explotación idónea de la varianza genética poblacional.

2.4.3 Cruzas Simples

Shull (1909) señaló:

- En un campo ordinario de maíz, los individuos son híbridos muy complejos.
- El deterioro que tiene lugar como resultado de la autofecundación es debido a una gradual reducción del linaje a una condición homocigótica.
- El objetivo del mejorador del maíz no es buscar la mejor línea pura, sino encontrar y mantener la mejor combinación híbrida.

Eckhardt y Bryan (1940) señalaron que las cruzas simples de progenitores muy diferentes producían las cruzas dobles de más altos rendimientos.

En la actualidad casi todos los híbridos comerciales que se siembran en el Bajío son híbridos de cruza doble debido a que esto abarata el costo de la producción de semilla. No obstante el rendimiento de los híbridos de cruza simple es mayor, la planta es más uniforme. Actualmente las cruza simples son muy utilizadas en los Estados Unidos de Norte América.

Las plantas de cruza simple son altamente productivas, además con mayor uniformidad que cualquier otro tipo de híbrido. Destacan por su calidad de semilla y producción abundante de polen, lo cual facilita una mayor proporción de surcos productores de polen en el campo de producción de semilla. Las plantas de cruzamiento simple resisten las condiciones adversas mucho mejor que las plantas endocriadas; esto tiene un valor importante en el costo de producción de semilla y favorece el uso de cruza dobles. Lo anterior provoca que la cruza doble sea el híbrido producido más económicamente (Jugenheimer, 1958).

Weatherspoon (1970) evaluó el rendimiento de cruza simples, cruza de tres líneas y cruza dobles de maíz. El rendimiento promedio de las cruza simples fue más elevado que el de las cruza de tres líneas y el promedio de las cruza de tres líneas fue más elevado que el de las cruza dobles.

Velázquez (1978) sometió a ensayos de rendimiento, cruza formadas con 12 progenitores de hermanos completos, y empleó de

referencia a progenitores, testigos comerciales y experimentales; subraya que las cruzas simples formadas en base a familias de hermanos completos tuvieron un rendimiento superior al promedio de las variedades experimentales así como sobre la mejor variedad experimental de donde fueron seleccionados los progenitores. Las cruzas simples, además, fueron, en un 12.39% más rendidoras que los híbridos dobles.

El Campo Experimental de Cotaxtla, Veracruz (INIFAP), de acuerdo a un informe de 1981, originó y liberó al híbrido de crusa simple H-511, que supera en rendimiento y otras características agronómicas a maíces comerciales existentes en la región.

El híbrido H-511 tiene una altura de planta de 260 a 190 cm, es de ciclo intermedio (55 a 60 días de florición y de 110 a 120 días a la cosecha); presenta buena sanidad y vigor de planta y el totomoxtle cubre perfectamente a la mazorca. Esta es muy sana, uniforme con 12 a 14 hileras regulares, de grano color blanco cremoso y de un rendimiento de 6,130 kilogramos por hectárea, en temporal.

Por lo que respecta a las dos líneas progenitoras, una tiene dos autofecundaciones, es de altura normal, con aceptable cobertura de mazorca, de grano pequeño y de color blanco, con hileras irregulares en la base y regulares en la parte media hacia arriba de la mazorca. En incrementos de polinización libre llena com-

pletamente desde la base hasta cerca de la punta y en polinización controlada no llena completamente. Esta línea tiene una alta aptitud combinatoria y su rendimiento promedio de grano es cercano a los 2000 kg/ha; la otra tiene cinco autofecundaciones, es muy uniforme en planta, con excelente aptitud combinatoria específica, pocas hojas angostas, susceptible a Helminthosporium maydis, con espiga poco ramificada y pequeña, y con diferencia en la producción de polen. La mazorca tiene hileras irregulares con grano de color blanco cremoso; la polinización es deficiente, tiene rendimiento medio de 600 kg, de grano por hectárea.

2.5 Calidad de Semilla

Existen distintos factores que están involucrados con el origen y causa del vigor de la semilla, siendo importantes los de origen genético o endógeno a la planta o semilla, y aquellos de origen ambiental o exógeno, que son los que inciden desde el establecimiento del lote de producción hasta los posteriores a la cosecha. Algunas condiciones exógenas serían: la nutrición de la planta madre, daños mecánicos, daños durante el procesamiento y deterioro en el almacenaje que incluye ataque de plagas y enfermedades (Hunter, 1971); además de factores como temperatura ambiental y humedad disponible, densidad de población, edad de la semilla, grado de deterioro y microorganismos en campo y almacén (Copeland, 1976).

Copeland (1976) se refiere a la clasificación y procesamiento de semilla y subraya que estas etapas permiten remover semillas no viables y asegurar que las semillas elegidas sean más uniformes en forma y tamaño; el tamaño de semilla puede variar por efecto de factores como: constitución genética diferente entre planta y planta, competencia inter-plantas por luz, agua, nutrimentos y efecto de enfermedades, además de la posición de la semilla en la inflorescencia.

Dentro de los factores que se considera que determinan la calidad de las semillas se encuentran la germinación, la pureza y la sanidad; actualmente se ha incluido el vigor de las semillas como un cuarto factor. Este último es importante en el contexto de rendimiento de campo; no obstante que había sido considerado durante muchos años, hasta recientemente ha sido reconocido como un factor definitivo en la calidad (Perry, 1980).

Respecto a la semilla para siembra, se le ha conferido un papel central dentro de los insumos físicos del proceso productivo; de hecho los otros insumos juegan un papel complementario, sobre todo tomando en cuenta que estos proporcionan a las plantas características predeterminadas por la herencia, como productividad, altura, vigor, sanidad, resistencia, tamaño de mazorca, forma, peso, color, etc. (Badillo, 1981).

Johnson y Wax (1981) señalan que la calidad de las semillas, la constitución del híbrido y el medio ambiente del semillero

interactúan para afectar la emergencia, el daño por herbicida, la densidad de siembra y el rendimiento de grano. Cuando las semillas de maíz tienen baja calidad (50% de germinación) son más susceptibles al daño por herbicidas que las semillas de alta calidad representada por niveles de 90% de germinación o más.

Espinosa (1985) asentó que el nivel más alto de calidad de semilla se obtiene en la madurez fisiológica, después de ésta etapa, la calidad decrece en forma paulatina.

La producción de semillas de híbridos de maíz presenta el problema que ocasiona la endogamia en las líneas a través de depresión del vigor y del rendimiento, los cuales se acentúan más cuando los progenitores son de ambientes contrastantes totalmente (Barrientos, 1962). De esta forma es necesario definir los ambientes adecuados para producción de las líneas, donde éstas expresan su máximo rendimiento.

En este sentido Shull, citado por Jenkins (1978), sugirió el establecimiento de experimentos para probar las líneas puras; así, este investigador fue el primero en informar del incremento de los rendimientos en las cruces F1 entre líneas puras, y esbozó un método de mejoramiento para utilizar este vigor e incremento de rendimiento; el método considera:

1. Encontrar las mejores líneas puras.

2. El uso práctico de las líneas puras para la producción de semilla.

La reducción del vigor de las líneas, aunado a un bajo rendimiento de grano, fueron algunos problemas que provocaron que el método de Shull fuera poco practicado por los mejoradores.

El alto costo de la semilla, fue determinante para que el maíz híbrido de cruza simple no fuera difundido inmediatamente de los escritos de Shull. En 1918, Jones propuso el uso de la cruza doble con fines comerciales y para tratar de resolver los problemas en la producción de semilla.

La producción de semilla de cruza simple es más cara por unidad de área que la de cruza doble. Sin embargo, esta desventaja puede ser compensada, con respecto al mantenimiento de la semilla para las cruza simple con el hecho de que solo son dos orígenes en comparación de las cuatro involucradas en la cruza doble, (Schnell, 1973).

Jugenheimer (1981) indica que la semilla de la cruza simple se produce, forzosamente, en plantas endocrinadas, que son pobres productoras de semilla y polen. El rendimiento bajo provoca alto costo de la semilla, lo cual ocasiona que inicialmente el híbrido simple no llegue a ser popular después de los escritos de Shull.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Características de la Zona

El área de estudio (Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco) se encuentra situada, en la región Centro del Estado, a los 20°27" de latitud norte y a los 103°26" de longitud oeste. Con un altitud promedio de 1500 m.s.n.m. Limita al norte con Zapopan y Tlaquepaque, al sur con Jocotepec y Chapala, al oeste con Tala y Acatlán de Juárez y al este con Ixtlahuacán de los Membrillos.

El clima predominante en la región es semicálido subhúmedo (A) C (W) w con lluvias durante el verano, sin cambio térmico invernal ya que éste está bien definido.

La temperatura media anual es en promedio de 20.5°C, con una oscilación de 37° y 4°C como máxima y mínima respectivamente, de acuerdo a la clasificación de Koppen modificada por Enriqueta García (1981).

La mayor parte del área tiene regímenes pluviométricos superiores a los 800 mm de precipitación anual, de los cuales el mayor porcentaje se distribuye en los meses de Junio, Julio y Agosto.

Los suelos que se detectaron para el municipio en la Síntesis Geográfica de Jalisco, son principalmente de tres tipos: Regosoles y Vertisoles con un 36% cada uno y Feozem con un 28% del total de la superficie. Por sólo citar algunas de las características de estos suelos, en los regosoles, debido a que son suelos poco evolucionados sobre material no consolidado, presentan un contenido de M.O. pobre (menor al 1%), pero con presencia de calcio y arcillas que ayudan a favorecer una estructura moderadamente desarrollada, per se; cuentan con infiltración moderada y en consecuencia mayor resistencia a erosionarse.

El sistema de producción que principalmente se explota en el área son cultivos de sorgo y de maíz y algo de pastizales.

3.2 Material Genético

El material genético que se utilizó fueron 25 líneas intermedias avanzadas (Cuadro 1), algunas de ellas con niveles de endogamia hasta de 9 generaciones de autofecundación; 26 líneas tardías avanzadas (Cuadro 2), algunas con niveles de endogamia hasta de 8 generaciones; 42 cruzas simples entre las líneas intermedias avanzadas (Cuadro 3) y como testigos a la hembra del H-220, HV-313, H-311, B-840, Miranda-355, H-422 Y H-433; 48 cruzas simples entre las líneas tardías avanzadas (Cuadro 4) y

como testigos H-314, Miranda-355, H-311, B-840, 3288, P-507, 3292, A-781, A-681, 3242 y B-810, (Cuadro 5).

En mejoramiento genético es importante para las necesidades actuales y futuras mejorar las poblaciones antes de extraer líneas puras para desarrollar híbridos o compuestos. A continuación se presentan las poblaciones mejoradas y las genealogías de las líneas puras que se usaron para desarrollar el presente estudio, (Cuadros 6 y 7).

Con respecto a las cruzas simples tanto tardías como intermedias, éstas se obtuvieron al cruzar aleatoriamente una línea con dos o tres de estas mismas, dentro de su grupo correspondiente.

Cuadro 1. Líneas intermedias avanzadas de la Región Centro (Bajo).

ENTRADA	GENEALOGIA
1	347-14-2-2
2	347-88-2-2
3	FPMG-67-2-1
4	Pool 20-11-2-1-1
5	Pool 20-14-1-1-2
6	Pool 20-54-1-1-1
7	BD 2-181-1-2-1
8	BD 2-186-4-2-2
9	BD 2-186-4-2-1
10	BD 2-120-1-2
11	BD 2-172-1-1-1
12	19-118-2-4-2-1
13	MI-23-1-1-1-3-1-6-2-1
14	PABGT HC-1-2-2
15	(B-16 X Pool 19) X B-16(al cubo) 1051
16	(Pool 19 X LB) F4-3
17	(Pool 19 X LB) F4-6
18	(Pool 19 X LB) F4-9
19	(Pool 19 X LB) F4-25
20	(Pool 19 X LB) F4-32
21	(Pool 19 X LB) F4-35
22	(Pool 19 X LB) F4-37
23	(Pool 19 X LB) F4-40
24	(Pool 19 X LB) F4-49
25	(Pool 19 X LB) F4-52
26	T-38 (T)*
27	B-34 (T)
28	B-32 (T)
29	B-33 (T)

* T = Testigo

Cuadro 2. Líneas tardías avanzadas de la Región Centro (Bajo).

ENTRADA	GENEALOGIA
1	(B-32 X Pool 24) x B-32*-17-2
2	(B-33 X Pool 24) X B-33*-20-1
3	(B-33 X Pool 24) X B-33*-49-1
4	(B-33 X Pool 24) X B-33*-109-1
5	(B-33 X Pool 24) X B-33*-113-2
6	B-806-22-6-1-2
7	B-806-22-6-1-3
8	B-806-48-1-1-2
9	B-840-96-1-2-1-1
10	B-840-160-3-2-1-2
11	B-840-160-3-2-3-1
12	B-840-169-1-3-2-2
13	345-155-2-2-2-2
14	345-71-1-1-1
15	345-182-1-2-1
16	Pool 24-57-1-2-2
17	Pool 24-39-1-1-1
18	Pool 24-39-1-2-1
19	24-MZ-102-2-1-1-4-1-2-1-1
20	24-MZ-102-2-1-1-4-1-2-5-1
21	24-MZ-102-2-2-1-5-1-1-2-2
22	32-P145-4-1-1-1-4-1
23	32-P214-2-1-5-1-3-1
24	21-1-1-3-1-2-1-1
25	21-1-1-3-1-2-2-2
26	21-1-1-3-1-2-6-1
27	T-37 (T)*
28	B-34 (T)
29	B-32 (T)
30	B-33 (T)

* X B-322 = B-32 al cuadrado

X B-332 = B-33 al cuadrado

** T = Testigo

Cuadro 3. Cruzas simples entre líneas intermedias avanzadas de la Región Centro (Bajío).

ENTRADA	C R U Z A*	ENTRADA	C R U Z A*
1	7 X 14	26	12 X 21
2	7 X 16	27	12 X 2
3	7 X 4	28	12 X 5
4	26 X 14	29	12 X 8
5	26 X 16	30	22 X 23
6	26 X 4	31	22 X 24
7	17 X 17	32	22 X 11
8	17 X 16	33	22 X 6
9	17 X 14	34	25 X 23
10	9 X 18	35	25 X 24
11	9 X 3	36	25 X 11
12	19 X 18	37	25 X 6
13	19 X 3	38	15 X 23
14	19 X 1	39	15 X 24
15	13 X 18	40	15 X 11
16	13 X 3	41	15 X 5
17	13 X 1	42	1 X 23**
18	20 X 21	43	H-220 (T)
19	20 X 2	44	HV-313 (T)
20	20 X 5	45	H-311 (T)
21	20 X 8	46	B-840 (T)
22	10 X 21	47	MIRANDA-355 (T)
23	10 X 2	48	H-422 (T)
24	10 X 5	49	H-433 (T)
25	10 X 8		

* Para conocer la genealogía de las cruzas ver Cuadro 1.

** Para conocer la genealogía de esta línea ver Cuadro 2.

T = Testigo.

Cuadro 4. Cruzas simples entre líneas tardías avanzadas de la Región Centro (Bajío).

ENTRADA	C R U Z A*	ENTRADA	C R U Z A*
1	1 X 9	33	22 X 11
2	1 X 13	34	22 X 17
3	1 X 27	35	22 X 26
4	2 X 31	36	18 X 8
5	2 X 9	37	18 X 5
6	2 X 13	38	18 X 20
7	2 X 27	39	18 X 21
8	24 X 31	40	12 X 8
9	24 X 9	41	12 X 5
10	24 X 13	42	12 X 20
11	24 X 27	43	12 X 21
12	14 X 6	44	23 X 8
13	14 X 3	45	23 X 5
14	14 X 16	46	23 X 20
15	14 X 25	47	28 X 27
16	10 X 6	48	CSM-8804 (T)
17	10 X 3	49	ODON-356 (T)
18	10 X 16	50	2 X 1
19	10 X 5	51	3 X 1
20	19 X 6	52	4 X 1
21	19 X 3	53	5 X 1
22	19 X 16	54	MIRANDA-355 (T)
23	19 X 25	55	H-311 (T)
24	4 X 5	56	B-840 (T)
25	4 X 11	57	F-3288 (T)
26	4 X 17	58	F-507 (T)
27	4 X 26	59	F-3292 (T)
28	15 X 7	60	A-781 (T)
29	15 X 11	61	A-681 (T)
30	15 X 17	62	[ETO(S1)C1] X [CE(HC)C1](T)
31	15 X 26	63	F-3242 (T)
32	22 X 7	64	B-810 (T)

* Para conocer la genealogía de las cruzas ver Cuadro 2.
T = Testigo.

Cuadro 5. Genotipos que se usaron como testigos en las cruzas intermedias y tardías, con su tipo de craza, origen e institución a la que pertenecen.

GENOTIPO	TIPO DE CRUZA	ORIGEN	INSTITUCION
CSM 8804	CS	NOROESTE	INIFAP
H-314	CS	BAJIO	INIFAP
H-220	CS	BAJIO	INIFAP
H-422	CS	TAMAULIPAS	INIFAP
MIRANDA-355	CT	BAJIO-JALISCO	INIFAP
B-840	CT	JALISCO (CENTRO)	DEKALB
3288	CT	JALISCO (CENTRO-SUR)	PIONEER
3292	CT	JALISCO (CENTRO-SUR)	PIONEER
3242	CT	JALISCO (CENTRO-SUR)	PIONEER
H-433	CT	TAMAULIPAS	INIFAP
H-311	CD	BAJIO	INIFAP
F-507	CD	JALISCO	PIONEER
A-781	CD	BAJIO	ASGROW
A-681	CD	COSTA, JALISCO	ASGROW
B-810	CD	COSTA, JALISCO	DEKALB
HV-313	CI	JALISCO CENTRO	INIFAP

CS = Cruza simple

CT = Cruza triple

CD = Cruza doble

CI = Cruza intervarietal

3.3 Diseño Experimental y Tratamientos

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, para el caso de líneas, con 29 y 30 tratamientos y para el caso de cruza simples se utilizó un látice triple con 49 y 64 tratamientos para las intermedias y tardías, respectivamente. En

todos los casos se utilizaron tres repeticiones por tratamiento.

Para obtener una densidad de población de 60,000 plantas por hectárea se sembraron dos granos por mata a una distancia de 20 centímetros; posteriormente se "aclareò" a una planta por mata. Los tamaños de la parcela tanto la experimental como la ùtil fue de 3.2 m², es decir, un surco de 4 metros de largo con 80 cm de separaciòn.

3.4 Prácticas de Campo

Los cuatro experimentos se establecieron en un terreno propiedad del señor Anastacio Chitica, ubicado a un kilòmetro de la carretera Guadalajara-Morelia, a la altura del kilòmetro 20. La preparaciòn del terreno consistiò en dar un barbecho a 30 cm de profundidad y dos rastreos. En todos los experimentos se aplicò el mismo manejo agronòmico desde la siembra a la cosecha.

La siembra se realizò en seco el día 13 de Junio de 1989 y al mismo tiempo se aplicò una quinta parte, aproximadamente, del nitrògeno y todo el fòsforo (32-96-00) de la fertilizaciòn recomendada; de igual manera se efectuò la aplicaciòn de Oftanol (20 kg/ha), para controlar las plagas del suelo. El día dos de Julio se presentò la primera lluvia, la que permitiò que el terreno se

humedeciera lo suficiente para la germinación y emergencia de la semilla; el día siguiente se aplicó herbicida preemergente Prima-gram a la dosis de cuatro litros por hectárea. El día 11 del mismo mes se observó el lote experimental con buena nacencia y bastante uniformidad, ya que los materiales que se vieron favorecidos por las precipitaciones que habían estado ocurriendo desde el día dos.

El día 24 de Julio se hizo un aclareo para ajustar a la densidad de población mencionada anteriormente; posterior a esto se aplicó el resto del nitrógeno, 148 kg/ha para completar el tratamiento 180-96-00, y se tapó con tractor, destapando las posibles plantas que hubieran quedado cubiertas con tierra al paso de la maquinaria. El 26 de ese mismo mes se aplicó Lorsban 480 E, a una dosis de 1 lt/ha para controlar plagas del follaje como, gusano cogollero y picudo. Una de las últimas labores fue la de segunda aplicación de herbicida, a una dosis de 4 lt/ha de Primagram que se efectuó para prevenir la emergencia de maleza después del cultivo, y evitar así que interfiriera en la expresión de los genotipos.

Debido a que la infestación de larvas de diabrótica fue muy severa en el sitio experimental, se llevó a cabo una segunda aplicación de insecticida; en esta ocasión se aplicaron aproximadamente 30 kg/ha de Furadán 5% G, entre la novena y décima hoja ligulada de desarrollo del cultivo. Asimismo, aproximadamente en

esta etapa, se realizó un deshierve manual para mantener los experimentos limpios y facilitar así, la toma de datos de planta y la cosecha.

3.5 Caracteres Medidos

Las variables que se usaron para caracterizar y evaluar a los genotipos, se tomaron de los formatos, que para la descripción varietal del maíz sugieren el CIAT (1983), y la que sugiere el Comité Calificador de Variedades y Plantas (CCVP); no obstante no se consideraron todas las variables que allí se incluyen; sino solo aquellas que se juzgaron más importantes y sobre todo, más factible de describirse; aunado a ello, se tomaron otros rasgos cuya descripción se estimó conveniente. La estimación se obtuvo de acuerdo a tres etapas que a continuación se mencionan:

- 1a. Variables que se tomaron en base a cinco plantas con competencia completa por parcela útil.
- 2a. Variables que se registraron al tomar en cuenta el total de la parcela útil.
- 3a. Variables que fueron generadas de los datos antes mencionados.

Las variables que se tomaron en cuenta en base a cinco plantas con competencia completa por parcela útil fueron:

Longitud de la mazorca (LM). Distancia en cm desde la base hasta el ápice de la mazorca.

Diámetro de la mazorca (DM). Grosor en cm de la parte central de la mazorca, medido con un vernier.

Hileras por mazorca (HM). Número de hileras de granos contados en la parte media de la mazorca principal.

Granos por hilera (GH). Número de granos contados en hilera de tamaño medio.

Altura de la planta (AP). Medida en cm desde la superficie del suelo a la hoja bandera.

Ramas totales de la espiga (RE). Incluye solamente las ramas secundarias.

Longitud de la espiga (LE). Distancia en cm del inicio de ésta a la parte superior.

Longitud del pedunculo (LP). Distancia en cm de la hoja bandera al inicio de la espiga.

Hojas totales (HT). Número de hojas de la planta, desde la primera hasta la hoja bandera.

Hojas arriba de la mazorca (HA). Contadas a partir de la mazorca principal hasta la panoja.

Las variables que se registraron al considerar el total de la parcela útil fueron:

Sobrevivencia (SV). Característica conveniente de medir con la finalidad de determinar la calidad de la semilla y de la plántula, para continuar con el crecimiento y desarrollo.

Plantas cosechadas (PC). Se contó el número total de plantas que llegaron a la cosecha y de éstas se contaron las que estaban acamadas de raíz, acamadas de tallo y enfermas.

50% de floración masculina (M). Se determinó en función del número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las espigas de la parcela tuvieran anteras liberando polen.

50% de floración femenina (F). Se determinó en función del número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela habían emitido los estigmas de la inflorescencia femenina superior.

Inicio de floración masculina (IM). Días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que el eje central de la panoja (inflorescencia masculina) presentó alrededor de 2 cm de anteras expuestas y derramando polen.

Fin de floración masculina (FM). Días transcurridos desde la siembra hasta que cesa el derrame de polen de las anteras.

Inicio de floración femenina (IF). Lapso de días entre la siembra y la aparición de los primeros estigmas de longitud aproximada de 3 cm.

Fin de floración femenina (FF). Lapso en días entre la siembra y el momento en que los estigmas ya no fueron receptivos, no turgentes de un aspecto "dorado" o "quemado".

Para analizar la calidad de la semilla tanto de las líneas como de las cruces, se mezclaron las tres repeticiones de cada uno de los tratamientos para los cuatro experimentos y una vez pesada el total de ésta, se separó para clasificarla como plano grande (PG), plano mediano (PM), plano chico (CH), bola mediana (BM) y bola chica (BC), y se hizo una estimación por tratamiento, con el propósito de conocer el porcentaje que le correspondía a cada uno de estos tamaños. La separación de los diferentes tamaños de semilla fue con el uso de tres cribas que la Productora Nacional de Semillas usa para su clasificación de semilla.

La separación de semilla con las cribas fue de la siguiente manera:

- La semilla de plano grande fue la que quedó al utilizar la criba No.9.
- La de plano medio fue la que pasó por la criba No.8.
- La de plano chico fue la que pasó por la criba No.7.
- La de bola media fue la semilla que quedó en la criba No.8.
- La de bola chica fue la semilla que quedó en la criba No.7.

Con el propósito de conocer las dimensiones de largo, ancho y espesor de cada uno de los tipos de grano, antes mencionados, se obtuvieron 15 muestras a nivel de experimento y con el uso de un vernier se hicieron las estimaciones.

Producción de polen (PP). Característica importante de los progenitores masculinos, que se califica por la cantidad de polen que derrama una panoja en plena floración, al sacudirla o golpearla contra una superficie negra. Se clasificó así:

B = Buena

R = Regular

M = Mala

Color del follaje (CF). Coloración predominante de las hojas en la etapa final del llenado del grano:

P = Verde pálido

O = Verde oscuro

N = Verde normal

M = Verde muy oscuro

Las variables que fueron generadas de los valores de cinco plantas o bien del total de la parcela útil fueron las siguientes:

Rendimiento de grano (REN). Dato expresado en peso de grano por hectàrea, al 0% de humedad. La expresi3n para determinar esta variable esta dada por:

$$\text{REN (ton/ha)} = 3125 \times \text{Peso de Grano}/1000$$

Mazorcas por planta (MP). Nùmero de mazorcas bien formadas y de tamaño mayor a la mitad de la mazorca principal. Se obtuvo con la ecuaci3n siguiente:

$$\text{MP} = \frac{\text{No. de mazorcas cosechadas}}{\text{No. de plantas cosechadas}} \times 100$$

Mazorcas sanas (MS). Se calcul3 mediante la siguiente ecuaci3n:

$$\text{MS} = \frac{\text{No. de mazorcas sanas}}{\text{No. de mazorcas cosechadas}} \times 100$$

Mazorcas dañadas (MD). Se obtuvo con el apoyo de la siguiente ecuación:

$$MD = \frac{\text{No. de mazorcas dañadas}}{\text{No. de mazorcas cosechadas}} \times 100$$

Acame de raíz (R). Se contaron las plantas que presentaron una inclinación mayor de 30' a partir del nivel del suelo, y sin que el tallo de éstas estuviera roto. Y se calculó con la ecuación siguiente:

$$R = \frac{\text{No. de plantas acamadas de raíz}}{\text{No. de plantas cosechadas}} \times 100$$

Acame de tallo (T). Se contaron las plantas que estaban ladeadas por haberse roto el tallo, y se obtuvo con la ecuación siguiente:

$$T = \frac{\text{No. de plantas acamadas de tallo}}{\text{No. de plantas cosechadas}} \times 100$$

Número de granos por metro cuadrado (GM2). Se calculó mediante la ecuación siguiente:

$$GM2 = \text{Hileras por mazorca} \times \text{Granos por hilera} / 3.2$$

Densidad del grano (DG). Se calculó mediante la ecuación:

$$DG = \frac{\text{Volumen de 100 semillas}}{\text{Peso de 100 semillas}}$$

Para determinar el volumen se desgranaron dos hileras de cada mazorca (15 mazorcas) se mezcló el grano y se tomaron 100 al azar para determinar su volumen en ml.

Para el peso de 100 granos, se peso en gramos la muestra anterior.

Carbón común (CC). El hongo que ocasiona esta enfermedad es el Ustilago maydis y lo hace a nivel de tallos, hojas, mazorcas y espigas. Se estimó mediante la ecuación siguiente:

$$CC = \frac{\text{No. de plantas enfermas}}{\text{No. de plantas cosechadas}} \times 100$$

Area foliar (AF). Para determinar el área foliar se uso la ecuación siguiente:

$$AF = \text{Long. hoja de Mz} \times \text{Ancho hoja de Mz} \times 0.75$$

3.6 Análisis Estadístico

3.6.1 Análisis de Varianza

El análisis de varianza para las variables consideradas por unidad experimental en los lotes de evaluación de las líneas

intermedias y tardías y la evaluación de las cruzas simples intermedias y tardías, fueron analizadas con base en el modelo del diseño bloques completos al azar para las líneas y como diseño látice triple para las cruzas simples.

3.6.1.1 El modelo del diseño bloques completos al azar se describe a continuación (Martínez, 1981):

$$Y_{ij} = U + R_i + T_j + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, \text{ y } 3$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, 29$$

donde:

Y_{ij} = Valor observado del j -ésimo tratamiento en la i -ésima repetición,

U = Media general,

R_i = Efecto asociado a la i -ésima repetición,

T_j = Efecto producido por el j -ésimo tratamiento,

E_{ij} = Error asociado a la observación Y_{ij} ,

$$E_{ij} \sim NI(\sigma, e)$$

Cuadro 6. Forma del análisis de varianza para el diseño bloques completos al azar.

FUENTES DE VARIACION (FV)		GRADOS DE LIBERTAD (GL)
Repeticiones	(R)	$r - 1$
Tratamientos	(T)	$t - 1$
Error	(E)	$(r - 1) (t - 1)$
Total	(To)	$tr - 1$

3.6.1.2 El diseño látice triple se describe a continuación, con su modelo base como:

$$Y_{ijk} = U + P_i + T_k + B_{ij} + e_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = Es el valor de la característica estudiada en el bloque j de la repetición i con el tratamiento k ,

U = Es el efecto general,

P_i = Es el efecto de la repetición i ,

T_k = Es el efecto del tratamiento k ,

B_{ij} = Es el efecto del bloque j dentro de la repetición i , y

e_{ijk} = Es el término de error de la unidad experimental (e_{ijk}); bajo la suposición de no correlación, con varianza $2e$ y media cero (Saito, 1976).

La forma general del análisis de varianza se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Estructura del análisis de varianza para látices.

FUENTES DE VARIACION	G.L.	C.M.	F
Repeticiones	$q - 1$	CMR	
Bloques dentro de repeticiones eliminando tratamientos.	$q(p - 1)$	Eb	$\sigma^2 + \frac{p(q-1)}{q} \sigma^2_b$
Tratamientos ignorando bloques.	$p^2 - 1$	CMT	
Error intrabloque.	$(pq-p-1)(p-1)$	Ee	σ^2
Total corregido.	$p^2q - 1$		

3.6.2 Comparación de Medias

Una vez comprobada la existencia de diferencia entre genotipos, se aplicó la prueba de Tukey para medias ajustadas de las

variables en estudio y sobre todo para rendimiento, con la finalidad de determinar cuales fueron los genotipos superiores. Lo anterior se realizó con el apoyo de la salida SAS, la que hace uso de la distribución del rango estandarizado; para su empleo calcula la diferencia significativa honesta (DSH), dada por la relación, (Steel y Torrie, 1986):

$$W = Q_{\alpha}(p, fe) \times (CME/n)^{1/2},$$

donde:

- W = Diferencia mínima significativa,
- $Q_{\alpha}(p, fe)$ = Amplitud estandarizada de Tukey,
- p = Número de medias a comparar,
- fe = Grados de libertad del error,
- α = Nivel de significancia,
- CME = Cuadro medio del error,
- n = Número de observaciones para obtener la media,

Después de tomar la muestra y determinar si el valor (X) de la estadística de prueba (X) en esa muestra pertenece a la región de no rechazo, la decisión se formuló como sigue:

Si $X = 0$, Se rechaza H_0 con un nivel de significancia del 0.5

Si $X \neq 0$, No se rechaza H_0 con un nivel de significancia del 0.5

3.6.3 Correlaciones

Se efectuaron las correlaciones simples posibles entre los 30 caracteres medidos estadísticamente, tanto para las líneas como para las cruas simples.

El coeficiente de correlación (r), que mide el grado de

asociación entre dos variables, se calculó con la fórmula siguiente: (Infante y Zarate, 1984).

$$V_{xy} = \text{Cov } xy / s_x \times s_y,$$

donde:

Cov xy = Es la varianza entre las variables X y Y,

s_x = Es la desviación estandar de la variable X,

s_y = Es la desviación estandar de la variable Y,

De manera más explícita, la ecuación para la correlación puede escribirse:

$$V_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{n}}{\left\{ \left[\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n} \right] \left[\sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n Y_i)^2}{n} \right] \right\}^{1/2}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Líneas Tardías Avanzadas

En el Cuadro 8 se observa el comportamiento de líneas como, la T-37 (27) del trópico subhúmedo, la B-34 (28) del Centro de Jalisco, la B-32 (29) y B-33 (30) del Bajío, las cuales se utilizaron como testigos para evaluar y caracterizar a las líneas per se tardías avanzadas. La línea T-37, no obstante de ser del trópico subhúmedo rindió más que los testigos y que otros materiales tanto del Bajío como del mismo Centro de Jalisco, sin embargo fue superada en producción y en otras características agronómicas por genotipos como la 23 introducida del Programa de Ciudad Obregón; 2, 12, 18 y 3 líneas derivadas y seleccionadas en Jalisco.

Las líneas que participaron de la población B-806 fueron de rendimiento generalmente malo y específicamente la 7 que además de presentar baja productividad tuvo problema de sanidad y baja relación de mazorcas por planta entre otras características.

De acuerdo al análisis de varianza para rendimiento hubo diferencias altamente significativas entre las medias de las líneas, lo cual era de esperarse debido a la diversidad de materiales, y esto quiere decir, que existen líneas per se sobre-

Cuadro 8. Evaluación de líneas tardías avanzadas de la Región Centro (Bajío).
Tlajomulco 1989T.

ENT	REN	SV	PC	MP	M A Z O R C A				GM ²	DG	ACAME			SANIDAD			ALTURA		F L O R A C I O N						E S P I G A			HOJAS		G R A N O					PP	CF			
					LM	IM	HM	GH			R	T	MS	MD	CC	AP	AM	IM	M	FM	IF	F	FF	AF	RE	LE	LP	HT	HA	PG	PM	PC	BM	BC					
23	3.2	65	18	1.3	15	3.9	15	31	3627	0.8	6	4	28	31	0	136	60	63	68	81	65	71	74	586	15	33	1.3	15	6	1	16	23	25	35	B	O			
2	2.3	85	19	1.0	15	3.7	15	26	2340	0.7	2	2	16	34	0	149	68	64	70	81	70	75	80	483	13	31	1.1	15	6	0	7	31	16	46	B	O			
12	2.1	80	20	0.9	11	3.5	14	21	1588	0.8	0	3	24	20	0	142	78	72	75	86	71	76	84	520	11	35	4.7	15	6	0	6	18	15	61	B	N			
18	2.1	63	16	0.9	12	3.6	14	23	1739	0.8	2	0	22	30	0	128	66	70	73	83	71	74	80	549	13	32	0.5	16	6	7	16	8	36	40	B	O			
3	2.0	88	20	0.9	14	3.6	13	27	1895	0.7	0	7	0	48	0	154	96	66	71	85	70	74	82	540	18	32	0.1	16	6	3	15	7	47	14	B	N			
5	1.9	80	18	0.8	13	3.4	15	24	1728	0.8	0	2	13	31	0	132	64	69	74	87	72	79	84	586	8	36	2.4	17	7	0	2	18	19	61	B	M			
27	1.7	80	19	0.6	12	4.0	17	23	1408	0.8	0	0	22	36	0	160	80	70	76	89	75	83	89	603	17	30	1.8	17	6	0	21	28	11	40	R	O			
20	1.7	68	17	0.5	11	4.0	14	18	756	0.8	0	0	21	39	0	112	51	70	73	85	71	74	84	519	18	24	0.0	17	7	2	13	3	62	20	B	N			
13	1.5	85	19	0.7	11	3.7	13	18	983	0.9	2	5	31	29	0	150	98	71	74	87	72	76	85	461	12	26	3.5	17	7	2	14	5	46	33	B	P			
17	1.5	73	18	0.9	11	3.3	14	21	1588	0.9	0	0	25	34	2	119	62	68	72	83	70	73	81	475	11	31	0.5	15	6	0	8	13	25	54	B	O			
28	1.4	50	16	0.6	12	3.6	12	19	821	0.8	2	2	30	26	4	148	74	69	75	86	69	75	88	589	7	27	1.9	16	7	7	14	7	56	16	R	N			
11	1.1	70	18	0.6	13	3.4	15	23	1242	0.8	11	0	16	40	2	165	90	68	71	84	73	78	88	535	10	36	1.5	17	6	0	7	22	17	54	B	N			
15	1.1	78	19	0.6	12	3.5	15	21	1134	0.6	0	3	27	41	0	137	65	69	73	88	75	80	89	501	10	31	0.5	15	7	0	12	17	17	54	B	N			
19	1.1	78	18	0.8	10	4.0	15	15	1080	0.8	2	0	11	58	2	96	46	70	72	85	71	75	85	478	16	23	0.0	17	7	1	12	3	62	22	B	N			
24	1.0	85	20	0.7	11	3.3	15	17	1071	0.8	0	2	8	44	0	128	73	70	73	85	71	75	80	386	12	31	1.8	15	5	0	5	28	13	54	B	N			
10	1.0	83	19	0.4	13	3.3	14	21	706	0.8	5	0	17	42	2	185	93	70	75	86	76	82	87	518	12	37	4.5	17	7	0	8	15	29	48	B	N			
25	1.0	83	20	0.7	12	3.5	15	19	1197	0.8	0	0	4	49	2	118	68	69	72	87	71	75	87	420	11	29	0.6	15	5	0	3	29	9	59	B	N			
30	1.0	90	20	0.5	12	3.6	16	18	864	0.8	0	2	0	42	0	154	89	66	69	86	72	77	92	492	13	33	0.9	15	6	0	2	10	23	65	B	N			
8	0.9	38	13	0.8	11	3.4	13	21	1310	0.9	0	0	21	39	2	106	53	71	77	85	74	78	82	421	13	26	3.5	15	7	0	15	15	28	42	B	O			
29	0.9	65	17	0.7	13	3.3	15	22	1386	0.8	14	0	5	66	0	172	108	73	77	90	74	79	87	643	13	37	0.6	16	5	2	8	2	58	30	B	M			
26	0.8	90	19	0.6	12	3.3	15	18	972	0.9	5	0	0	47	0	119	63	73	76	87	75	77	84	387	9	33	1.7	14	5	0	7	32	10	51	B	O			
14	0.8	70	19	0.6	11	4.2	13	19	889	0.8	20	2	13	69	3	133	80	70	74	84	72	78	85	526	20	29	0.0	16	6	10	18	4	52	16	B	P			
9	0.8	85	19	0.4	11	3.5	16	21	806	0.8	3	0	12	49	0	141	73	66	74	84	68	80	--	520	10	29	1.3	15	6	0	3	6	15	76	B	N			
21	0.8	65	16	0.5	10	4.2	18	15	810	0.8	0	2	32	48	6	114	51	79	81	88	75	85	--	532	10	27	0.1	15	6	0	13	15	26	46	B	N			
1	0.7	80	18	0.5	14	3.5	15	24	1080	0.9	5	3	4	56	2	189	122	75	79	87	79	85	87	664	19	42	2.8	16	5	0	9	4	48	39	B	N			
6	0.6	50	15	0.5	12	3.5	15	21	945	0.8	2	0	0	54	2	134	66	74	80	--	74	80	--	500	8	36	7.1	14	6	0	0	47	0	53	B	O			
4	0.5	80	19	0.3	13	3.7	14	20	504	0.8	0	0	9	54	0	145	66	70	76	88	75	81	87	579	11	35	0.0	15	6	7	6	1	20	66	B	O			
16	0.5	63	20	0.4	10	3.1	14	18	605	0.8	0	0	18	49	0	135	75	73	78	87	75	80	86	515	13	29	0.0	17	6	0	2	33	6	59	B	O			
22	0.4	65	18	0.4	9	3.4	11	11	290	0.9	2	0	0	58	2	116	50	71	75	90	73	77	86	388	7	29	2.3	16	6	0	1	6	38	55	B	N			
7	0.2	45	12	0.2	8	3.1	17	15	306	0.9	4	2	0	67	0	129	53	78	82	--	81	87	--	421	7	40	9.7	14	7	0	5	49	14	32	B	O			
X̄	1.3		18	0.7	12	3.6	14	20		0.8			14	44		138	73	70	74	85	73	77	84	511	12	32	1.9	16	6										
DMS	2.2		6	0.7	3.8	0.72	2.9	12		0.2			45	36		34	27	10	8	8	10	28	12	172	5	6	2	2	1										
CV	41		11	31	9.7	6.1	6.2	18		7.2			97	25		7.6	11	4	3	2	4	11	3	10	13	6	39	5	5										
SIGN.**			**	**	**	**	**	**		NS			*	**		**	**	**	**	**	**	NS	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

salientes para la zona de estudio. Si bien el coeficiente de variación (CV) para rendimiento de 41 por ciento no fue bajo, pudiera ser justificable si se toma en cuenta la diversidad genética entre líneas y niveles de endogamia avanzadas de 3 y hasta de 9 generaciones de autofecundación; aunado a los problemas críticos que se tuvieron con la permeabilidad y drenaje del suelo, y con la raquítica lluvia en el temporal durante el ciclo de cultivo.

4.1.1 Rendimiento

En la Figura 1 se presentan las medias de rendimiento de las líneas tardías. La línea 23 rindió más que el resto, pero hubo otras como 2, 12, 18 y 3 con rendimiento de dos o más toneladas por hectárea que fueron iguales estadísticamente pero hubo diferencia con las líneas 6, 4, 16, 22 y 7 que fueron las que rindieron menos. El rendimiento de las líneas per se, en general, fue aceptable a pesar de las condiciones tan críticas que se presentaron en el ambiente de evaluación. Los valores extremos de rendimiento de las líneas fueron 0.2 y 3.2 ton/ha.

En la Figura 2 se presenta el rendimiento promedio de cada línea por población. Las poblaciones 32, B-33, Pool 24, B-840, 345 y 24 dieron líneas con rendimientos aceptables, en cambio B-32, B-806 y 21 dieron líneas de bajos rendimientos. Las poblaciones se pueden dividir en tres grupos de acuerdo al rendimiento

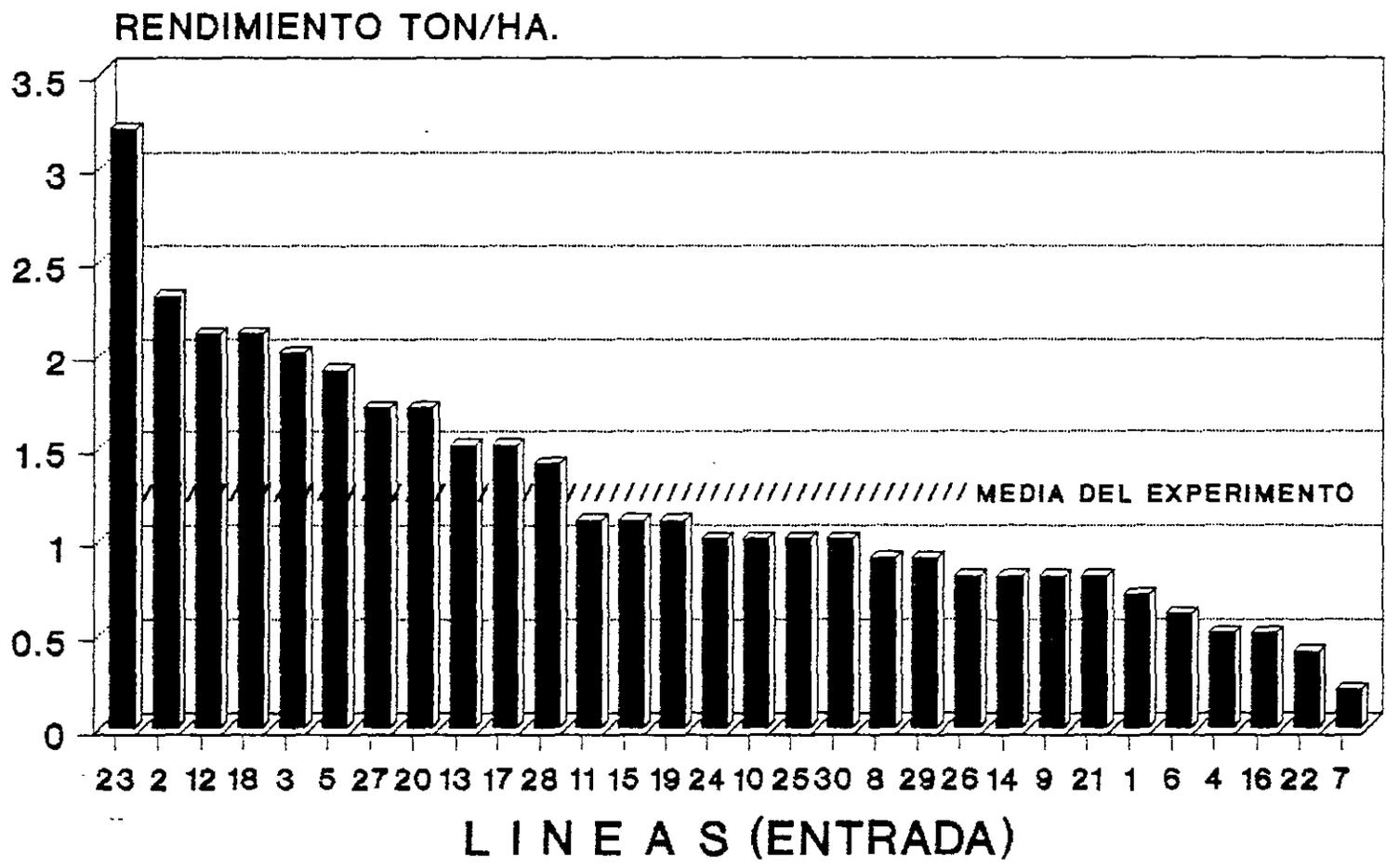


Fig. 1. Medias de rendimiento para cada una de las líneas tardías avanzadas p-v 1989.

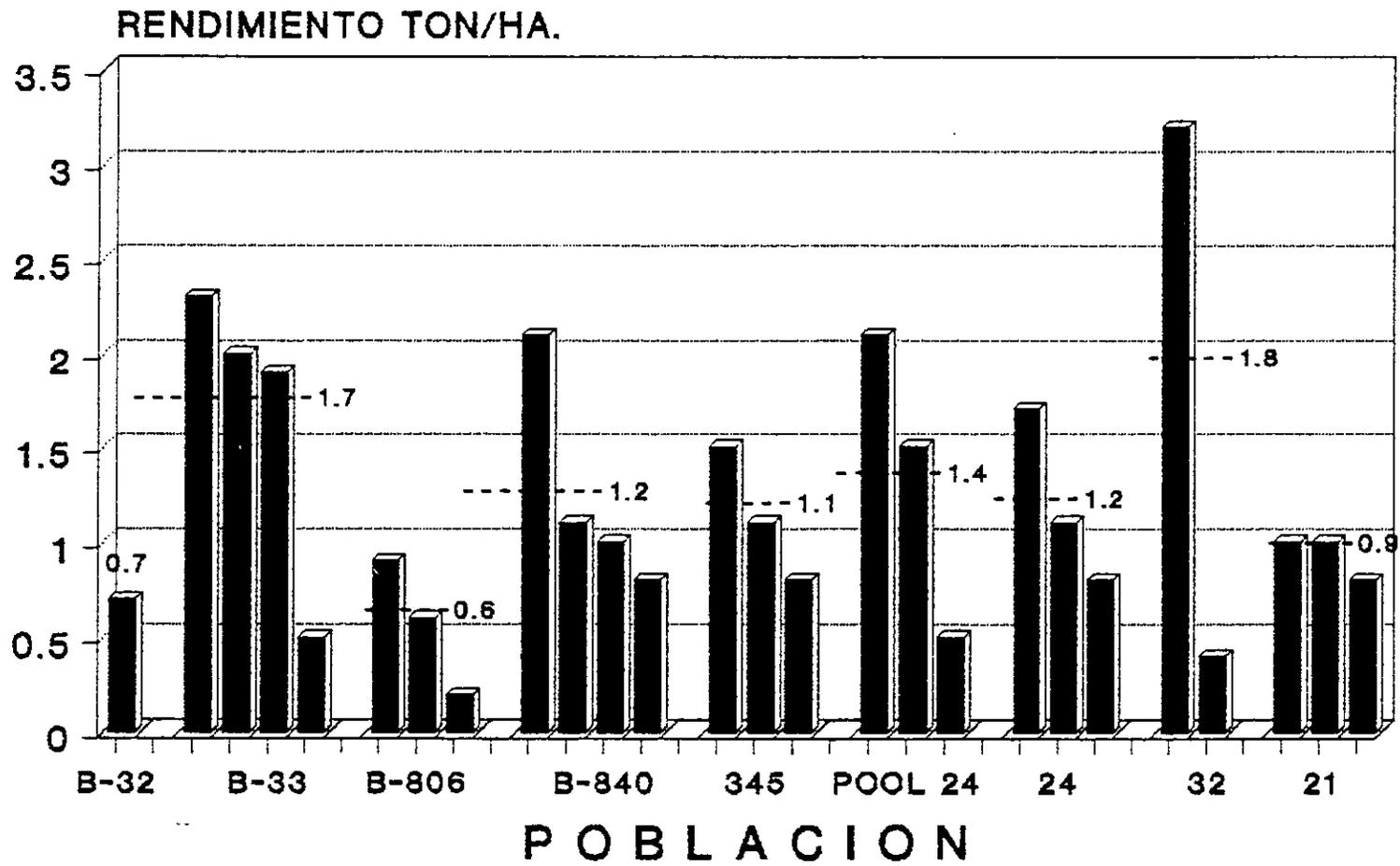


Fig. 2. Rendimiento promedio de cada línea por población.

de sus líneas como son: bajo, medio y alto para B-32 y B-806; 21, 345 y B-840; Pool 24, B-33 y 32, respectivamente.

El Cuadro 8 contiene la significancia, para las diferentes variables agronómicas evaluadas. En la mayoría de los casos hubo diferencias altamente significativas, sin embargo éstas no se detectaron para acame de raíz (R), acame de tallo (T), carbón común (CC) y para el 50 por ciento de floración femenina. Los coeficientes de variación fueron menos del 20 por ciento en gran número de variables; de cuarenta variables analizadas en una se registró un valor de 97 por ciento, en otra de 41 por ciento, y en otras tres entre 25 y 39 por ciento. El porqué del comportamiento de las líneas y de las poblaciones se analizará en las diferentes variables que a continuación se presentan.

4.1.2 Sobrevivencia de Plantas

En la Figura 3 se presenta la sobrevivencia de plantas en las líneas que rindieron bien contra las líneas que presentaron los más bajos rendimientos. En el primer grupo las líneas 3, 2 y 12 presentaron valores mayores o iguales al 80 por ciento; mientras las líneas 6 y 7 registraron valores menores o iguales al 50 por ciento. Lógicamente no es posible obtener buena producción en líneas con densidades de población baja, a pesar de que el potencial de rendimiento sea alto genéticamente.

4.1.3 Mazorcas por Planta

En la Figura 4 se observa que las líneas 23, 2, 12, 18 y 3 presentaron un rango de 0.9 a 1.3 mazorcas por planta y el contraste fue con las líneas 6, 4, 16, 22 y 7 que presentaron un promedio de 0.36 mazorcas por planta con rango de 0.2 a 0.5. Este grupo de líneas registró 64 por ciento de mazorcas menos que el grupo anterior. La habilidad que tiene la planta de maíz para producir una o más mazorcas por planta se presentó con las primeras cinco líneas del Cuadro 8, grupo de genotipos que registró la mayor producción de grano por hectárea y que tuvo buen porcentaje de sobrevivencia. Las líneas que rindieron entre 600 y 200 kilogramos por hectárea solo tuvieron un promedio de 0.36 MP.

En el Cuadro 8 se observa el comportamiento de longitud de la mazorca (LM), diámetro de ella misma (DM), número de hileras por mazorca (HM) y número de granos por hilera (GH). Los materiales que tuvieron buen rendimiento, es decir, aquellos cinco de más de dos toneladas por hectárea registraron una media de longitud de la mazorca de 13.4 cm, contra 10.4 cm, del grupo de los cinco genotipos que menos rindieron. Para DM el promedio del mejor grupo fue de 3.7 cm en comparación del otro que fue de 3.4 cm; para HM la línea 7 fue la que mayor valor registró, no obstante fue el genotipo que obtuvo menor producción de grano. En GH, se tiene al primer grupo con media de 25.6 contra el segundo con media de 17.4 GH.

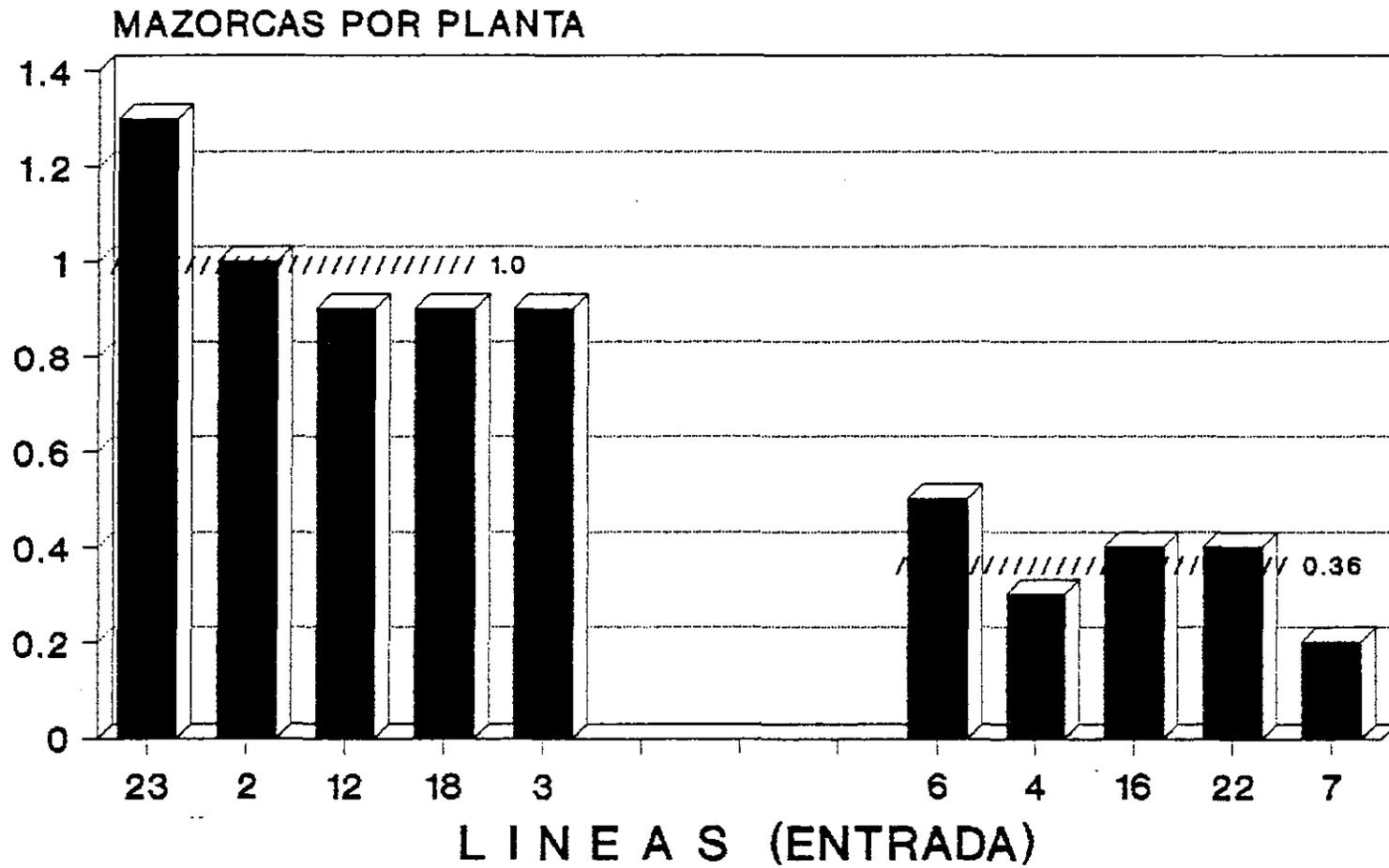


Fig. 4. Mazorcas por planta de líneas que tuvieron buen rendimiento contra líneas de más bajo rendimiento.

Las líneas 23 y 1 tuvieron valores muy favorables en los componentes del rendimiento, lo cual se reflejó en la superioridad de éstas líneas sobre las demás. La mayoría de los materiales registraron de 14 a 16 hileras; la línea 7 con mayor número de HM fue la que manifestó la menor producción de grano por hectárea, posiblemente debido a que el tamaño de grano fue pequeño y de densidad baja. De acuerdo a Tanaka y Yamaguchi (1977) el número de hileras por mazorca es un carácter genético que es poco afectado por las condiciones del cultivo y la diferencia significativa obedece a la variación entre genotipos y no dentro de ellos.

Las líneas 23 y 2 dieron 31 y 26 granos por hilera, respectivamente, estadísticamente iguales entre sí y superiores a la 22 y 7 con 11 y 15 granos menos. Esto concuerda con Jugenheimer (1981) quien asentó que el número y tamaño de los granos contribuyen en el rendimiento.

Con respecto a granos por metro cuadrado (GM²), en la figura 5 se muestran las diferencias que se tuvieron en un grupo más rendidor de cinco genotipos con respecto a otro menos rendidor y se indica la media para cada uno de ellos. En el primer grupo las líneas 23, 2, 12, 18 y 3 tuvieron una media de 2238 GM² con un rango de 1588 a 3627; en cambio las líneas 6, 4, 16, 22 y 7 que registraron media de tan solo 530 GM² y rango de 290 a 945; es decir, éste segundo grupo

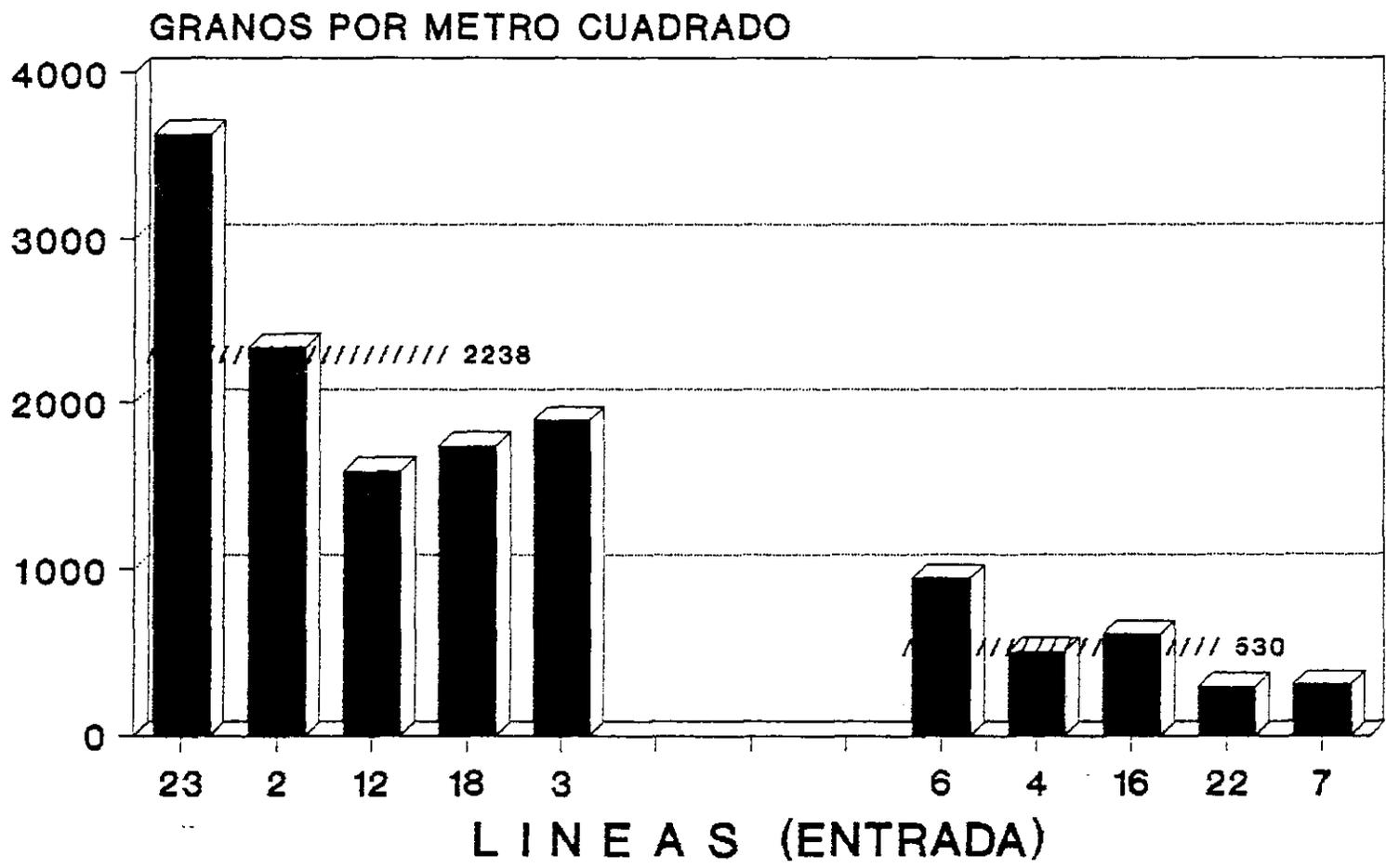


Fig. 5. Granos por m² de las mejores cinco líneas en comparación con las cinco de menor rendimiento de grano.

manifestó un promedio de 1708 granos menos por metro cuadrado. Lo anterior se debió probablemente a la corta longitud de la mazorca y a la poca cantidad de grano que tuvieron por hilera las líneas de segundo grupo.

De acuerdo a Tanaka y Murayama (1964) y a los resultados obtenidos en este estudio, con respecto a los materiales que obtuvieron un mayor número de GM2 posiblemente se deba a la mayor capacidad para la producción de fotosintatos de las líneas durante el llenado del grano. Además que el número de granos está determinado por la longitud de la mazorca, el número de hileras por mazorca, el número de mazorcas por planta y el número de plantas por unidad de área.

4.1.4 Altura, Sanidad y Acame

En el Cuadro 8 se observa que existió diferencia significativa al cinco por ciento de probabilidad de error para AP y AM. Las cuatro líneas más rendidoras, en promedio fueron 20 centímetros de menor porte de planta y mazorca que el promedio de las cuatro líneas que fueron utilizadas como testigos aunque estadísticamente iguales; no obstante, se considera un avance favorable en altura de planta y de mazorca. La reducción del porte de planta en las líneas redundará en híbridos de porte más bajo, los cuales de acuerdo a Castro (1973) han permitido reducir las

pérdidas por acame, aumentar la densidad de población y reducir los niveles de fertilización; además se tiene un ahorro de energía que se capitaliza por lo menos parcialmente en mayor producción de grano, o bien en un menor requerimiento de agua y/o nutrimentos por parte de las plantas.

En el mismo Cuadro 8 están registrados los valores de R, T; también se encuentran los datos de MS, MD y de CC. Las líneas 14, 29 y 11 presentaron un mayor porcentaje de R, a pesar de que las poblaciones 345 y B-840 se han distinguido por su buena calidad de raíz y tallo. Además es importante hacer notar el buen comportamiento que tuvo la línea testigo T-37 (27) del trópico húmedo bajo las condiciones que prevalecieron en el Centro de Jalisco, que al igual que otras líneas no tuvieron plantas acamadas ni de raíz ni de tallo. Las líneas que manifestaron mayor porcentaje de T fueron 3 y 13; sin embargo la 18 tuvo 0 por ciento de T y además rindió bien y con un mínimo de R.

El testigo B-34 (28) y las líneas 14 y 21 fueron los materiales que mayor porcentaje presentaron de CC sobresaliendo nuevamente la línea testigo T-37. Las líneas que menos rindieron tuvieron un mínimo de mazorcas sanas y un máximo de mazorcas dañadas, entre las cuales se encuentran los testigos B-33 (30) y B-32 (29). Sin embargo la línea 12 presentó buena relación de MS y MD; además no tuvo CC ni R y con rendimiento aceptable. Lo anterior refleja los objetivos de los proyectos de mejoramiento

genético, de obtener materiales con resistencia al R, de T y a las enfermedades.

4.1.5 Días a Floración Masculina y Femenina

Las líneas 23 y 2, de mejor rendimiento de grano por hectárea y porte bajo, fueron además más precoces en promedio 6 días que dos de los testigos. Las líneas 22 y 7 con menor producción de grano fueron 10 días más tardías que las anteriores para completar su periodo de floración masculina y femenina. Asimismo, se hace notar que en las diferentes líneas el rango de floración de una etapa a otra, en general, se mantuvo constante; es decir, que para el periodo de IM a M fue un promedio de 6 días y para el periodo de M a FM fue de un promedio de 11 días con el cual el rango de floración masculina fue de 17 días. Para el caso de floración femenina el periodo de IF a F fue también de 6 días pero la diferencia se registró con el periodo de F a FF en donde sólo fue de 6 días y no de 11 como para el caso de M a FM, es decir, que el rango de floración femenina fue de solo 12 días en comparación con los 17 para floración masculina.

Con respecto a la coincidencia de los inicios de floración masculina y femenina, se tiene que en general fue de un promedio de 2 a 4 días entre una y otra, pero la excepción fue para las líneas 12, que primero inició la flor femenina y un día después

la flor masculina. En el caso de la B-34 (28) del Centro de Jalisco tanto la flor masculina y femenina iniciaron el mismo día; mientras tanto la 15 y B-33 (30) registraron 6 días de separación entre IM e IF.

Las líneas 7 y 6 muy emparentadas entre sí no concluyeron con floración masculina y femenina, y para el caso de las líneas 9 y 21 no concluyeron con la floración femenina; las dos primeras líneas tuvieron buena producción de polen, pero quizá no serían recomendables para ser usadas como progenitoras masculinas, debido a que existieron plantas que no abrieron sus anteras para la liberación de polen, además tampoco serían buenas progenitoras femeninas por no exponer estigmas, lo cual se reflejaría en la presencia de plantas jorras. El comportamiento de estas cuatro líneas respondió a las condiciones climáticas que prevalecieron en el sitio experimental en donde la precipitación fue escasa.

4.1.6 Área Foliar, Espiga y Número de Hojas

Al analizar el AF (Cuadro 8), se encontraron diferencias en cuanto a la cantidad que desarrollaron cada una de las líneas, como es el caso de la línea 12 que presentó en su etapa del cultivo menor AF en comparación con líneas testigo, con 483 cm² en promedio y el de las testigo de 583 cm². No obstante de tener menor área foliar, mayor precocidad y porte más bajo que los

testigos, presentó mayor producción de grano; lo cual parece indicar que existe una relación directa entre el número de días a floración y la cantidad de área foliar que desarrolla un genotipo, es decir, aquellos genotipos en que la floración sea temprana tenderán a desarrollar menos área foliar que aquellos otros cuya floración se presenta con un mayor número de días a partir de la fecha de siembra. Las primeras líneas del Cuadro 8, al contar con menor AF tuvieron una mayor eficiencia en la producción de grano.

Las líneas testigo y las más rendidoras mostraron diferencia estadística significativa en los caracteres relacionados con la espiga, pero en la línea testigo B-34 (28) se refleja el énfasis de selección en la población 353 para obtener plantas de porte bajo, espiga pequeña y menor número de ramas por espiga; también se detectó a la línea 5 de porte bajo, con buen rendimiento de grano por hectárea.

El rendimiento aceptable de estas líneas fue debido quizás a la eficiencia de las líneas y a la espiga pequeña que facilitó la penetración de la luz hacia las hojas superiores y de esta manera lograr un mayor uso en la síntesis de los fotosintatos, lo cual concuerda con González (1976), quien indicó que el tamaño de la espiga es una variante que se está manejando para conformar un ideotipo de maíz, buscando formar fenotipos con espiga relativamente pequeña y poco ramificada, de manera que se reduzca el sombreado que ejerce sobre las hojas superiores, ya que según

Tanaka y Yamaguchi (1972), tales hojas son las que más aportan productos elaborados a la mazorca.

En el aspecto del número de hojas tampoco se detectó diferencia estadística significativa entre genotipos rendidores y los cuatro testigos que en general manifestaron seis hojas arriba de la mazorca; dato que Ramírez (1985) y otros investigadores han detectado en sus trabajos con maíz, por este motivo sería conveniente que en lugar de cuantificar esta variable se tomara en cuenta la posición y tamaño de las hojas superiores a la mazorca, además de fijar más atención en lo referente a la espiga ya que de acuerdo a Hoyt y Bradfield (1962), citados por Tanaka y Yamaguchi (1977), una posible explicación de la pequeña contribución de las hojas inferiores están sombreadas por las hojas superiores y por la espiga misma; y por las razones antes citadas, el aumento de peso seco de los granos de maíz depende principalmente de la fotosíntesis de las hojas situadas arriba de la mazorca, y solamente una contribución limitada proviene de las hojas inferiores.

4.1.7 Calidad de la Semilla

En el Cuadro 8, se muestran los datos de la clasificación de semilla por tamaño, expresada en porcentaje en relación al total de cada uno de los genotipos. La línea testigo B-34 (28) fue de

los mejores materiales en calidad de semilla al presentar PG 7, FM 14 y BM 56% de los tamaños grande y medio de semilla sin considerar la forma; si éste valor se multiplica por el rendimiento por hectárea, se obtiene la cantidad real de semilla atractiva comercialmente.

Las líneas 20 y 19 ambas provenientes de la misma población, tuvieron entre 75 y 77 por ciento de semilla atractiva comercialmente, con un porte de planta bajo y con mazorcas más bien cortas, y el inconveniente de haber registrado un porcentaje elevado de mazorcas dañadas y bajo porcentaje de mazorcas sanas con respecto a la línea testigo antes señalada.

El mayor porcentaje para semilla atractiva comercial lo obtuvo la línea 14 con 80 por ciento distribuida de la manera siguiente PG 10, FM 18 y BM 52%, pero fue la que obtuvo el mayor porcentaje de R y también un mayor número de RE, las que en un momento dado pudieron impedir que los rayos solares penetraran hacia las hojas formándose un sombreado, motivo quizás por lo cual el rendimiento haya sido bajo.

La línea 6 fue la que registró la semilla de menor calidad al obtener sólo plano chico 47 y bola chica 53 por ciento, respectivamente; quizás esto se deba a que fue una de las líneas de ciclo más largo para iniciar floración, además a que hubo plantas de esta línea que no concluyeron con los periodos de FM y tampoco con FF, lo cual respondió a la formación de sólo 0.5 FM y

registrar un número considerable de mazorcas dañadas. Si se considera que la semilla atractiva comercial es la de los tamaños grandes y medios sin tomar en cuenta la forma, este genotipo no presentaría un solo grano para ser comercializado. De los pocos caracteres positivos con que cuenta este material están las pocas ramas por espiga y el no presentar nada de acame de tallo. En la Figura 6 se puede observar la dimensión en longitud, ancho y espesor para PG, PM, CH, BM y BC.

Las variables producción de polen (PP) y color del follaje (CF) solo se observaron a nivel de experimento y en el Cuadro 8 se aprecia que el 93 por ciento de las líneas tuvieron buena producción de polen (B). Los únicos genotipos con regular producción de polen fueron los materiales T-37 (27) y B-34 (28), pero tuvieron rendimiento aceptable, por lo que pudieron aprovecharse como progenitoras hembras en la formación de híbridos. Con respecto a la coloración del follaje, predominaron las hojas de color verde normal y verde oscuro.

4.1.8 Correlaciones entre Caracteres

Los coeficientes de correlación entre los pares posibles de caracteres estudiados se muestran en el Cuadro 9, del cual se tomaron para su análisis e interpretación aquellos que tuvieron valores más altos.

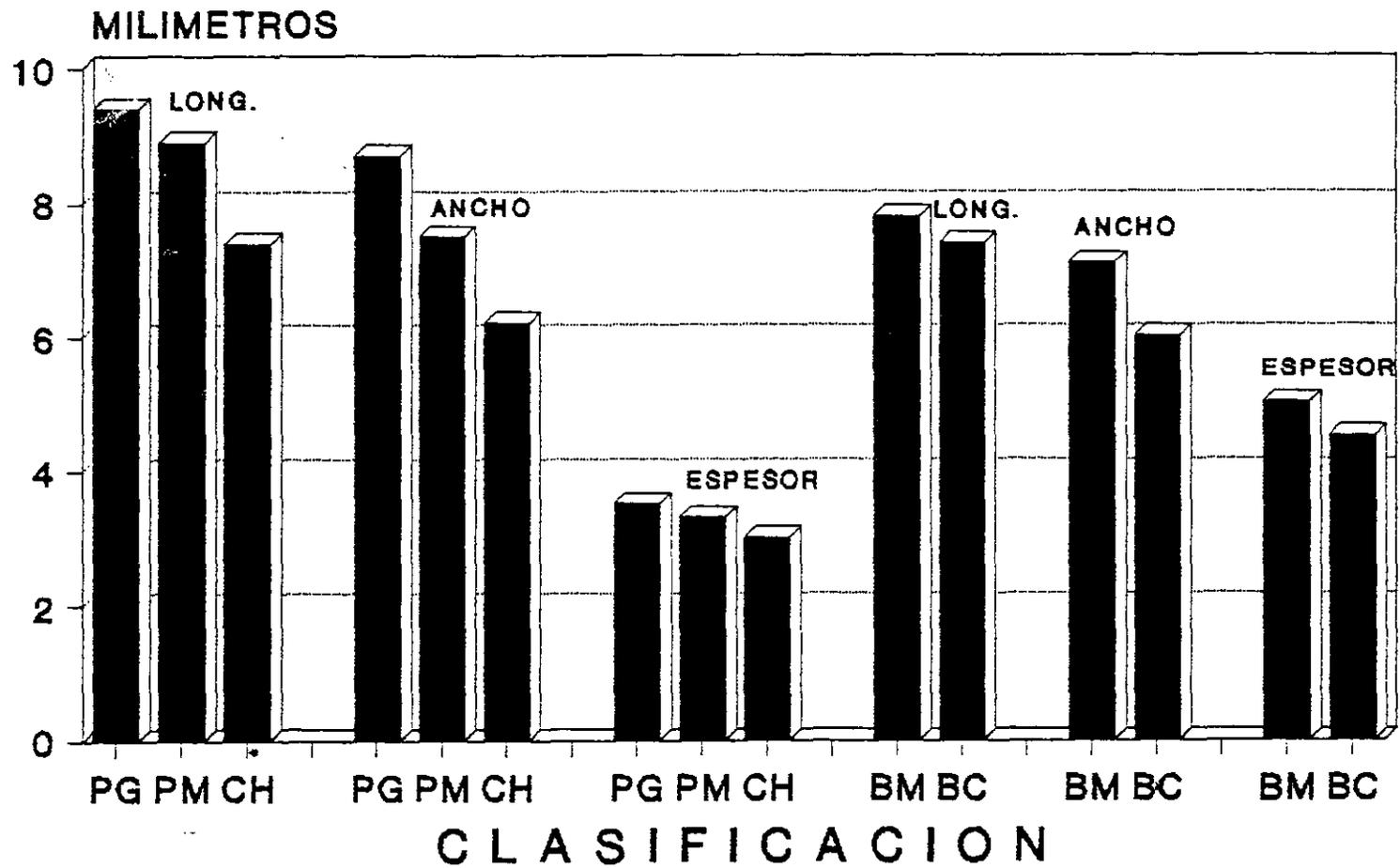


Fig. 6. Dimensión de los granos de líneas tardías avanzadas de la región Centro Occidente, en Tlajomulco 1989T.

Cuadro 9. Correlaciones fenotípicas entre caracteres de las líneas tardías avanzadas de la Región Centro (Bajo). Tlajomulco 1989T.

	AP	AM	RE	LE	LP	HT	HA	LM	DM	HM	GH	PC	M	F	IM	FM	IF	FF	SV	REN	AF	GM ²	MP	R	T	CC	MS	MD	MG	
AP	0.1	0.8	0.1	0.4	0.0	0.2	-0.1	0.4	-0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.0	0.4	0.3	-0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AM		1.0	0.2	0.4	0.0	0.1	-0.2	0.3	-0.1	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.3	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RE			1.0	-0.1	-0.3	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.2	-0.1	0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
LE				1.0	0.4	-0.1	-0.2	0.4	-0.2	0.1	0.2	0.0	0.2	0.2	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	-0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0
LP					1.0	-0.1	0.1	0.0	-0.2	0.0	0.0	-0.3	0.3	0.1	0.3	0.0	0.3	0.0	-0.3	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HT						1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.2	-0.1	0.0	0.0
HA							1.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	-0.1	0.0	0.0
LM								1.0	0.2	0.0	0.7	0.0	-0.3	0.0	-0.4	-0.2	-0.2	-0.2	0.4	0.0	0.2	0.7	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.2	-0.1	0.0
DM									1.0	0.2	0.2	0.0	-0.2	0.0	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.2	0.1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
HM										1.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
GH											1.0	0.0	-0.3	0.0	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	0.0	0.4	0.2	0.9	0.5	0.0	0.1	0.0	0.2	-0.3	0.0	0.0
PC												1.0	-0.2	0.1	-0.3	0.2	-0.1	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.2	0.1	-0.3	0.0	0.1	0.0	0.0
M													1.0	0.4	0.8	0.6	0.7	0.5	-0.2	-0.5	0.0	-0.2	-0.6	0.0	0.0	0.1	-0.1	0.4	0.3	0.0
F														1.0	0.3	0.2	0.4	0.1	0.2	-0.2	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
IM															1.0	0.5	0.9	0.3	-0.3	-0.5	-0.1	-0.3	-0.5	0.0	0.0	0.3	-0.1	0.4	0.0	0.0
FM																1.0	0.5	0.6	0.2	-0.5	0.0	-0.3	0.5	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
IF																	1.0	0.5	0.0	-0.6	0.0	-0.2	-0.7	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.4	0.1	0.0
FF																		1.0	0.1	-0.6	0.0	-0.2	-0.7	0.1	-0.2	0.0	-0.1	0.3	0.0	0.0
SN																			1.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1	-0.3	-0.1	0.0	0.0	
REN																				1.0	0.1	0.4	0.8	-0.1	0.2	-0.1	0.3	-0.6	-0.2	0.0
AF ₂																					1.0	0.2	0.1	0.1	0.1	-0.1	0.2	-0.1	0.0	0.0
GM ²																						1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	-0.2	0.0	0.0
MP																							1.0	0.0	0.1	0.0	0.3	-0.5	-0.1	0.0
R																								1.0	0.0	0.0	-0.1	0.3	0.0	0.0
T																									1.0	0.0	0.2	-0.1	0.0	0.0
CC																										1.0	0.0	0.1	0.0	0.0
MS																											1.0	-0.5	0.0	0.0
MD																												1.0	0.0	0.0
DG																														1.0

EN GENERAL:

Los Valores de 0.0 presentan "No Significancia" (NS)

Los Valores de 0.1 y de -0.1 presentan Significancia al 5% (*)

Los Valores de 0.2 en adelante con Signo Positivo o Negativo presentan Significancia al 1%(**)

El rendimiento (REN) estuvo correlacionado positivamente con LM, GH, GM2, MP y MS, y negativamente con M, IM, FM, IF, FF y MD. Esto viene a corroborar lo encontrado por otros investigadores, de acuerdo a lo señalado por Jugenheimer (1976). La correlación positiva entre el número de MS y REN, agrónomicamente es comprensible si se toma en cuenta que hubo mayor cantidad de granos sanos posiblemente debido a una mejor cobertura de mazorca, y lo mismo podría señalarse en el caso del número de MP.

El haber detectado correlación negativa del rendimiento (REN) con días a floración tanto masculina como femenina pareció deberse, como lo mencionó Oyervides (1979), a que las condiciones ambientales en que se desarrolló el material ejercieron efectos sobre la asociación genética entre estos caracteres. La correlación alta y negativa entre REN y MD, quizás obedeció a una mala cobertura de la mazorca o bien a que el totomoxtle en la punta de la mazorca haya estado flojo y haya permitido la introducción de patógenos o de insectos que pudieron haber influido en las pudriciones sobre todo de las puntas de las mazorcas, ocasionando con ello disminución en la producción de grano.

El carácter AP estuvo correlacionado positivamente con AM, LE, LM, GH, AF y GM2. Esto indica que las plantas altas tuvieron mayor AM, mayor cantidad de AF, mayor longitud de mazorca y mayor número de granos por unidad de superficie. Hubo correlación positiva de LE con LP y negativa de LP con PC y con SV. Las

correlaciones positivas de LP con M, IM, e IF, indican que las plantas con mayor longitud del pedúnculo de la espiga (LP) fueron más tardías; tuvieron poca SV y lógicamente se registraron pocas plantas cosechadas (PC).

Las correlaciones positivas de LM con GH y GM2 junto con las negativas de M e IM fueron indicio de que a una mayor LM se tuvo mayor número de GH, lo que permitió obtener mayor número de granos por unidad de superficie; pero esto ocurrió básicamente en las plantas de líneas que tuvieron IM y M tempranas. La correlación alta y positiva de GM2 con MP, en buena medida indica que al incrementarse los GM2 se tuvo una mejor relación de MP, por tal motivo, los rendimientos fueron mejores. Con el incremento de MP también se encontró una mejor calidad y cantidad de MS y consecuentemente, una disminución de MD. La correlación positiva de R con MD pudo haberse debido a que al acamarse las plantas, las mazorcas se pudieron haber podrido por estar en contacto con el suelo y de esta manera tener menor producción.

Para la interpretación de las correlaciones en el presente estudio se consideró oportuna la consideración que hizo Jugenheimer (1979), al referirse que para tener cierto grado de confiabilidad en las correlaciones es importante que el coeficiente de correlación además de ser significativo sea numéricamente alto.

4.2 Cruzas entre Líneas Tardías Avanzadas

En el Cuadro 10 se presentan las medias de REN y de otras características agrónomicas, obtenidas del análisis de varianza de 51 cruzas simples y 13 testigos; además los coeficientes de variación y eficiencia relativa del diseño para algunas variables.

Con respecto a la eficiencia relativa del diseño látice; el carácter REN además de algunas otras características superaron el nivel de 105 por ciento, lo cual indica que por tener valores confiables, los análisis fueron más precisos; esto no sucedió con algunas características, que al tener valores menores al 105 por ciento pudieran analizarse indistintamente como bloques al azar o látice.

4.2.1 Rendimiento

En la Figura 7 se presentan las medias de REN para cinco de las cruzas simples que más rindieron con respecto a los testigos.

Las cruzas simples tardías que mayor REN tuvieron fueron la 4, 1, 5, 3 y 53 con rendimientos de grano superiores a las cuatro toneladas por hectárea; además fueron superiores a los mejores cinco testigos 59, 57, 63, 56 y 54 que tuvieron REN medio de 2.96

Cuadro 10. Evaluación de cruces simples entre líneas tardías avanzadas de la Región Centro (Pajón), Tlaxcala 1982T.

ENT	REN	SV	PC	HP	H A Z O R C A					2	DGR	ACABE			SALUDAD			ALTURA		F L O R A C I O N						E S P I G A			HOJAS			G R A N O					RC	CF
					L31	DH	MH	CH	CH			R	T	HS	IM	CC	AP	AH	IH	H	TH	TF	F	FF	AF	RE	LE	LF	HT	HA	FG	FM	CH	WH	RC	CF		
4	4.5	95	21	1.1	16	3.8	14	32	2957	0.9	0	9	5	23	0	181	127	62	61	75	65	68	73	606	11	46	6	15	6	4	23	18	35	20	F			
21	4.4	90	20	0.8	16	4.3	14	30	2268	0.8	0	5	25	23	2	162	92	61	64	73	64	68	72	661	17	33	6	16	7	20	37	4	37	7	N			
5	4.2	95	18	1.0	14	5.9	19	28	3192	0.8	0	5	2	22	0	184	107	61	63	74	64	69	75	640	15	39	1	16	7	3	21	11	45	20	H			
3	4.2	88	21	0.9	13	3.9	16	31	2678	0.8	0	6	17	25	0	203	117	67	69	81	69	73	79	787	20	42	5	17	6	4	40	25	14	17	H			
53	4.1	88	21	0.8	14	4.0	16	30	2304	0.8	0	0	15	25	1	197	107	68	70	82	67	72	80	819	16	43	4	15	6	2	22	23	24	29	O			
42	4.0	88	20	0.9	13	4.3	14	27	2041	0.8	0	4	32	16	0	166	99	63	66	73	64	69	71	635	13	37	6	17	6	18	34	5	33	10	F			
40	3.9	80	19	1.0	14	4.1	14	31	2604	0.7	0	3	47	7	0	169	96	66	68	77	66	69	75	635	13	41	7	16	7	6	51	9	24	10	H			
30	3.8	90	20	0.9	14	3.8	14	28	2117	0.8	0	9	22	17	2	180	91	67	69	78	69	71	77	711	12	35	2	17	7	3	44	15	20	18	H			
29	3.7	98	20	0.9	15	3.8	15	30	2430	0.8	0	3	26	18	2	208	107	65	68	78	69	73	78	643	15	38	2	17	7	7	40	27	12	14	H			
41	3.6	93	19	1.0	13	4.0	15	24	2160	0.8	0	5	27	15	2	183	102	66	69	79	68	72	77	693	11	42	6	16	7	1	23	20	29	27	H			
47	3.6	90	20	0.9	13	4.2	15	20	2430	0.8	2	3	26	22	0	185	103	63	68	79	67	72	78	712	17	36	4	16	6	9	41	12	26	12	H			
9	3.5	95	20	0.9	14	4.0	14	27	2041	0.8	0	5	16	13	0	170	99	64	67	78	66	67	73	595	13	35	3	16	6	4	24	8	42	22	H			
1	3.4	88	19	0.9	14	4.0	16	28	2419	0.8	0	38	13	30	4	197	115	63	69	76	65	71	76	753	15	44	4	16	6	4	21	14	37	24	H			
59	3.3	98	19	0.9	14	4.2	16	31	2678	0.8	0	11	0	37	2	195	105	66	69	77	68	71	75	790	11	45	8	16	6	2	28	37	18	20	H			
57	3.3	93	20	0.9	12	4.0	16	25	2160	0.8	0	7	6	34	0	191	111	68	70	83	71	76	81	703	16	42	7	15	6	5	37	24	17	17	O			
6	3.2	90	20	0.9	13	3.9	15	25	2025	0.8	0	7	5	29	3	190	112	66	68	81	68	72	78	627	19	38	4	17	6	4	23	19	33	21	O			
35	3.2	90	19	1.0	15	4.0	14	30	2520	0.8	0	2	4	21	0	160	87	64	64	74	65	68	72	573	12	43	6	16	6	3	25	9	47	16	H			
28	3.2	78	18	1.0	14	3.9	16	31	2976	0.6	0	27	27	22	9	208	93	67	69	80	70	73	79	695	12	40	6	16	7	8	30	42	6	22	O			
7	3.2	88	20	0.9	13	4.2	17	26	2387	0.7	0	5	21	29	0	179	93	63	68	81	67	73	82	601	16	39	2	17	7	2	26	29	21	22	O			
2	3.1	95	20	0.9	14	3.9	15	31	2511	0.9	0	2	19	29	3	207	127	68	70	82	69	73	80	741	22	44	6	16	6	4	35	18	25	17	O			
18	3.1	83	18	1.0	15	3.8	15	32	2880	0.8	2	13	15	19	0	177	98	62	66	75	65	69	74	688	15	43	3	17	7	0	31	36	12	21	H			
52	3.1	90	19	0.9	14	4.0	16	26	2246	0.8	0	2	4	36	0	195	108	66	69	82	69	74	81	859	17	43	3	15	6	3	19	15	43	20	O			
10	3.1	73	20	0.9	13	3.9	15	26	2106	0.8	2	12	12	25	0	179	107	66	68	80	67	71	78	553	16	36	6	16	6	3	29	13	30	25	H			
50	3.1	88	19	0.9	14	3.8	17	31	2846	0.8	0	0	5	29	2	198	118	64	69	80	69	72	79	744	17	40	4	15	6	0	21	42	12	25	F			
31	3.0	93	20	0.8	13	3.9	15	25	1800	0.8	3	17	10	22	2	168	84	65	69	80	67	72	79	572	13	38	3	15	6	0	33	37	12	18	H			
38	3.0	93	20	0.9	12	3.8	14	28	2117	0.9	0	9	12	23	0	177	96	64	66	74	66	68	75	656	18	37	3	17	7	4	46	16	21	13	H			
37	3.0	93	20	0.9	13	3.7	15	28	2268	0.7	0	0	13	21	4	174	89	66	69	81	68	73	79	698	15	42	6	16	6	0	23	44	9	24	H			
63	2.9	90	20	0.9	12	4.2	15	27	2187	0.8	0	8	3	36	0	195	107	67	69	81	71	74	80	670	17	41	7	10	6	0	43	21	18	18	H			
46	2.9	83	19	0.9	13	4.0	14	29	2192	0.8	5	21	15	27	0	155	81	61	63	73	63	68	73	627	16	36	3	16	6	8	35	16	27	14	H			
23	2.9	93	20	1.0	12	4.0	16	23	2208	0.8	0	3	29	0	163	83	61	63	73	64	69	72	578	15	36	5	16	6	5	34	25	17	19	H				
62	2.8	90	21	0.8	14	4.1	15	28	2016	0.8	0	14	12	35	2	201	112	65	71	84	66	74	81	702	17	40	3	17	7	18	24	10	24	19	O			
8	2.8	93	21	0.9	12	3.8	14	21	1588	0.7	0	2	5	31	0	163	92	65	68	76	70	71	76	595	12	44	6	15	5	3	33	9	35	20	O			
20	2.8	75	20	0.9	12	4.1	15	27	2187	0.8	2	4	13	24	3	156	78	63	66	78	65	70	78	546	11	39	7	16	6	5	29	16	33	17	N			
11	2.7	95	19	0.9	13	4.1	16	25	2160	0.8	0	24	9	25	0	176	97	66	68	80	67	72	80	574	18	36	4	16	6	1	39	27	13	20	H			
56	2.7	80	19	0.7	13	3.8	15	31	1953	0.8	0	7	5	46	4	188	95	66	70	84	70	75	80	740	13	42	3	17	7	0	31	20	23	26	H			
36	2.7	80	17	1.2	15	3.8	14	29	2923	0.8	3	8	12	27	0	157	86	66	68	76	66	69	75	685	14	42	6	16	7	2	53	9	15	21	H			
43	2.6	93	21	1.0	13	4.4	17	26	2652	0.8	0	15	25	15	0	168	94	66	69	78	66	69	74	743	12	40	5	17	6	2	47	14	21	16	H			
14	2.6	85	19	0.9	12	4.1	14	26	1964	0.8	2	13	18	30	0	181	107	65	66	80	68	71	78	683	19	39	2	16	7	10	48	9	23	10	H			
32	2.6	80	21	0.9	13	3.9	14	23	1737	0.8	0	0	7	23	0	174	76	64	67	77	66	70	75	596	9	50	10	15	7	0	30	17	25	29	H			
54	2.6	90	21	0.7	14	3.9	14	28	1646	0.9	0	8	8	37	3	201	119	64	70	82	67	73	81	739	13	39	3	16	6	5	28	10	40	17	O			
19	2.5	98	20	0.9	13	3.7	17	25	2295	0.8	0	8	2	30	2	181	98	64	67	77	68	72	78	605	15	44	6	16	6	0	12	43	8	37	H			
15	2.5	88	21	0.8	13	4.1	14	25	1680	0.8	0	13	9	43	0	165	105	65	68	81	66	72	79	645	20	41	2	16	6	10	44	6	26	10	H			
34	2.5	95	19	0.7	13	3.6	13	25	1755	0.8	0	7	2	27	0	163	90	66	67	78	67	71	76	636	11	41	4	15	6	4	24	7	47	18	H			
17	2.5	95	19	0.7	14	3.7	14	24	1411	0.8	0	9	11	34	14	183	106	63	66	80	69	74	83	658	19	41	3	16	6	4	31	8	43	14	H			
25	2.5	95	20	0.7	14	4.0	15	22	1386	0.8	0	10	2	29	2	179	94	62	65	77	67	71	78	671	13	46	3	16	7	2	19	6	56	17	N			
33	2.4	98	19	0.8	14	3.7	14	25																														

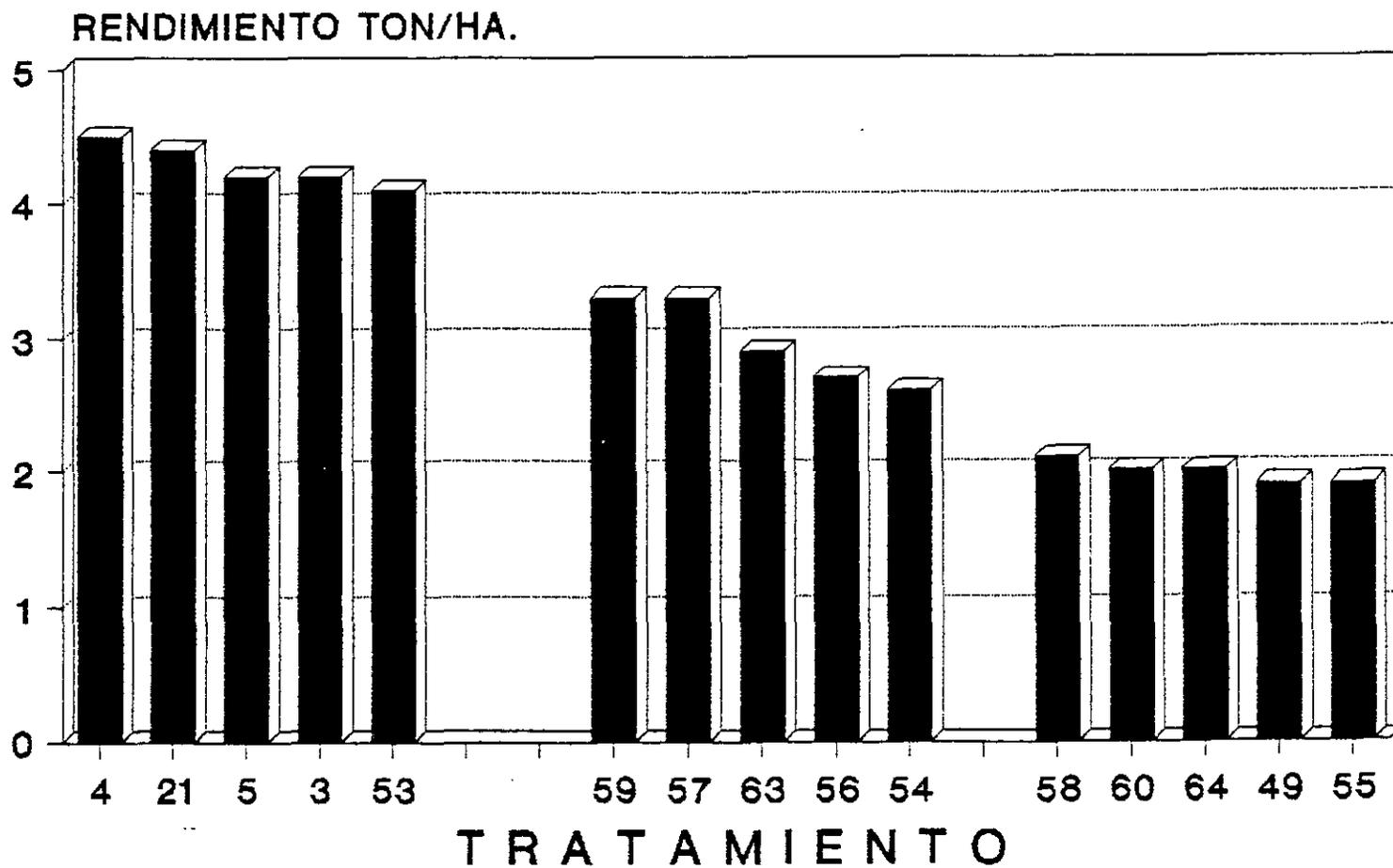


Fig. 7. Medias de rendimiento de las cinco cruzas simples que rindieron más en comparación con testigos Tlajomulco 1989T.

toneladas por hectárea. Los cinco testigos que menos rindieron fueron 58, 60, 64, 49 y 55 con media de 1.98 toneladas por hectárea. En promedio, las cruzas simples rindieron 18 por ciento más que los testigos. La crusa simple más rendidora superó en 27 por ciento al mejor testigo comercial P-3288 (57). Los valores extremos de rendimiento fueron de 1.9 y 4.5 toneladas por hectárea.

Los resultados del presente estudio concuerdan con lo citado por diferentes investigadores quienes han indicado que no es del todo cierto que las cruzas simples, requieren de condiciones ambientales óptimas para producir bien y que en condiciones críticas las cruzas de tres y cuatro líneas son las que más rinden; en el sitio de estudio se presentaron problemas con el suelo, principalmente por la falta de humedad debido a las lluvias escasas y sin embargo las cruzas simples rindieron más que los testigos de crusa triple y de crusa doble. Esto coincide con Ortiz (1961) quien acentó que en malz las cruzas simples son tan estables como las cruzas dobles.

En la Figura 8 se pueden apreciar las medias de cruzas simples para REN alto, medio y bajo con respecto a los testigos. Se tienen los casos de las cruzas simples 21, 5 y 47 con rendimientos de 4.4, 4.2 y 3.6 toneladas por hectárea, respectivamente, que fueron siempre superiores a las cruzas triples y dobles, lo que corrobora que a pesar de las restricciones en el

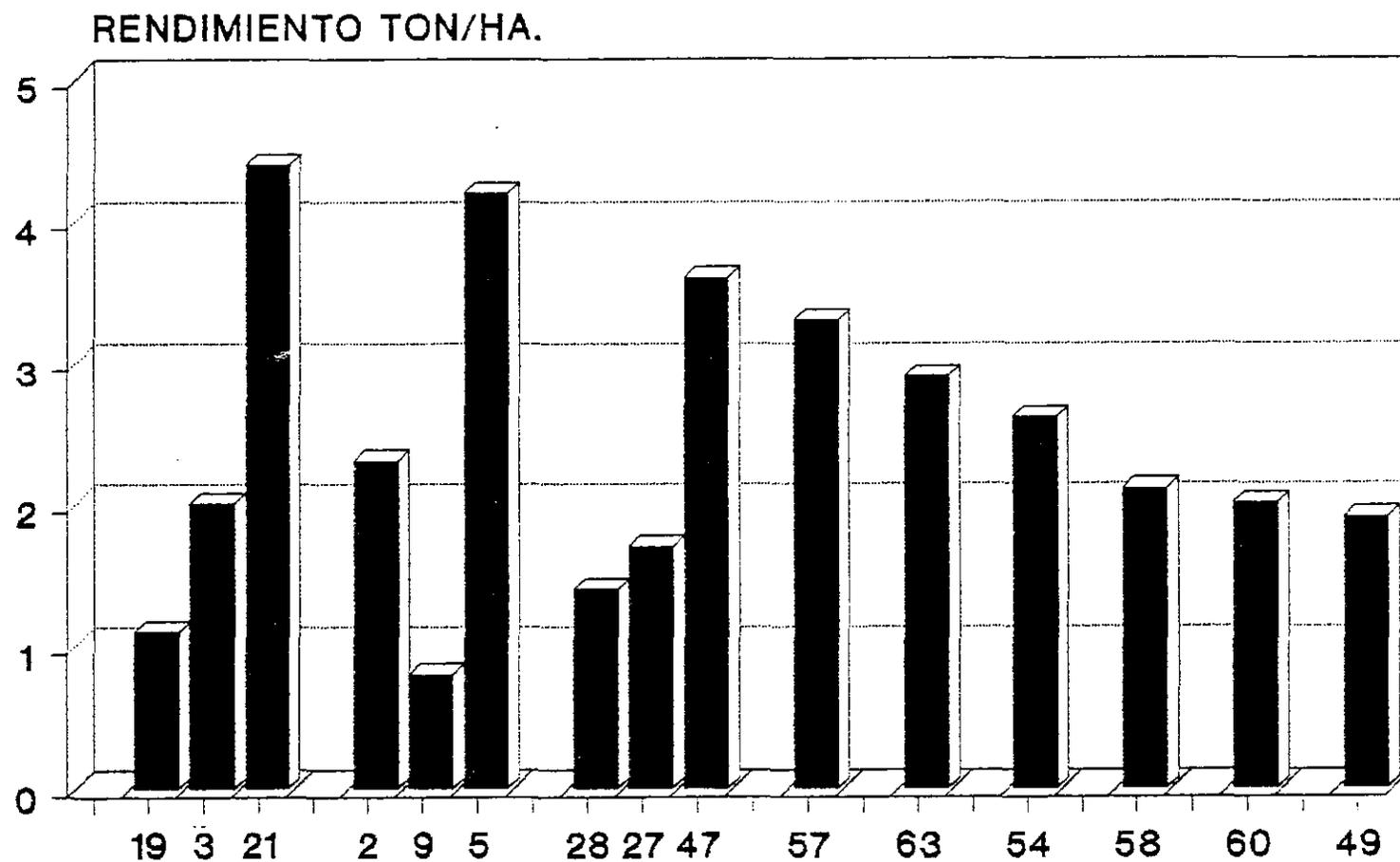


Fig. 8. Comparación de medias de rendimiento, alto, mediano y bajo de cruza simples y sus progenitores con respecto a los testigos.

sitio de evaluación, existieron cruzas simples sobresalientes en rendimiento.

4.2.2 Mazorcas por Planta y Granos por Metro Cuadrado

La cruz 4 fue la que produjo más MP, pero la línea progenitora B-806 S3 (31) manifestó rendimiento de grano pobre. La cruz simple 5 con una MP fue buena, tuvo SV de plantas del 95 por ciento y rendimiento de 4.2 toneladas de grano por hectárea. También la cruz 40 tuvo una MP además de presentar buen rendimiento, pero tuvo el inconveniente de haber presentado solo un 80 por ciento de SV; aún así superaron a los testigos.

Los híbridos que tuvieron el menor número de MP correspondieron a los testigos ODDN-356 (49), H-311 (55), P-507 (58), A-781 (60) y B-810 (64) con 0.6 MP para los primeros y 0.7 MP para los otros. Este grupo fue el que menos rindió y ello obedeció probablemente a la pérdida de aproximadamente 35 por ciento de MP los cuales no se formaron, quizás, debido a que fueron más tardíos y a la falta de humedad en el suelo por ausencia de las lluvias sobre todo en la etapa de floración que es una de las más críticas.

Con respecto a GM2, en la Figura 9 se observan las diferencias que existieron con el número de GM2 de un grupo de cruzas

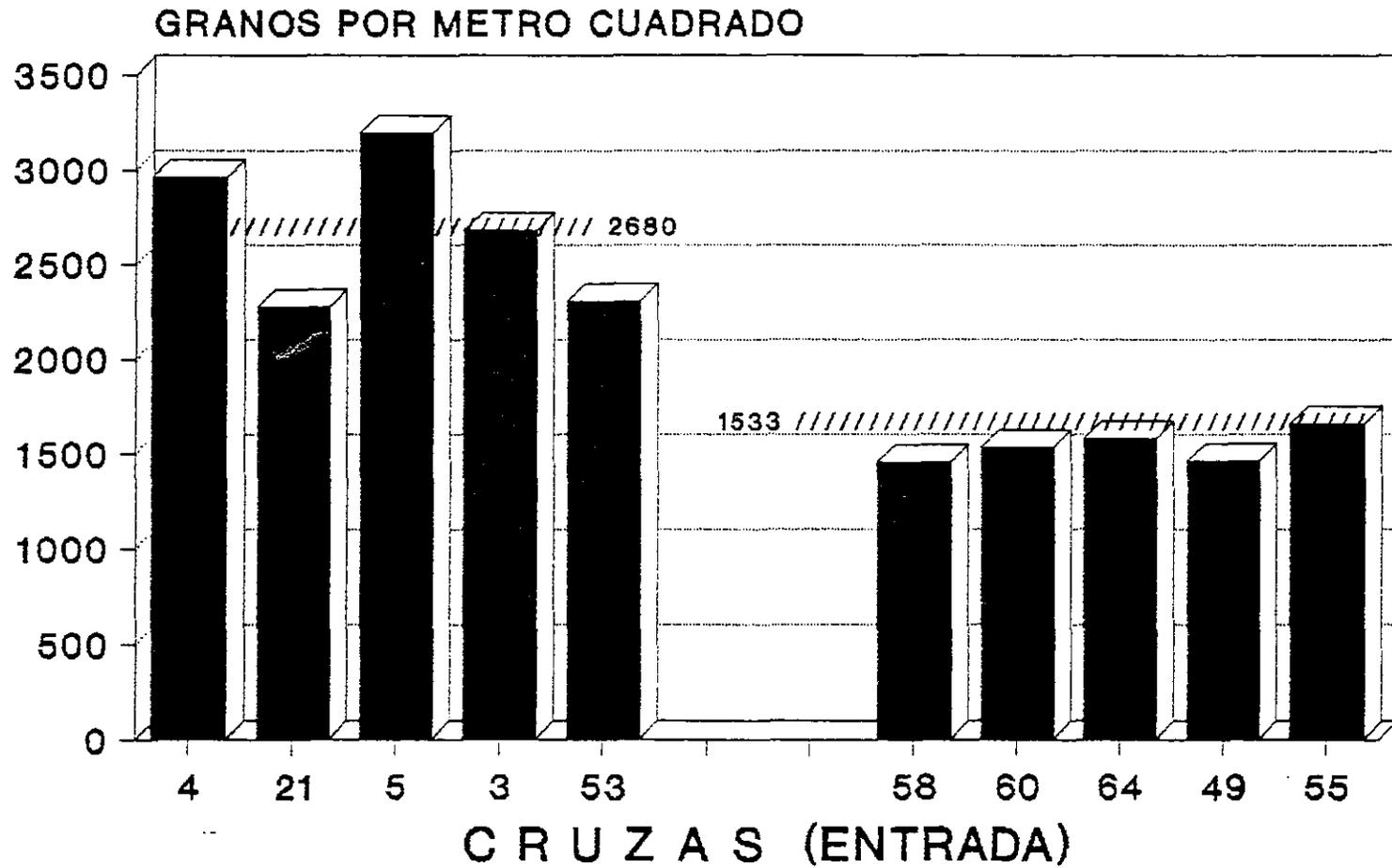


Fig. 9. Granos por m² de las mejores cruza s simples tardías comparadas con los híbridos testigos de menor rendimiento.

simples tardias de mayor rendimiento con los testigos de menor rendimiento. Se observa que las cruzas 4, 21, 5, 3 y 53 presentaron un promedio de 2680 GM2 con rangos de 2268 a 3192 y el contraste fue con los testigos ODON-356 (49), P-507 (58), A-781 (60), B-810 (64) y H-311 (55) que tuvieron un promedio de solo 1533 granos por unidad de superficie con rango de 1449 a 1652; este segundo grupo registró 1147 granos menos por metro cuadrado con respecto al primero.

El hecho de que las cruzas simples hayan manifestado mayor número de GM2 fue debido a que tuvieron una mazorca más grande y mayor cantidad de GH. Posiblemente también tuvieron una mayor capacidad de fotosintatos durante el llenado del grano, tal y como lo señalan Tanaka y Murayama (1964).

4.2.3 Altura, Sanidad y Acame

En el Cuadro 10 se encuentran los valores de altura, R, T; también están los datos de MS, MD y de CC. Se observa que a nivel general, prácticamente no existió problema con R, sin embargo hubo excepciones como en el caso de los híbridos 12 y B-810 (64) que tuvieron el mayor porcentaje. El hecho de que la craza simple, antes mencionada haya manifestado R podría deberse a que heredó este carácter de la línea progenitora 345-71-1-1-1 (14) que presentó el valor más alto (Cuadro 8); pero su nivel de

acame fue menos que B-810. Posiblemente, la mayor resistencia al R del híbrido de dos líneas se debió al vigor híbrido.

El 13 por ciento de los materiales manifestaron T mayor al 15 por ciento, y entre los híbridos más afectados están 1, 28, y ODDN-356 (49) con 38, 27 y 20 por ciento, respectivamente; cabe hacer notar, que estos materiales fueron de porte alto con altura de planta aproximada de 2 metros. Estos resultados están de acuerdo con Hall (1934) quien estudió la relación entre ciertos caracteres morfológicos y encontró que la ausencia de acame estaba asociada positivamente con plantas más bajas.

La cruza simple 53 que a pesar de haber tenido porte alto de planta presentó cero R y cero T. La razón principal de la resistencia al acame pudiera atribuirse a que las líneas B-32 y B-33 (progenitores de ODDN-356) recibieron genes, para obtener anclaje de raíz y tallos fuertes, donados por Pool 24 población de tallos fuertes que se cruzó con las líneas B-32 y B-33. La cruza 46 a pesar de haber sido de porte medio, 1.55 m de AP, manifestó problemas de T lo cual indica que sus progenitores no convinan bien para este carácter. Se supone que este tipo de materiales de porte de planta medio o bajo los fotosintatos fueron translocados hacia la mazorca, dejando sin reservas al tallo y quedando éste hueco y predispuesto a la entrada de enfermedades de raíz y tallo que provocarían el acame de las plantas.

Al analizar la sanidad de la mazorca se detectó que existen materiales que presentaron muy buena combinación de MS y MD. Como son los casos de 21 y 42, en donde la primera obtuvo 25 y 23, y la segunda 32 y 16 por ciento de MS y MD, respectivamente. Pero la cruce 40 manifestó una relación excelente con 47 por ciento de MS y sólo 7 por ciento de MD; además presentó cero R, muy poco T, porte de altura de planta medio, buen rendimiento, una MP y cero por ciento de CC. El contraste fue con un grupo de testigos que en general fueron de porte alto y manifestaron mazorcas dañadas en porcentajes sumamente altos, además de presentar los rendimientos más bajos de todo el experimento. Las MD aparentemente estuvieron relacionadas con porte alto de planta; esto al parecer sería lógico ya que las plantas más altas se doblarían más fácil, se acamarían y su mazorca quedaría cerca o al ras del suelo, y esto permitiría con mayor facilidad la penetración de patógenos que pudrirían las puntas de la mazorca y una buena cantidad de granos de ésta misma.

4.2.4 Días a Floración Masculina y Femenina

Para el caso de las cruces, transcurrieron tres días para cubrir el periodo de IM a M, y para los testigos el mismo periodo fue de 4 días; para M a FM en ambos casos fue de 11 días; es decir el rango de floración masculina fue de 14 días para las cruces y de 15 días para los testigos. Con respecto a la flora-

ción femenina, duro 4 y 6 días el periodo de IF a F en cruza y testigos, respectivamente, y de F a FF fue de 6 días para ambos grupos, lo cual indica que el periodo completo de floración femenina fue de 10 días para las cruza y de 12 para los testigos.

Los testigos A-781 (60), P-507 (58) y ODON-356 (49) fueron los más tardíos con 69, 70 y 73 días a floración masculina, y 74, 75 y 78 para floración femenina, respectivamente. La liberación de polen una vez ya establecidos los estigmas fue a los cinco días. Estos materiales no sólo fueron de los más tardíos sino que también presentaron el porte más alto, con T, mazorcas cortas, pocas MP y los rendimientos más bajos del experimento. Quizás la razón principal del comportamiento tan pobre de estos materiales fue su ciclo tardío y la coincidencia de la floración con escasas de humedad en el suelo por la ausencia de las lluvias; estos resultados están acordes con Basile (1954), Shaw (1955) y Poehlman (1976).

4.2.5 Calidad de Semilla

En el Cuadro 11 se muestra la clasificación en por ciento que le corresponde a cada tipo de grano, para plano grande (PG), plano medio (PM), plano chico (CH), bola media (BM) y bola chica (BC) de algunas de las cruza más contrastantes del experimento.

Las cruzas simples 24 MZ 102-2-1-1-4-1-2-1-1 X [(B-33 X Pool 24) X B-332-49-1] (21) y B-840-169-1-3-2-2 X 24 MZ 102-2-1-1-4-1-2-5-1 (42), fueron los híbridos que tuvieron los valores más altos, es decir, 89 y 85 por ciento, respectivamente, de los tamaños de grano grande y medio sin considerar la forma, que multiplicados por el rendimiento por hectárea se obtiene la cantidad real de semilla atractiva comercialmente. Además de ser estos dos híbridos los que presentaron mejor calidad de semilla, también manifestaron caracteres muy favorables, tales como, menor AF, menor LE, corto intervalo entre la emisión de la espiga y la emergencia del jilote, de porte bajo y sobre todo de buen rendimiento (Cuadro 10). Estas características son muy deseables de acuerdo a lo señalado por investigadores como Barriga (1972) y Mock y Pearce (1975).

Otro de los híbridos de importancia es la craza simple B-34 X T-37 (47), que tuvo buena calidad y tamaño de semilla, longitud reducida de la espiga, altura de planta de porte medio, y con rendimiento aceptable. El comportamiento positivo de esta craza fue el reflejo de la buena calidad que manifestaron cada uno de sus progenitores. También se tiene el caso de la craza simple 345-71-1-1-1 X 21-1-1-3-1-2-2-2 (15), que aunque tuvo rendimiento bajo, manifestó buena cantidad de semilla atractiva comercialmente, es decir, el 80 por ciento del total. Si bien la craza no

X B-322 = B-33 al cuadrado

X B-332 = B-33 al cuadrado

fue atractiva agronómicamente el carácter pudiera ser transmitido a otros híbridos de alto rendimiento pero con limitante de calidad de semilla.

Cuadro 11. Porcentajes de granos planos y bolas (PG, PM, CH, BM y BC) para algunos de los genotipos estudiados.

ENTRADA	PLANO			BOLA	
	PG	PM	CH	BM	BC
21	20	32	4	37	7
42	42	18	34	33	10
47	9	41	12	26	12
37	0	23	44	9	24
19	0	12	63	8	37
15	10	48	6	26	10

La contraparte en esta variable se registró con las cruzas 37 y 19 que además de presentar cero por ciento de PG, sólo registraron 32 y 20 por ciento, respectivamente, de semilla comercial atractiva y caracteres agronómicamente no muy favorables, como planta de porte alto, T y mayor longitud de la espiga, que en conjunto propiciaron merma en la producción de grano, lo cual está de acuerdo con González (1976), en el sentido de que el tamaño de la espiga es una variante que se está manejando para conformar un ideotipo de maíz, y formar fenotipos con espiga relativamente pequeña y poco ramificada, de manera que se reduzca el sombreado que ejerce sobre las hojas superiores según Tanaka y Yamaguchi (1972); tales hojas son las que más aportan productos elaborados a la mazorca.

En la Figura 10 se presentaron las dimensiones en milímetros (mm) de la semilla de las cruzas para longitud, ancho y espesor tanto para grano plano como para grano bola. Se muestra la longitud, ancho y espesor en los tres tipos planos que fueron; 10.17, 8.81 y 7.41; 8.45; 7.31, y 6.56, y 3.69, 3.14 y 3.81, respectivamente. El tipo bola en longitud, ancho y espesor midieron 7.96 y 7.9; 7.52 y 6.33, y 4.72 y 4.23, respectivamente.

4.2.6 Líneas y Cruzas Tardías Sobresalientes

A pesar de las limitantes de suelo y lluvia que existieron en el ciclo de estudio se lograron identificar líneas sobresalientes que pudieran ser usadas como progenitoras de híbridos. De igual manera, se identificaron cruzas simples tardías sobresalientes en base a sus características agronómicas deseables.

Con respecto a REN, las líneas 23, 2, 27, 20, 12 y 28 fueron de las mejores en el grupo tardío (Figura 11), y solo las líneas testigo B-34 (28) y T-37 (27) se combinaron una vez entre ellas mismas. Estas líneas además de haber presentado buen rendimiento per se y que generalmente combinaron bien para formar cruzas simples tuvieron otros caracteres muy favorables, tales como sobrevivencia arriba del 80 por ciento en cuatro de ellos y para los otros de solo 50 y 68 por ciento; la relación de MP fue de

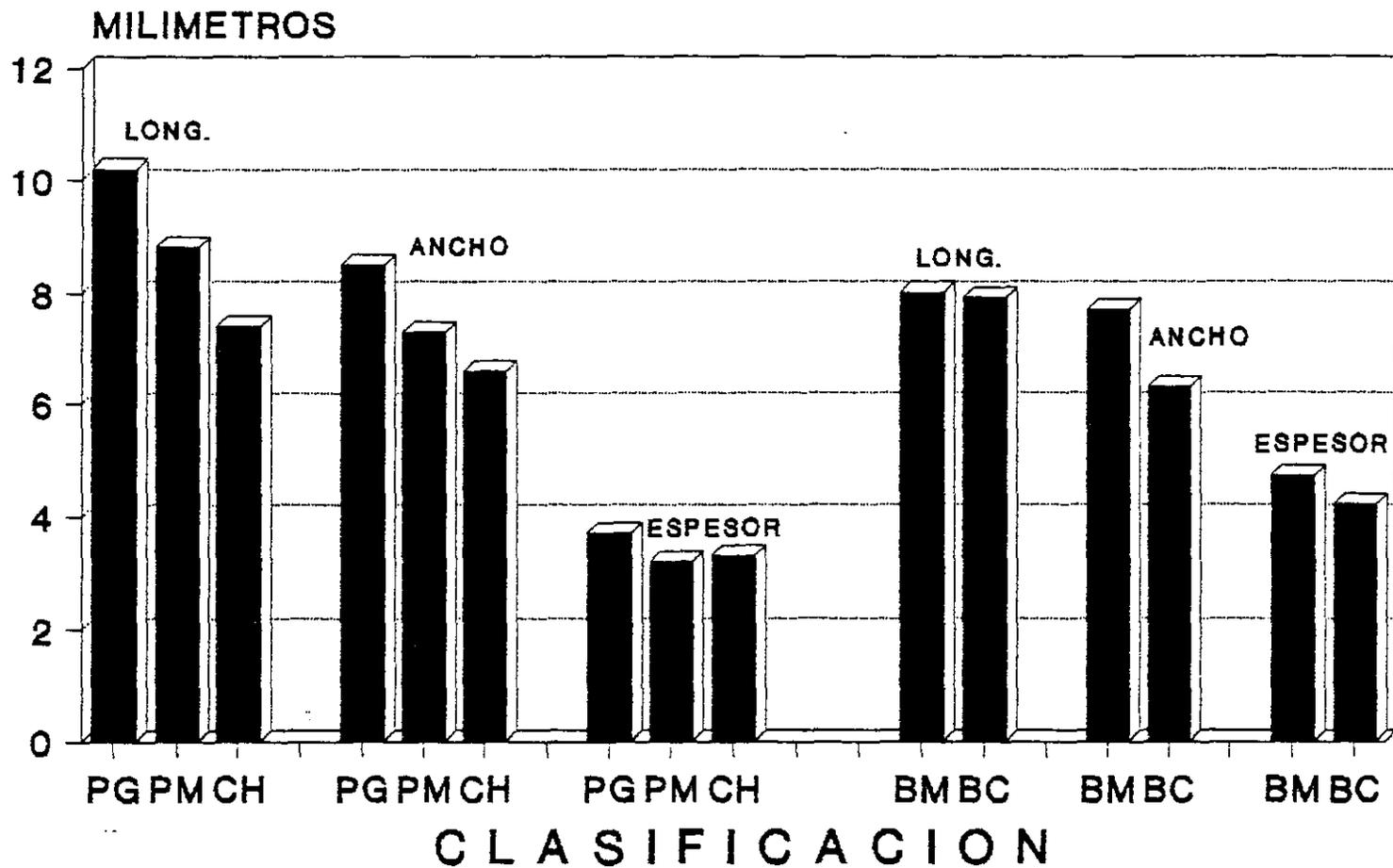


Fig. 10. Dimensión de los granos de las cruas entre líneas tardías de la Región Centro-Occidente Tlajomulco 1989T.

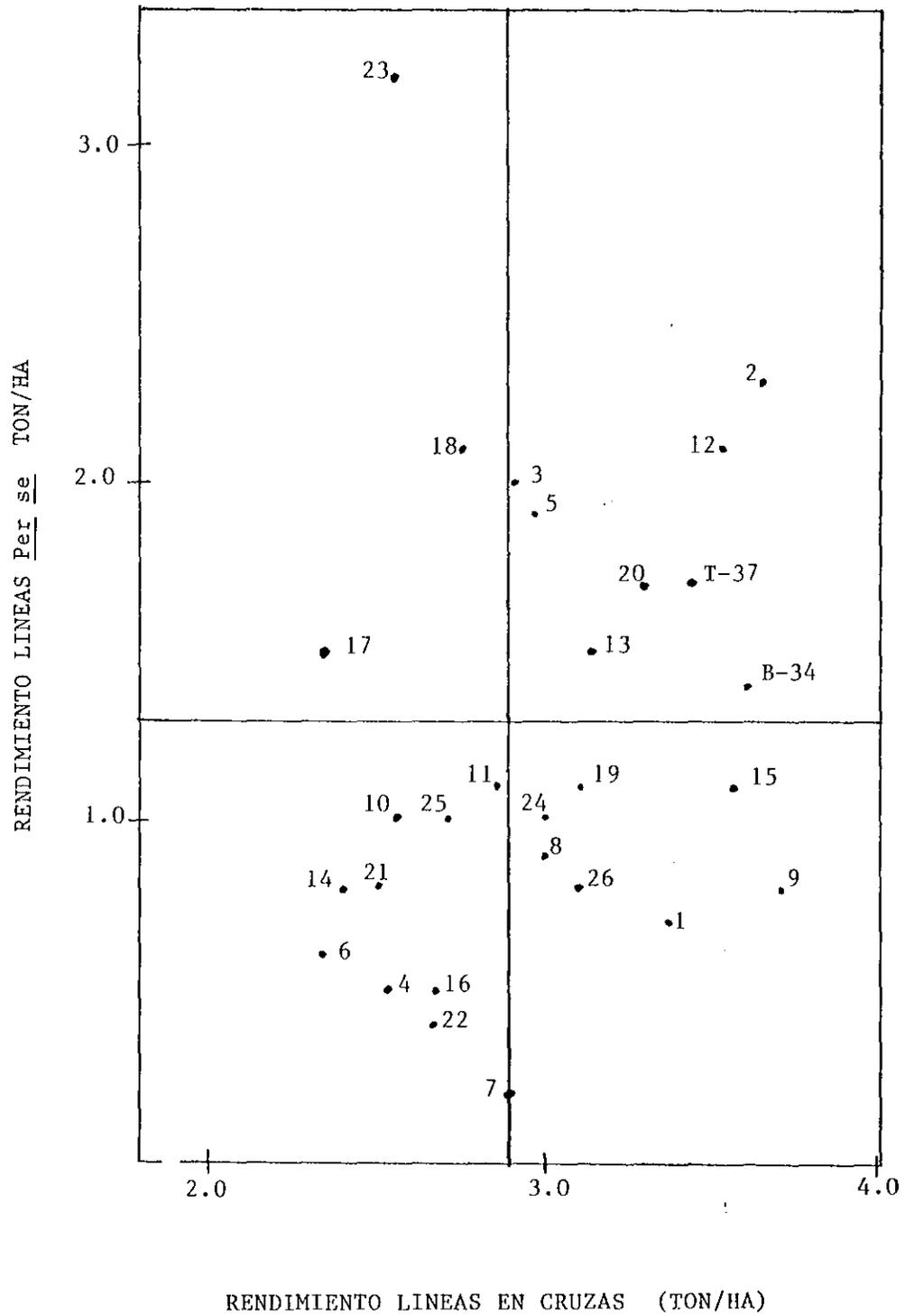


Fig. 11 Diagrama de Dispersión entre la Relación de Líneas Per se y en Cruzas en Tlajomulco 1989T.

uno para dos líneas y para cuatro estuvo entre 0.4 y 0.7; en general manifestaron buena cantidad de GM2 y la excepción fue con B-34 que registró el menor valor, no tuvieron problemas de acame, y la sanidad de la mazorca en su mayoría fue aceptable; el porte de planta en general fue bajo, y 5 a 10 días más precoces que las líneas más tardías y de espiga pequeña.

En sí, las líneas que mejor combinaron fueron B-840-169-1-3-2-2 (12), (B-33 X Pool 24) X B-332-113-2 (5) y (B-32 X Pool 24) X B-322-17-2 (1); ésta última con la limitante de tener un rendimiento bajo (0.7 ton/ha) y que la producción de su semilla sería de un costo mayor en caso de que se usara como hembra, Figura 12.

También se advierte que dentro del grupo de cruzas que más rindieron, destacó el comportamiento de 40 y 42. Las cruzas entre líneas recuperadas de B-32 X B-33, como fue el caso de [(B-33 X Pool 24) X B-332-113-2] X [(B-32 X Pool 24) X B-322-17-2] (53).

En la Figura 13 se observa el rendimiento de las cruzas dobles y triples; testigos que rindieron menos que las cruzas simples. De éstas las más sobresalientes fueron 4, 21, 3, 53 y 42 que además de exhibir buen rendimiento reunieron una serie de caracteres muy favorables, como SV de alrededor del 90 por ciento, prolificidad de 0.92 MP, mayor cantidad de GH y por ende

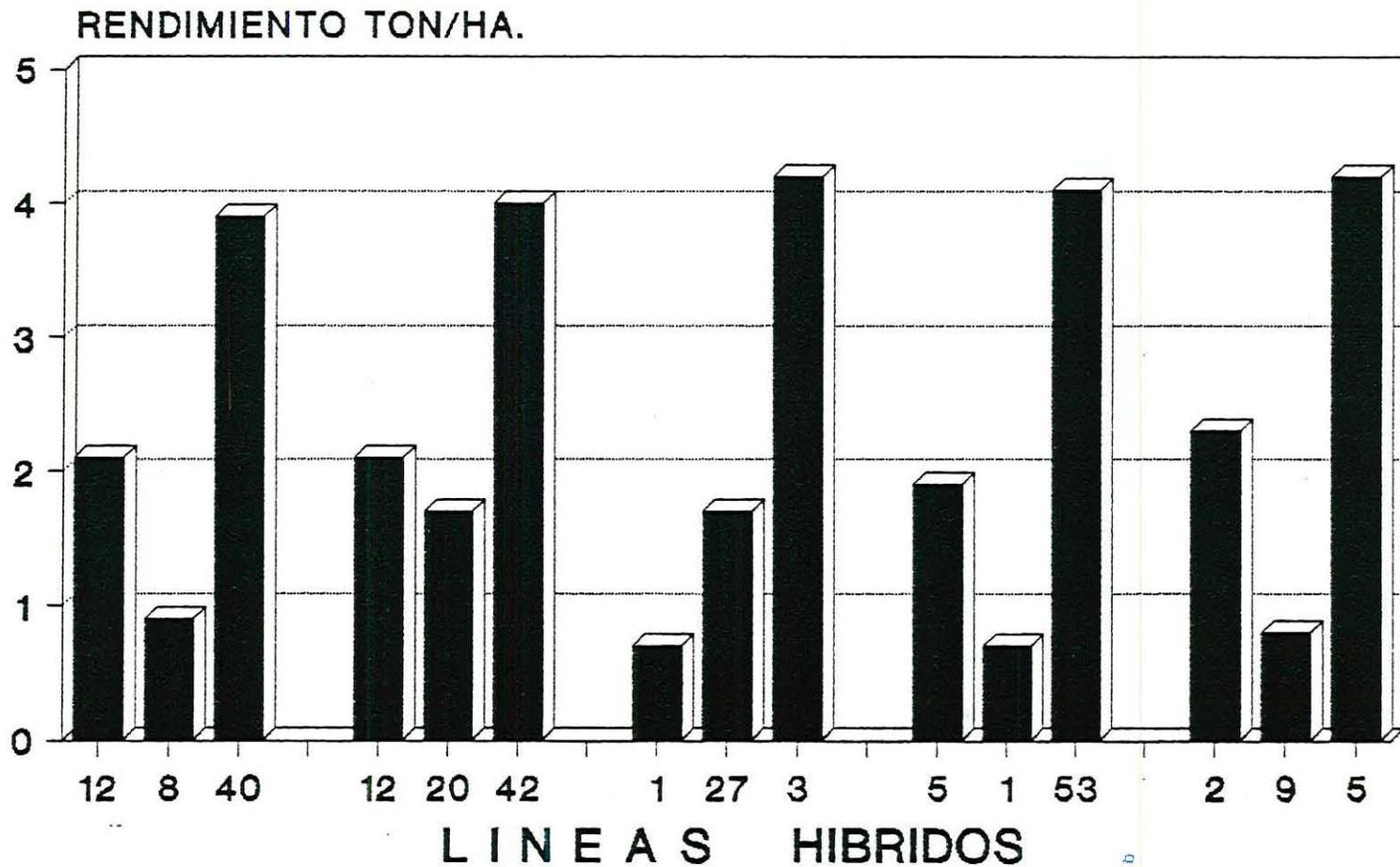


Fig. 12. Heterosis para rendimiento de cruce simple con respecto a sus líneas progenitoras. Tlajomulco 1989T.



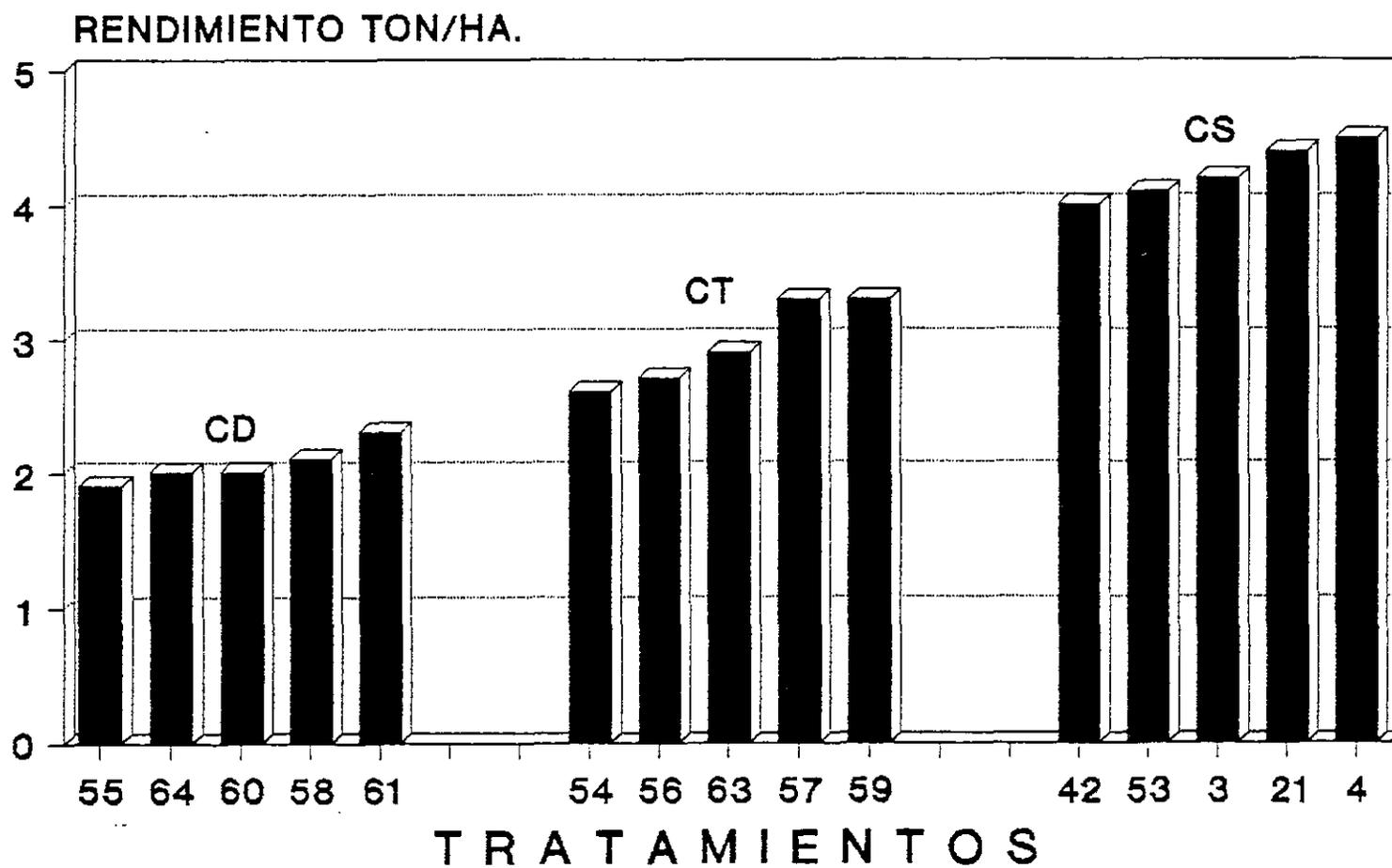


Fig. 13. Rendimiento de híbridos testigos de tres y cuatro líneas y de algunas cruzas de dos líneas. Tlajomulco 1989T.

un mayor número de GM2 sin problemas de R, y un mínimo de T, mejor sanidad de mazorca y para el caso de la cruce [(B-33 X Pool 24) X B-322-113-21] X [(B-32 X Pool 24) X B-32- 17-21] (53) que es de porte alto presentó tallos fuertes que evitaron R y T. Entre otras de los caracteres favorables estuvo el corto periodo en días a la aparición de la espiga y a la emergencia de los estigmas, y también mejor calidad de semilla ya que registraron hasta 89 por ciento de semilla atractiva comercialmente, de acuerdo a Espinosa (1985).

En la Figura 14 se aprecia que las mejores cruzas simples superaron el rendimiento de las dobles y triples hasta en más del 60 por ciento y de acuerdo a estudios realizados por el CIMMYT (1986), con este porcentaje, se cubren los costos adicionales de la semilla y proporciona buen margen para capital y riesgos.

4.3 Líneas Intermedias Avanzadas

En el Cuadro 12 están registrados los valores obtenidos de las líneas intermedias del presente estudio y se observa que las de mejor comportamiento a nivel de rendimiento fueron las 2, 1, 25, 10, 20, 22, 16 y 7; el contraste fue con las líneas testigo B-34 (27), T-28 (26), B-33 (29) y B-32 (28) que tuvieron menor rendimiento, menos de una tonelada por hectàrea.

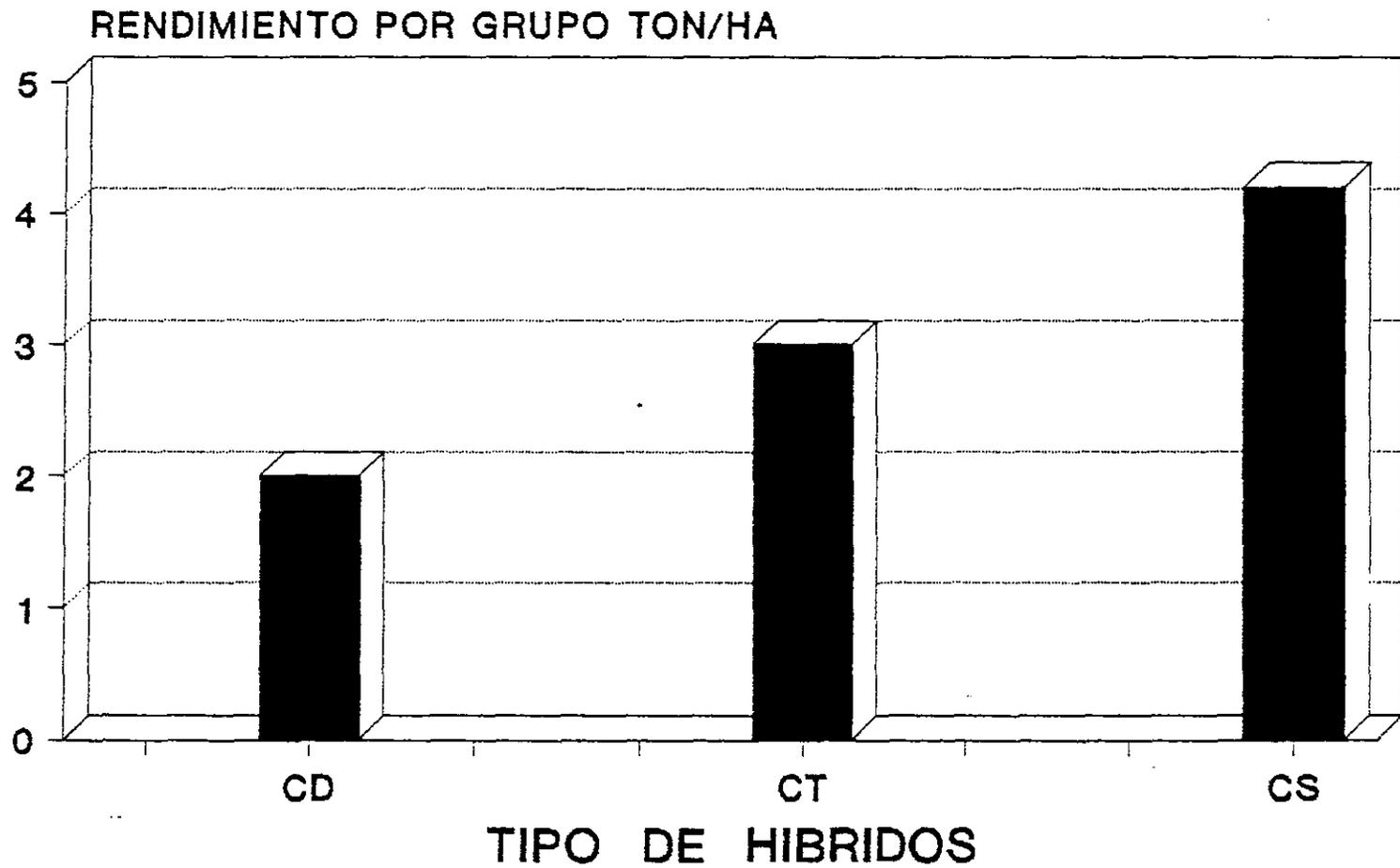


Fig. 14. Rendimiento promedio de tipo de híbridos testigos de tres y cuatro líneas y de cruzas de dos líneas. Tlajomulco 1989T.

Cuadro 12. Evaluación de líneas intermedias avanzadas de la Región Centro (Bajo). Tlajomulco 1989T.

ENT	REN	SV	PC	M A Z O R C A				GM ²	DG	ACAME		SANIDAD			ALTURA		F L O R A C I O N						E S P I G A			HOJAS		G R A N O					PP	CF			
				MP	LM	DM	HM			GH	R	T	MS	MD	CC	AP	AM	EM	M	FM	IF	F	FF	AF	RE	LE	LP	HT	HA	PG	PM	PC			BM	BC	
2	2.8	90	20	1.1	12	3.7	12	22	1742	0.8	2	0	24	30	0	117	54	63	65	76	62	65	71	422	14	29	1.3	14	6	9	38	6	47	19	B	O	
1	2.3	83	20	0.9	11	4.0	14	20	1512	0.8	10	5	11	41	2	111	52	64	65	77	65	68	72	449	11	30	1.7	15	6	3	36	8	21	32	B	O	
25	2.2	80	20	0.9	12	4.4	21	22	2495	0.8	10	0	24	40	0	149	74	64	68	78	65	70	77	501	5	41	6.0	14	6	0	4	22	9	64	B	P	
10	2.2	83	20	0.9	13	3.7	11	27	1604	0.9	3	0	7	29	0	94	39	65	67	73	65	68	72	419	5	32	0.0	14	6	21	32	5	33	9	B	N	
20	2.2	70	16	1.0	12	4.0	20	22	2400	0.9	14	4	5	40	0	172	92	66	71	81	68	71	78	548	6	39	4.7	14	6	0	5	13	9	73	B	P	
22	2.2	83	20	0.9	12	4.4	19	19	1949	0.8	5	2	6	41	2	164	84	64	66	77	67	71	76	513	5	36	2.9	15	6	0	7	10	33	50	B	N	
16	2.1	80	19	0.9	13	4.2	21	19	2155	0.9	15	0	0	40	0	154	79	65	67	78	64	69	73	535	3	35	3.4	14	6	0	1	17	7	75	B	P	
7	2.1	83	21	0.9	12	3.7	13	24	1685	0.7	0	0	55	19	0	112	61	69	71	82	72	74	83	553	12	30	4.9	15	5	0	30	36	7	27	B	O	
12	2.0	73	17	1.0	13	3.9	16	21	2016	0.8	6	4	0	38	0	110	55	64	67	78	67	72	74	427	12	35	1.5	13	5	0	5	17	24	54	B	N	
21	1.9	75	18	0.9	12	4.3	21	21	2381	0.8	2	0	17	49	0	135	58	63	66	75	64	70	73	489	5	38	3.2	14	6	0	2	10	20	68	R	N	
3	1.7	88	23	0.9	14	3.6	13	27	1895	0.9	2	18	5	62	2	149	74	67	70	80	68	73	78	571	11	35	2.3	14	6	9	25	11	36	19	B	N	
13	1.6	60	19	1.0	10	3.8	20	21	2520	0.8	0	0	6	35	0	123	63	62	66	77	63	70	73	328	19	33	4.4	14	5	0	0	60	0	40	B	N	
8	1.6	80	20	0.8	10	4.1	15	15	1080	0.8	2	3	43	29	0	150	68	68	72	88	71	76	87	421	5	33	3.5	16	7	0	14	17	21	48	B	O	
23	1.5	75	19	0.8	12	4.5	23	17	1877	0.9	7	2	4	42	0	147	82	65	68	77	67	71	77	492	6	36	3.5	15	6	0	9	11	9	80	B	P	
24	1.5	73	18	1.0	12	3.8	19	21	2394	0.9	2	2	4	50	0	147	67	66	70	80	68	73	77	510	4	44	7.9	14	6	0	0	14	1	85	B	P	
17	1.3	88	20	0.7	12	3.9	19	19	1516	0.8	0	0	0	54	2	146	66	63	66	81	67	72	83	471	3	36	3.9	14	6	0	5	12	17	66	R	P	
18	1.2	83	18	0.8	10	4.2	21	17	1714	0.9	4	0	3	51	0	129	55	65	68	79	67	71	77	468	4	38	3.5	13	5	0	2	25	7	66	B	P	
5	1.1	80	17	0.9	15	3.7	13	26	1825	0.8	2	4	0	63	4	137	72	67	70	80	57	73	80	484	13	30	0.7	16	6	2	4	2	69	23	R	O	
4	1.1	85	20	0.8	15	3.4	12	20	1152	0.8	2	0	0	54	0	119	57	63	65	81	68	72	81	425	15	30	2.0	14	6	0	5	6	59	30	R	N	
14	1.0	75	19	0.7	12	3.3	12	17	857	0.8	0	6	0	61	0	157	89	68	72	86	73	78	86	515	18	30	3.5	15	5	3	5	34	52	6	B	N	
27	0.9	63	19	0.7	11	3.6	12	16	806	0.8	0	2	20	48	0	149	77	69	73	84	71	76	81	553	7	27	1.6	15	6	4	9	3	69	5	B	N	
19	0.8	75	17	0.8	10	3.9	19	16	1459	0.8	8	2	0	58	0	153	78	67	71	81	68	75	80	508	4	34	3.0	15	6	0	1	16	6	77	R	N	
15	0.8	85	19	0.6	10	3.9	17	14	857	0.8	4	5	0	55	0	167	88	70	75	88	73	79	87	442	12	35	3.0	14	6	0	3	6	26	65	R	O	
11	0.8	65	18	0.4	11	3.5	14	15	504	0.8	4	0	0	52	0	131	56	67	70	85	73	77	83	444	7	37	5.5	14	5	4	5	2	72	17	B	O	
26	0.7	60	17	0.5	13	4.1	15	19	855	0.8	0	2	2	76	0	99	49	61	67	77	63	72	78	467	12	31	0.4	14	5	7	3	3	70	17	B	P	
9	0.6	65	17	0.3	12	4.1	17	23	704	0.9	0	0	7	65	4	149	64	72	77	87	76	88	--	416	10	31	2.0	16	6	0	7	36	16	41	B	N	
29	0.5	65	20	0.4	13	3.8	15	18	648	0.8	17	3	6	73	0	175	89	68	70	87	74	79	86	496	12	36	1.4	15	6	0	4	5	42	49	B	O	
28	0.5	68	19	0.6	13	3.2	14	20	1008	0.8	2	0	2	68	3	168	107	72	78	87	75	81	86	625	14	35	1.1	16	5	0	4	6	34	56	B	M	
6	0.5	73	18	0.3	12	3.5	13	14	328	0.8	0	2	9	49	0	124	63	75	79	--	75	79	88	514	16	29	1.3	17	7	9	3	1	77	10	B	O	
\bar{X}	1.4	31	19	0.8	12	3.9	16	20	100	0.8			9	48		139	69	66	70	81	68	74	78	483	9	34	2.9	15	6								
DMS	1.5	12	6	0.5	3.3	0.6	4	12	62	0.2			34	35		30	18	5	15	3	17	7	12	158	4	6	4.0	2	1								
C.V.	32	12	10	18	8	5	7	19	7				117	22		7	8	2	2	3	8	3	4	10	14	6	43	4	7								
SIGN.	**	**	*	**	*	**	**	**	**	NS			**	**		**	*	**	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	*							

Se registró significancia estadística al nivel de uno y cinco por ciento de probabilidad de error, para todos los caracteres estudiados a excepción de DG. La diferencia significativa para rendimiento mostró la existencia de genotipos superiores a otros, lo cual responde a la diversidad de los materiales, y esto indica que hay líneas per se sobresalientes para el ambiente de estudio.

El coeficiente de variación (CV) para rendimiento de 32 por ciento, no obstante parece ser elevado, pero se considera aceptable ya que el experimento fue conducido bajo condiciones de temporal; existieron limitantes de suelo y clima específicamente con la falta de lluvias, y además de la diversidad de las líneas que abarcaron de 3 a 8 generaciones de endogamia.

4.3.1 Rendimiento

En la Figura 15 se presentan las medias de rendimiento para cada una de las líneas. La línea dos fue la que más rindió, pero fue estadísticamente igual a las líneas 1, 25, 10, 20, 22, 16 y 7, las cuales superaron a las dos toneladas por hectárea. Los testigos 29 y 28, y la línea 6 fueron las que menos rindieron, y presentaron relación baja de MP, problemas de sanidad y de ciclo bastante tardío. Los valores extremos de rendimiento por línea fueron de 0.5 a 2.8 toneladas de grano por hectárea.

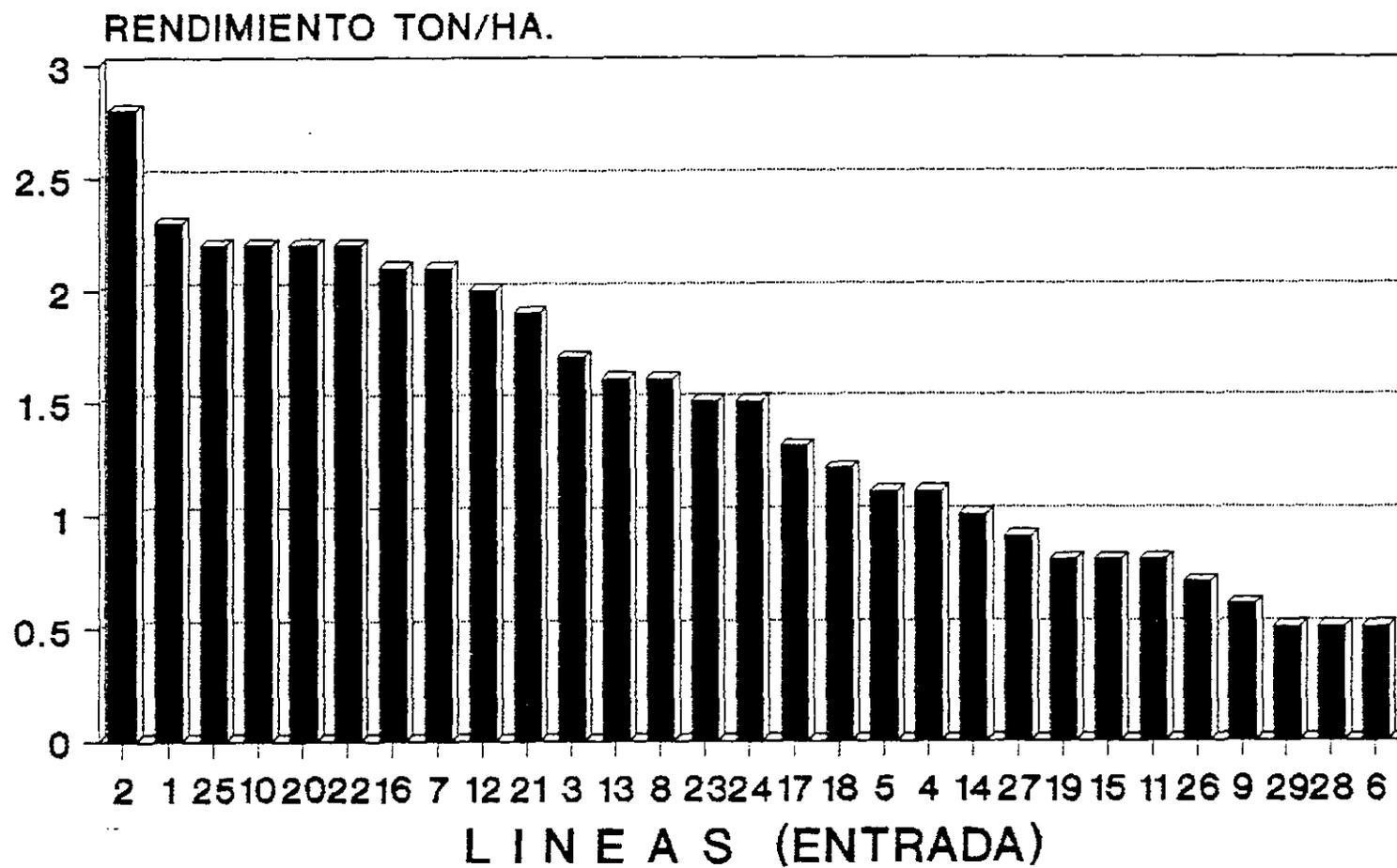


Fig. 15. Medias de rendimiento para cada una de las líneas intermedias avanzadas. TLajomulco 1989T.



En la Figura 16 aparece el rendimiento promedio poblacional, en donde se observa que las poblaciones 347 y 19 fueron las de mayor rendimiento y las que menos rindieron e incluso que tuvieron abajo de una tonelada por hectárea, fueron las poblaciones Pool 20, (B-16 X Pool 20), (B-16 X Pool 19) X B-16 y el grupo de los testigos. Las medias de las líneas por población se pueden dividir en base a rendimiento en alto, medio y bajo como se muestra en dicha figura, en donde las dos primeras poblaciones tuvieron rendimiento alto, las cuatro siguientes rendimiento medio y las últimas cuatro rendimiento bajo.

En el Cuadro 12 se presenta la significancia para las variables agronómicas analizadas. Los coeficientes de variación resultaron con valores bajos, es decir, menores del 20 por ciento, y solo se tuvieron valores de 32 y 117 por ciento para REN y MS, respectivamente. Explicándose estos, en parte, por la naturaleza misma del rango de los valores que presentan los datos de estas variables.

4.3.2 Sobrevivencia de Plantas

El grupo de líneas que más rindieron tuvo valores superiores al 80 por ciento de SV y para el caso de las líneas testigo fue de 64 por ciento. Las líneas 2 y 10 con 90 y 83 por ciento de SV, respectivamente, superaron a las líneas testigo 26 y 29 con

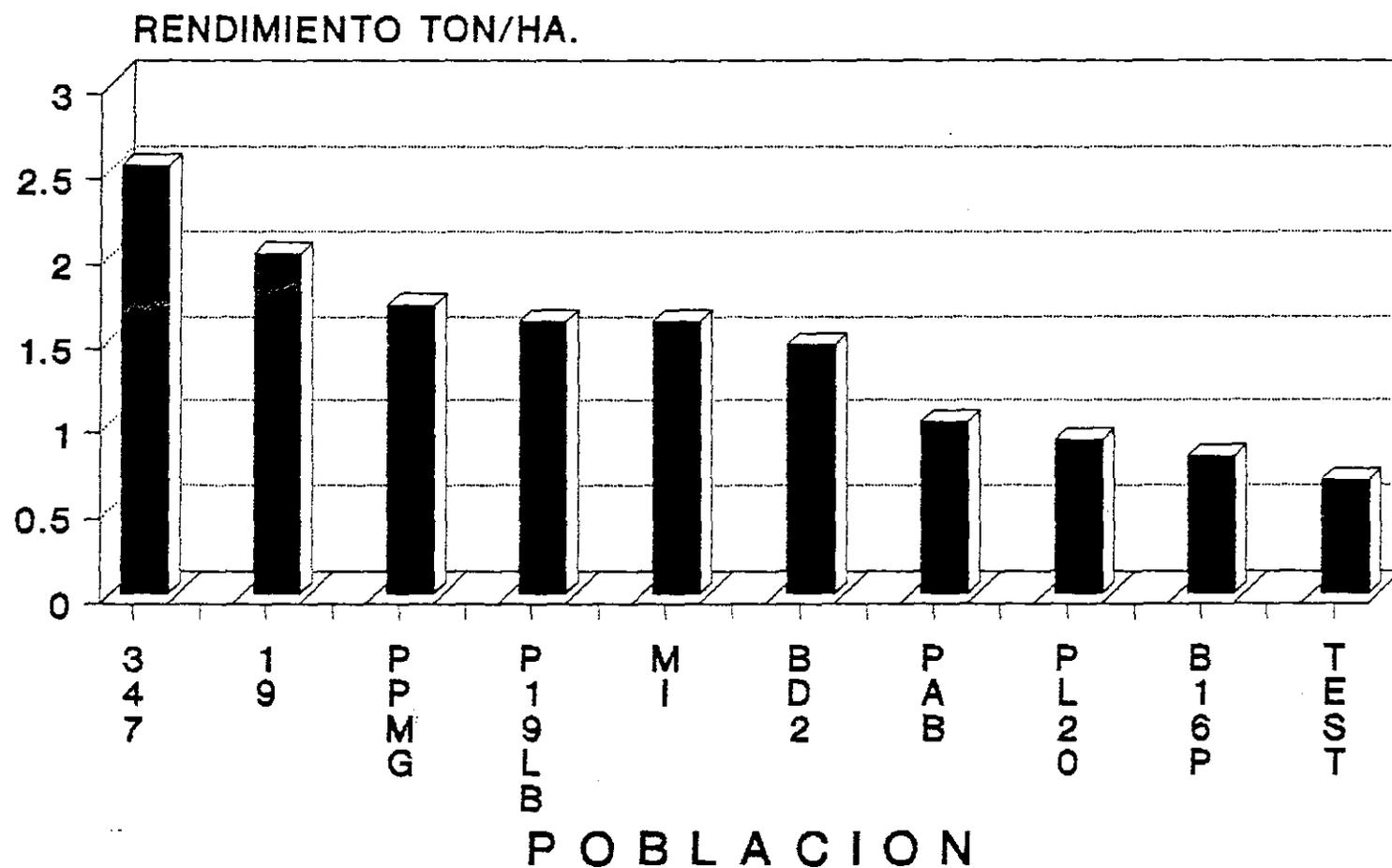


Fig. 16. Rendimiento promedio de las líneas intermedias avanzadas por población y el grupo de testigos. Tlajomulco 1989T.

60 y 65 por ciento de SV, respectivamente, quienes registraron las menores producciones. El comportamiento anterior posiblemente se deba a que en el primer grupo el proceso de germinación tuvo mayor absorción de agua, para la reactivación del metabolismo y la iniciación del crecimiento, y en el segundo grupo las reservas a nivel de plántula fueron menores y por tal motivo se ocasionó la muerte de éstas.

4.3.3 Mazorcas por Planta

Las líneas 2, 10 y 20 alcanzaron 1.1, 0.9 y 1.0 MP, respectivamente; demás de que dichos genotipos fueron los que registraron buen porcentaje de SV y REN aceptable para las condiciones tan adversas a que estuvieron sometidas las líneas en el sitio de estudio. En cambio las líneas 26, 29 y 6, con sólo 0.5, 0.4 y 0.3, respectivamente, de MP registraron 60 por ciento de mazorcas menos que el primer grupo. Las líneas con una o más MP asegurarían buenos rendimientos por hectárea y por ende mayor cantidad de semilla, lo cual haría menos costosa su producción.

En el Cudro 12 se observa el comportamiento de la LM, DM, HM y GH. Los genotipos que manifestaron mayor LM fueron las líneas 5, 4 y 3, y las de mayor DM fueron 22 y 23. Las líneas 25 y 10 registraron 21 y 11 HM; y 22 y 27 GH, respectivamente, aunque las dos líneas tuvieron el mismo rendimiento (2.2 toneladas por

hectàrea). Se hace notar que para el interès y el objetivo de la presente investigación, en calidad es bastante mejor la línea 10 ya que manifestó arriba del 80 por ciento de semilla atractiva comercial contra sólo 13 por ciento para la línea 25.

Supuestamente, los fotosintatos que se produjeron en las hojas fueron translocados a la mazorca para formación de los granos repartidos en una mayor cantidad de HM producidas en la línea 25 a tal grado que la semilla que predominó fue la de plano chico y la de bola chica. Estos granos no tienen ningún atractivo comercial para uso de semilla; para el caso de la línea 10 la que produjo menos HM y un poco más de GH permitió que los fotosintatos se distribuyeran en menor cantidad de granos para formar alta calidad de semilla comercial atractiva.

Las líneas 2, 1, 25 y 10 presentaron una media de 1838 GM2 con rango de 1512 a 2495; fueron muy superiores a las líneas testigos 27, 26, 29 y 28, que registraron medias de sólo 829 GM2, con rango de 648 a 1008 granos menos que el primero. El hecho de que los testigos hayan manifestado menor cantidad de GM2 en parte se podría explicar por la presencia de espacios vacíos en algunas hileras.

4.3.4 Altura, Sanidad y Acame

Las medias para AP y AM fueron de 139 y de 69 cm respectivamente, es decir, que en general estos materiales no son de porte alto, pero cabe hacer la aclaración que la línea 20 y el testigo 29 registraron las mayores alturas de planta con 1.72 y 1.75 metros respectivamente. Al parecer dicha altura influyó al acame de raíz, porque también fueron los genotipos que más acame de este tipo manifestaron, con 14 y 17 por ciento respectivamente. Las dos líneas fueron estadísticamente iguales en AP y AM; no obstante registraron diferencias marcadas en rendimiento y en la relación de MP que siempre fueron superiores y favorables en la línea 20; sin embargo la línea 10 fue la de porte más bajo y exhibió caracteres agronómicos muy favorables.

Las líneas fueron en promedio 10 cm de porte más bajo que los testigos, con lo cual se aprecia que se ha logrado un avance en reducción favorable para altura de planta y de mazorca, reduciendo, como consecuencia de esto, las pérdidas por acame.

En el Cuadro 12 están asentados los valores de R y T; asimismo, se encuentran los datos de MS, MD y de CC. En R a nivel de grupo, las líneas presentan ligera ganancia (4.16%) con respecto a los testigos (4.75%). No obstante, la línea 347-88-2-2 (2) presentó valores muy inferiores con respecto a la línea testigo B-33 (29) que fue la de mayor R de todas las líneas. La primera línea se vio favorecida en HM, GH, MP, SV y REN.

La línea que mayor porcentaje registrò en T fue la 3 con 18 por ciento de plantas dobladas o quebradas, valor muy superior al que registraron los testigos y otras líneas. El hecho de que la línea antes mencionada haya sido la única en haber presentado el valor más alto en T obedece a que la selección para este carácter no fue suficiente para disminuir éste problema; no obstante dicha línea tiene otros caracteres muy favorables tales como calidad de semilla, buen número de HM y GH, caracteres que se podrían utilizar para ser transmitidos a otras líneas.

Las líneas que menos rindieron tuvieron pocas mazorcas sanas (5%) y muchas mazorcas dañadas (66%), entre las que se encontraron los testigos T-38 (26), B-33 (29) y B-32 (28). Sin embargo, hubo buenos materiales como fueron las líneas BD 2-181-1-2-1 (7) y BD 2-186-4-2-2 (8) con porcentajes favorables de MS y MD; además de contar con la propiedad de no presentar carbón común y para el caso de la línea 8 no presentó acame de raíz, ni de tallo y con rendimiento de 2.1 toneladas por hectárea.

Al analizar los resultados de CC, R y T se observa que las líneas intermedias, en general, no tuvieron problemas, lo cual podría en cierta forma, ser el resultado de la selección impuesta en el desarrollo de las líneas para sanidad de planta y mazorca.

4.3.5 Días a Floración Masculina y Femenina

Las cuatro líneas de mayor rendimiento fueron en promedio cinco días más precoces que los testigos. A nivel de grupo, el periodo de IM a M fue de cuatro días y para el periodo de M a FM de 11 días, con lo cual el rango de floración masculina fue de 15 días. Para el caso de floración femenina el periodo de IF a F fue de 5 días y para F a FF fue solo de 6 días, es decir, que el rango de floración femenina fue de 11 días en comparación de 15 para floración masculina.

Con respecto a la coincidencia de los inicios de floración masculina y femenina se tiene que a nivel general, fue de un promedio de 3 días entre una y otra; las excepciones fueron las líneas 2 y 16 que primero iniciaron con la floración femenina y un día después la floración masculina; en las líneas 10 y 6 tanto la floración masculina como la femenina iniciaron el mismo día, y las líneas 11 y 29 tuvieron 6 días de separación entre IM e IF.

La línea 6 no concluyó con la etapa de FM, y aunque tuvo buena producción de polen no se recomendaría para ser usada como progenitor masculino debido a que las anteras no abrieron completamente para soltar el polen.

4.3.6 Area Foliar, Espiga y Número de Hojas

El AF promedio de las líneas fue de 475 cm² contra 535 cm²

de los testigos; no obstante que el primer grupo presentó mayor rendimiento, fue más precoz y de porte más bajo que los testigos.

Por lo antes expuesto se considera que las líneas intermedias al haber presentado menos AF tuvieron mayor eficiencia en la producción de grano, resultados que concuerdan con Ramírez (1985), quien señaló que una de las razones fundamentales por la cual la eficiencia del AF llega a disminuirse es porque conforme crece la planta y el ciclo se alarga provoca incremento en el sombreado de las hojas inferiores, reduciéndose por tanto la eficiencia fotosintética por unidad de área foliar.

Las líneas 25, 10 y 20 presentaron un promedio de cinco RE (Cuadro 12) y fueron estadísticamente diferentes con las líneas testigo 26, 28 y 26 que tuvieron un promedio de 13 RE. Las primeras tres líneas manifestaron ventajas, tales como; plantas de porte bajo, menor número de RE y además mejor rendimiento de grano por hectárea con respecto a los testigos, que fueron de mayor porte y ciclo más largo, y también de mayor número de RE, LE y LP más cortos y con rendimientos, de los más bajos del experimento.

El buen rendimiento de las líneas fue debido quizás a su eficiencia, aunado al poco número de RE que permitieron la penetración de la luz hacia las hojas inferiores y de esta manera lograr un mayor uso en los productos de los fotosintatos. Esto concuerda con González (1976), quien indicó que el tamaño de la espiga es una variante que se está manejando para conformar

ideotipos de maíz, buscando formar fenotipos con espiga relativamente pequeña y poco ramificada, de manera que se reduzca el sombreado que se ejerce en las hojas superiores que de acuerdo a Tanaka y Yamaguchi (1972), son los que más aportan productos elaborados a la mazorca.

Los cuatro testigos y la mayoría de las líneas presentaron seis hojas arriba de la mazorca, resultado que concuerda con Ramirez (1985), quien encontró seis hojas de promedio en materiales mejorados de los Valles Altos de México. Dicho resultado puede ser debido a caracteres ya establecidos para los materiales mejorados.

4.3.7 Calidad de la Semilla

En el Cuadro 12 se presenta una clasificación por tamaño de semilla expresada en porcentaje en relación al total de cada uno de los genotipos. La línea 10 se considera que fue la mayor de todas en calidad de semilla porque presentó un 86 por ciento de tamaños de semilla grande y medio sin considerar la forma; si dicho valor se multiplica por el rendimiento por hectárea, se obtiene la cantidad real de semilla atractiva comercialmente. Para este caso el rendimiento fue de 2.2 toneladas por hectárea que al multiplicarlo por el 86 por ciento resulta con 1892 kilogramos por hectárea de semilla atractiva comercial, que para las

condiciones tan drásticas que hubo en el terreno se puede considerar una línea prometedora, además de tener otros caracteres muy favorables como cero T, precoz y de porte más bajo.

La línea 3 registró 70 por ciento de semilla atractiva comercialmente pero manifestó el inconveniente de haber sido la línea con el mayor porcentaje de T y que junto con los testigos obtuvo alto porcentaje de MD y un mínimo de MS.

En la Figura 17 se observa la clasificación en milímetros (mm) de la semilla, en donde las dimensiones fueron en base a su longitud, ancho y espesor para cada una de las clasificaciones hechas, plano grande (PG) 9.72, 9.12 y 3.36; plano medio (FM) 8.68, 7.76 y 3.32; plano chico (CH) 7.72, 5.51 y 3.29; bola media (BM) 8.66, 7.16 y 4.91 y bola chica (BC) 7.27, 6.15 y 4.92, para longitud, ancho y espesor respectivamente.

En base a los resultados obtenidos se hace notar que la obtención de semilla de líneas de buena calidad no es fácil de lograr y si ésta pudiera ser entregada a grupos o uniones de productores para su manejo y aprovechamiento en la producción de híbridos de dos líneas o progenitores que ellos mismos utilizarían para sus siembras.

En el Cuadro 12 se observa que el 83 por ciento de las líneas tuvieron buena producción de polen (B) y con respecto a la

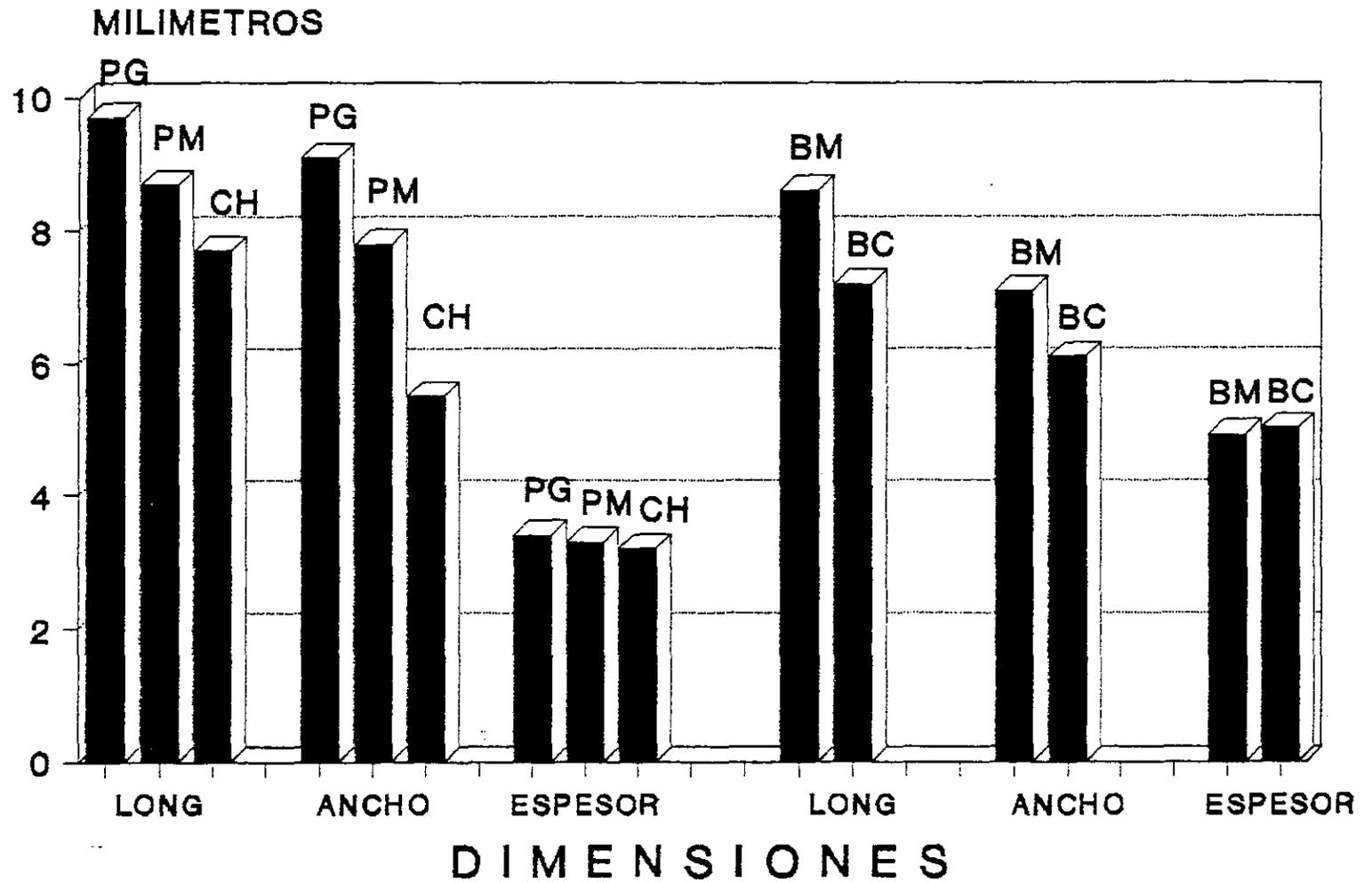


Fig. 17. Dimensiones de los granos de las líneas intermedias avanzadas de la Región Centro-Occidente. Tlajomulco 1989T.

coloración del follaje los colores que predominaron en las hojas fueron el color verde normal (N) y verde oscuro (O).

4.3.8 Correlaciones Entre Caracteres

Los coeficientes de correlación de las líneas intermedias entre los pares posibles de caracteres estudiados se muestran en el Cuadro 13, del que se tomaron para su análisis, aquellos que tuvieron los valores más altos.

El carácter REN estuvo alta y positivamente correlacionado con los caracteres DM, GH, PC, GM2, MF y MS. Negativamente con los caracteres M, F, IM, FM, IF, FF y MD, siendo alta la significancia para todos ellos.

El hecho de que el carácter rendimiento (REN) haya manifestado alta correlación positiva con los caracteres DM, PC Y GH, corrobora lo encontrado por otros investigadores Jugenheimer (1976). La correlación positiva entre el número de mazorcas sanas (MS) y rendimiento (REN), agrónomicamente es comprensible si se toma en cuenta que hubo mayor cantidad de granos sanos, esto debido posiblemente, a una mejor cobertura de las mazorcas de las líneas que más rindieron. Estas mostraron mayor cantidad de granos por unidad de superficie. El REN estuvo alta y positivamente correlacionado con el número de mazorcas obtenidas por

Cuadro 13. Correlaciones fenotípicas entre caracteres obtenidas a través de líneas intermedias avanzadas.

	AP	AM	RE	LE	LP	HT	HA	LM	DM	HM	GH	PC	M	F	IM	FM	IF	FF	SV	REN	AF	GM ²	MP	R	T	CC	MS	MD	DG	
AP	1.0	0.8	-0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.3	-0.2	0.0	0.4	0.3	0.3	0.5	0.2	0.3	0.0	-0.1	0.3	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	
AM		1.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	-0.1	0.0	0.4	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.0	-0.2	0.4	0.0	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	
RE			1.0	-0.4	-0.2	0.2	0.0	0.1	0.5	-0.4	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	0.0	-0.2	-0.0	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	-0.3	
LE				1.0	0.5	-0.2	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.2	
LP					1.0	-0.2	0.0	-0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	-0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	-0.1	0.1	-0.2	0.0	
HT						1.0	0.4	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.3	0.3	0.4	0.2	0.1	0.2	0.0	-0.1	0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	-0.1	
HA							1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	
LM								1.0	0.1	-0.2	0.6	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	0.1	0.2	0.0	0.0	-0.1	0.2	0.0	
DM									1.0	0.7	0.1	-0.1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	0.0	0.3	0.0	0.5	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.2
HM										1.0	0.0	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	-0.2	0.0	-0.1	0.0	0.3	
GH											1.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.7	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.0	
PC												1.0	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	0.3	0.0	-0.2	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.2	-0.2	-0.2	
M													1.0	0.9	0.9	0.8	0.6	0.7	-0.2	-0.6	0.2	-0.2	-0.6	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	
F														1.0	0.8	0.8	0.6	0.8	-0.2	-0.7	0.0	-0.3	-0.7	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	-0.1	
IM															1.0	0.7	0.6	0.6	0.0	-0.5	0.2	-0.3	-0.6	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	-0.1	
FM																1.0	0.6	0.9	0.0	-0.5	0.2	-0.3	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	-0.2	
IF																	1.0	0.5	0.0	-0.5	0.0	-0.3	-0.5	-0.1	0.0	-0.2	0.0	0.2	-0.1	
FF																		1.0	0.0	-0.6	0.2	-0.3	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	-0.3	
SV																			1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	
REN																				1.0	0.0	0.3	0.8	0.0	0.0	-0.1	0.4	-0.7	0.0	
AF ²																					1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	
GM ²																						1.0	0.3	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	
MP																							1.0	0.0	0.0	0.0	0.2	-0.5	0.0	
R																								1.0	0.0	0.3	-0.1	0.1	0.0	
T																									1.0	0.0	0.1	0.3		
CC																										1.0	0.0	0.3	0.2	
MS																											1.0	-0.6	-0.2	
MD																												1.0	0.1	
DG																													1.0	

EN GENERAL:

Los valores de 0.0 presentan "No Significancia" (NS)

Los valores de 0.1 y de -0.1 presentan significancia al 5% (*)

Los valores de 0.2 en adelante con signo positivo o negativo presentan significancia al 1% (**)

planta (MP), lo cual es claro ya que generalmente las plantas prolíficas produjeron mayor REN que aquellas que presentaron menos de una MP, además que la prolificidad es una componente principal del rendimiento.

El haber detectado correlación negativa de REN con el periodo completo de floración tanto masculina como femenina, agrónomicamente fue razonable, tal y como se mostró en los resultados en donde las líneas que tuvieron mayor rendimiento generalmente fueron los materiales que menos días ocuparon para el inicio de las floraciones masculina y femenina. Esto indica que hubo materiales que aunque hayan estado bajo estrés, respondieron bien y sería de esperar que bajo condiciones favorables las líneas podrían responder mejor. El presente trabajo concuerda con Carballo, citado por Oyervides (1979), quien encontró correlación negativa entre REN y floración. La correlación alta y negativa entre REN y MD quizás obedeció a una mala cobertura de la mazorca, o bien que a el totomoxtle en el ápice de la mazorca haya estado flojo y haya permitido la introducción de patógenos o de insectos que pudieran haber podrido sobre todo las puntas de las mazorcas, ocasionando con ello disminución en la producción de grano por hectárea.

El carácter AP estuvo alta y positivamente correlacionado con los caracteres AM, HM, M, F, IM, FM, FF y AF. Lo cual indica que se tendrá mayor altura de mazorca (AM) y por ende una mayor

cantidad de AF. Bajo condiciones favorables de temperatura y humedad para genotipos con cierta eficiencia en la acumulación de fotosintatos se tendrán materiales con buena relación de hileras por mazorca y de granos por hilera; de esta manera se obtendrán semillas de buena calidad.

A medida que se aumentó la longitud de la espiga aumentó la longitud del pedunculo y también se incrementó el diámetro de la mazorca (DM), con lo cual se tuvo un mayor número de HM y por ende más cantidad de granos por metro cuadrado. Se observó que a mayor longitud de mazorca (LM) se tuvo mayor número de granos por hilera (GH) y mayor número de granos por metro cuadrado (GM²).

4.4 Cruzas entre Líneas Intermedias Avanzadas

En el Cuadro 14 se presentan los rendimientos y otras características agronómicas, así como los coeficientes de variación y la eficiencia relativa del diseño látice. Con respecto a la eficiencia relativa de éste, algunos caracteres superaron al nivel del 105 por ciento, lo cual justificó el uso y análisis de varianza en látice; sin embargo otros caracteres manifestaron valores menores del 105 por ciento, por lo que no se justificará el uso y análisis en látice.

Cuadro 14. Evaluación de cruzas simples entre líneas intermedias avanzadas de la Región Centro (Bajío) Tlajomulco 1989T.

ENT	REN	SV	PC	MP	M A Z O R C A				GM ²	DG	ACAME		SANIDAD			ALTURA		F L O R A C I O N						E S F I G A			HOJAS		G R A N O					CF	
					LM	DM	HM	GH			R	T	MS	MD	CC	AP	AM	LM	M	FM	IF	F	FF	AF	RE	LE	LP	HT	HA	PG	PM	CH	BM		BC
37	3.8	90	21	1.0	13	4.3	16	29	2610	0.9	7	2	5	36	1	151	76	62	64	73	63	67	72	656	7	39	1	15	6	7	53	14	14	12	P
36	3.6	95	20	0.9	14	4.4	18	26	2527	0.8	0	0	11	28	1	171	88	63	64	75	65	70	72	648	9	47	4	14	5	4	13	11	43	29	P
29	3.6	83	19	1.0	13	4.3	16	26	2496	0.8	4	7	12	28	2	149	79	64	66	75	64	67	73	508	11	41	3	15	6	3	35	24	19	19	N
32	3.5	100	21	0.9	13	4.4	17	22	2020	0.8	21	0	12	29	3	173	93	63	66	77	67	70	76	620	7	44	5	16	6	6	17	6	57	14	P
9	3.3	95	20	0.9	13	4.2	17	24	2203	0.8	0	0	17	33	1	171	90	61	63	75	65	69	74	603	12	40	4	15	6	3	20	9	38	30	P
21	3.3	85	20	0.9	12	4.3	16	24	2074	0.8	2	8	13	26	1	182	94	63	66	77	65	68	74	592	11	39	3	16	6	5	28	15	37	15	P
40	3.3	95	19	0.9	13	4.3	16	24	2074	0.8	3	2	11	27	1	173	86	62	64	74	65	70	75	639	13	41	6	15	6	9	11	6	59	15	P
11	3.3	88	19	1.0	13	4.0	14	30	2520	0.8	0	2	19	30	0	167	85	64	69	77	65	71	76	633	11	37	2	16	7	4	38	26	18	14	P
19	3.3	88	20	1.0	13	3.9	15	27	2430	0.8	18	3	27	25	3	175	90	63	66	77	62	68	72	535	12	41	4	15	6	6	36	19	22	17	P
16	3.2	95	18	1.0	14	3.9	14	33	2772	0.9	0	8	3	27	1	163	82	60	64	74	63	67	71	583	12	40	5	15	6	0	39	37	9	15	N
41	3.2	95	20	0.9	13	4.2	16	25	2160	0.8	0	2	13	34	1	191	104	64	66	83	69	72	83	717	18	42	3	16	6	13	32	7	37	11	N
23	3.1	88	19	1.0	13	3.8	12	31	2232	0.8	0	3	15	18	1	127	70	62	64	72	61	64	68	593	9	31	1	15	6	9	46	13	14	8	O
15	3.0	90	19	1.0	13	4.3	19	31	3534	0.9	5	0	14	30	0	155	82	59	62	73	62	66	72	534	13	39	3	16	6	0	21	53	3	23	N
33	3.0	93	20	0.8	14	4.5	17	23	1877	0.8	0	7	1	34	1	168	95	63	66	75	65	70	72	626	11	38	2	16	7	7	36	6	40	11	N
13	3.0	80	19	0.9	13	3.9	16	27	2333	0.8	2	2	14	39	2	181	95	66	68	79	70	72	76	643	11	36	3	16	7	3	28	21	27	21	N
5	2.9	93	19	0.9	14	4.4	19	24	2462	0.9	0	13	4	45	0	162	86	58	63	73	59	64	71	551	8	39	2	15	6	0	15	13	36	36	P
14	2.9	95	20	0.8	13	4.2	18	25	2160	0.8	14	5	13	36	3	161	88	61	65	75	63	69	69	558	11	35	0	16	6	2	21	13	34	30	P
2	2.9	93	20	1.0	12	3.9	17	25	2550	0.8	0	2	13	26	0	161	93	62	66	74	64	68	72	592	9	38	4	15	6	0	12	67	2	19	P
43	2.8	88	20	0.8	15	3.9	13	30	1872	0.9	2	33	6	33	1	194	109	56	61	73	59	67	71	429	15	39	5	15	5	5	31	16	33	15	P
6	2.8	93	20	0.9	15	3.9	14	18	1361	0.8	0	3	0	42	0	148	77	58	61	74	62	66	72	581	13	38	2	15	6	8	23	7	50	12	P
3	2.8	83	19	1.0	14	3.9	14	27	2268	0.8	0	4	22	26	0	161	86	62	64	75	66	68	72	579	18	36	6	16	6	0	52	26	11	11	N
20	2.8	75	19	0.8	14	4.2	20	24	2304	0.8	9	18	12	43	2	199	108	63	67	79	67	70	76	633	15	38	2	16	6	3	17	20	26	34	P
42	2.8	80	18	1.0	14	4.1	15	26	2340	0.8	5	7	4	27	1	153	77	61	65	74	62	68	72	590	14	37	2	15	6	3	25	18	36	18	N
25	2.8	90	19	0.9	12	4.0	13	27	1895	0.8	2	2	21	22	1	137	70	64	67	76	66	70	73	616	7	37	2	15	6	7	49	16	16	12	N
22	2.7	88	19	1.0	14	4.1	16	30	2880	0.9	0	10	7	16	1	146	75	61	64	74	62	70	72	623	8	39	1	17	6	11	45	14	20	10	P
26	2.6	93	19	0.9	13	4.2	19	26	2668	0.8	9	5	4	43	6	157	80	62	65	73	65	70	72	599	12	38	1	15	6	0	13	28	12	47	P
45	2.6	95	20	0.8	15	4.4	17	27	2203	0.9	0	5	10	53	2	204	118	63	69	82	66	73	81	673	14	43	2	16	6	8	27	10	37	18	N
27	2.6	93	20	1.0	13	3.5	13	28	2184	0.8	0	8	3	30	0	134	70	60	62	72	61	64	70	600	14	37	2	15	6	5	32	28	16	19	N
28	2.6	98	19	0.9	14	4.0	15	29	2349	0.9	0	52	4	32	4	152	84	61	65	74	63	67	72	550	13	37	1	15	5	6	32	17	27	18	N
44	2.6	95	21	0.9	13	4.0	15	28	2268	0.8	0	13	9	37	0	162	79	62	67	78	66	69	76	599	10	35	3	16	6	6	41	20	20	13	P
1	2.6	90	19	1.0	13	3.8	15	30	2700	0.9	2	0	16	23	1	167	91	66	69	80	69	73	78	658	17	34	3	16	5	0	39	43	5	13	N
47	2.6	88	20	0.9	15	3.7	14	29	2192	0.9	3	12	9	36	0	184	113	63	68	78	63	72	76	691	13	40	2	16	6	7	24	11	38	20	N
17	2.5	88	20	0.9	12	3.9	14	28	2117	0.8	0	0	8	30	1	132	63	60	63	73	63	66	72	456	14	37	5	15	6	0	21	47	4	28	N
49	2.4	83	19	0.8	13	3.8	15	27	1944	0.8	2	2	9	31	8	171	82	64	68	83	67	71	82	659	14	41	4	16	6	1	31	24	22	22	N
10	2.3	78	19	0.8	11	4.7	21	22	2217	0.8	0	7	22	22	2	167	78	64	67	78	66	69	77	559	9	38	1	16	6	0	21	35	9	35	P
24	2.3	98	20	0.9	14	3.8	13	30	2106	0.9	0	20	7	39	1	126	67	63	63	73	64	67	72	634	9	35	1	15	6	11	46	13	20	10	N
48	2.2	85	19	0.7	14	4.0	16	28	1862	0.8	3	0	18	35	3	163	79	63	69	83	67	73	82	661	14	40	3	16	6	0	32	20	24	24	P
46	2.2	88	18	0.7	14	3.8	16	26	1747	0.7	0	12	10	34	0	184	113	66	73	85	70	76	82	702	13	38	3	18	7	8	28	27	14	23	P
4	2.0	80	19	0.8	13	3.7	17	27	2203	0.8	2	9	0	55	4	158	81	63	67	80	69	72	77	591	13	41	4	16	6	0	24	38	11	27	P
38	1.8	95	21	0.7	11	4.3	21	18	1588	0.8	7	0	0	52	1	189	102	64	67	80	67	73	80	616	11	40	4	15	6	0	8	26	13	53	P
18	1.7	78	18	0.8	11	4.0	20	22	1920	0.8	7	7	0	53	2	155	75	60	67	78	64	70	77	570	10	39	6	14	6	0	2	22	4	72	P
39	1.6	85	20	0.8	12	4.3	22	24	2534	0.9	8	7	0	63	1	192	101	63	68	79	66	72	77	558	13	40	4	14	6	0	7	37	4	52	P
7	1.5	88	21	0.8	13	3.8	17	28	2285	0.9	0	5	8	50	1	181	92	63	67	83	69	73	82	621	11	39	5	15	6	0	13	35	12	40	P
35	1.4	88	17	0.9	12	4.0	22	22	2614	0.8	4	5	2	47	1	168	83	65	68	74	61	70	76	587	6	44	7	14	6	0	0	31	3	66	P
30	1.4	88	19	0.8	10	4.4	21	17	1714	0.8	11	4	0	54	0	159	89	60	66	76	66	69	75	508	5	35	3	15	6	0	3	17	18	62	P
8	1.3	90	20	0.8	11	3.9	19	19	1733	0.9	7	5	0	50	4	155	77	61	65	78	65	71	76	517	5	37	3	14	5	0	3	31	7	59	P
31	1.3	90	21	0.7	11	4.1	22	22	2033	0.8																									

4.4.1 Rendimiento

En la Figura 18 se presentan los rendimientos para cada cinco de las mejores cruzas simples en comparación a cinco de los mejores testigos y a cinco cruzas simples de menor rendimiento, siendo el primer grupo superior a los testigos. Las cruzas que tuvieron mayor rendimiento fueron 37, 36, 29, 32 y 9, con un rendimiento promedio de 3.56 toneladas de grano por hectárea; fueron superiores a los testigos hembra del H-220, Miranda 355, H-433, H-311 y HV-313 que tuvieron un rendimiento promedio de 2.6 toneladas de grano por hectárea y al grupo de cruzas que menos rindió que tuvieron una media de 1.2 toneladas de grano por hectárea. Las cruzas en promedio rindieron sólo cuatro por ciento más que los testigos, pero la más rendidora superó en 26 por ciento al mejor testigo que fue la hembra del H-220. Los valores extremos de rendimiento para los tratamientos fueron de 0.7 a 3.8 toneladas de grano por hectárea.

En la Figura 19 se presenta la heterosis en rendimiento de las líneas que mejor combinaron con otras como fueron BD 2-172-1-1-1 (11), MI -23-1-1-1-3-1-6-2-1 (13), BD 2-186-4-2-2 (8), PPMG-67-2-1 (3) Y Pool 20-54-1-1-1 (6), aunque ésta última con la limitante de haber tenido rendimiento bajo (0.5 ton/ha). Asimismo, se observa que la línea 347-88-2-2 (2) y la media de las líneas (10, 20 y 12), con las que se combinó, fue la de mayor producción, pero tuvo baja heterosis para rendimiento. La mayor

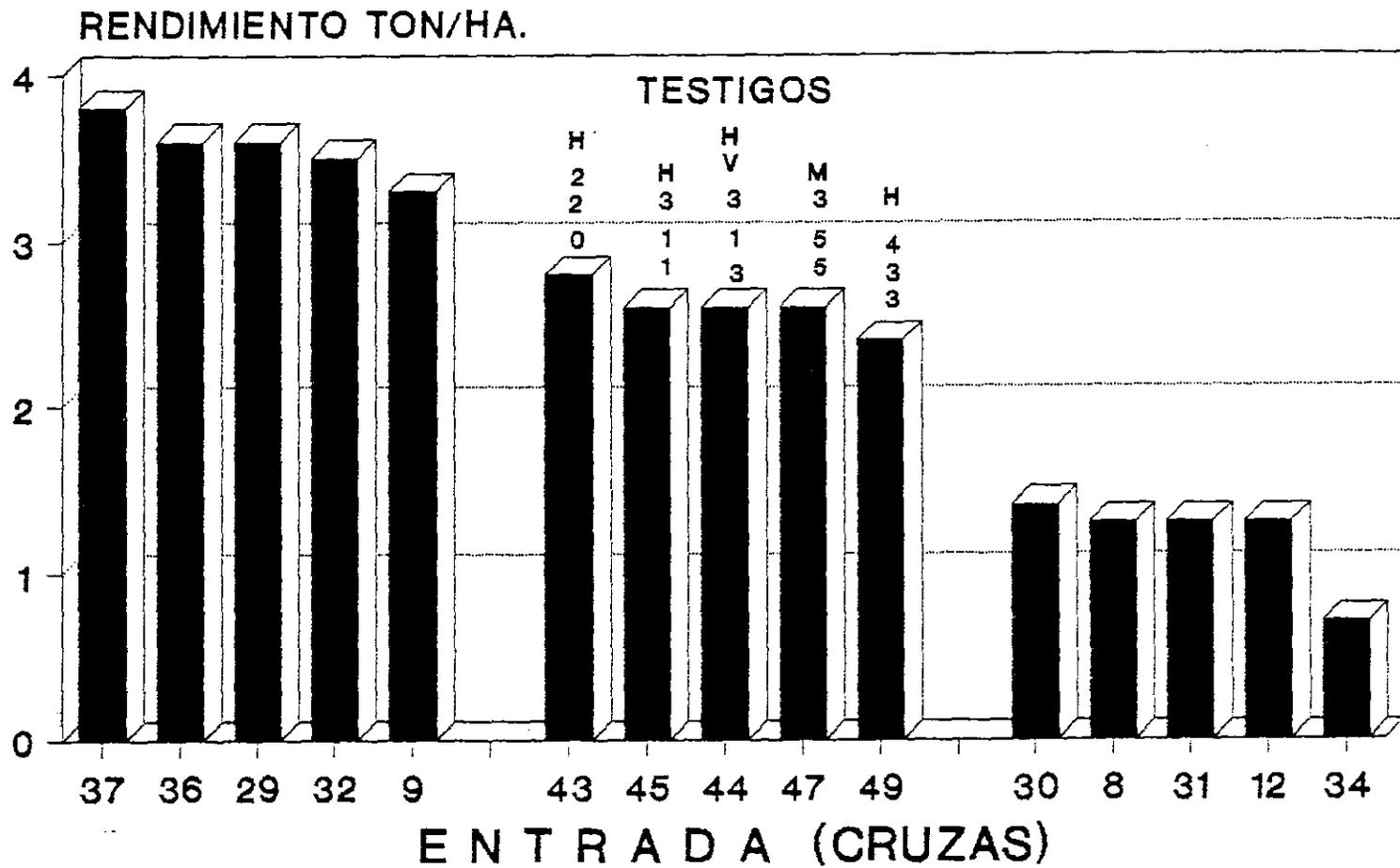


Fig. 18. Rendimiento de cinco cruza simples intermedias que más rindieron en comparación de cinco de los mejores testigos y a cinco cruza simples de menor rendimiento.

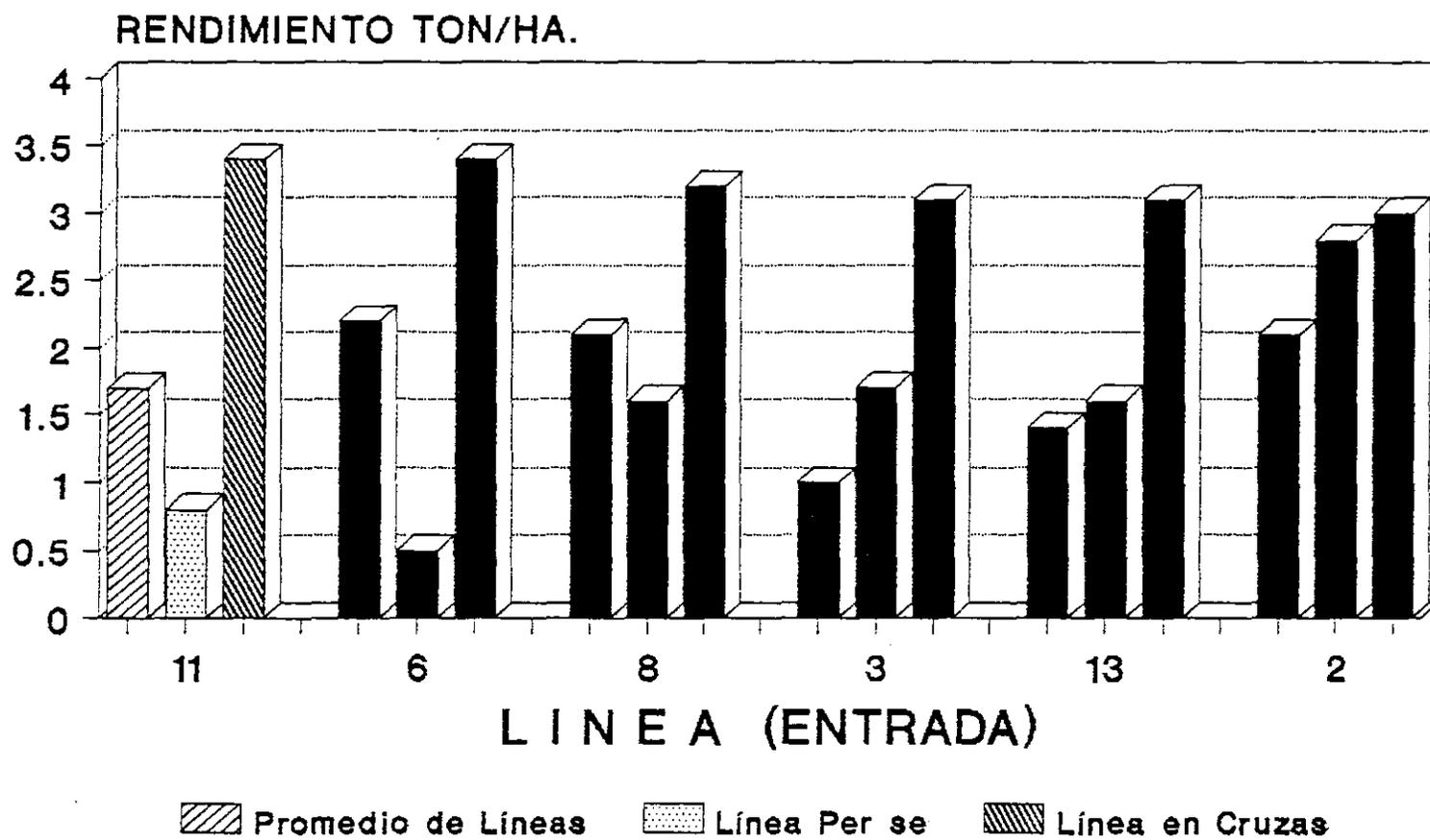


Fig. 19. Heterosis para rendimiento de las líneas que mejor combinaron con otras para obtener cruzas simples intermedias.

heterosis se registró en la línea 11 y la que manifestó la menor heterosis fue la 2.

4.4.2 Mazorcas por Planta y Granos por Metro Cuadrado

En el Cuadro 10 se observa que las cruzas 37, 29 y 19 tuvieron una mazorca por planta (MP), mientras que los testigos no llegaron a producirla. Además exhibieron una sobrevivencia (SV) promedio del 87 por ciento y rendimiento (REN) de 3.6 toneladas de grano por hectárea. La cruz 37 que manifestó buen rendimiento la formaron las líneas 25 y 6, de las cuales la primera tuvo caracteres favorables y la segunda manifestó problemas con REN, SV y MP de 0.3. En el caso de la cruz 29, sus progenitores fueron mejores que los de la cruz anterior, porque manifestaron una media de 0.9 MP y 1.8 toneladas de grano por hectárea. Con respecto a la cruz 19 sus progenitores fueron mejores, manifestaron más de una MP, 80 por ciento de SV y 2.5 (ton/ha) de rendimiento de grano.

La cruz [(Pool 19 X LB) F4-49] x [(Pool 19 X LB) F4-3] (8) que además de registrar la relación de MP más baja (0.6) de todo el experimento, también obtuvo el menor rendimiento de grano. El comportamiento de esta cruz es lo esperado debido a que las dos líneas pudieron estar emparentadas ya que provinieron de una misma población y fueron derivadas mediante el método masivo que

no controla prácticamente el pedigrí o genealogía de las líneas.

En la Figura 20 se presentan las diferencias en el número de granos por metro cuadrado (GM²), entre el grupo de las cinco mejores cruzas y con los mejores testigos. Las cruzas registraron un promedio de 2371 granos por unidad de superficie con rango de 2020 a 2610, mientras que los testigos tuvieron promedio de 2096 granos y rango de 1872 a 2268, y registraron solo 275 granos menos con respecto al primero.

En el Cuadro 14 se observa a las cruzas simples 32 y 15 con 2020 y 3534 GM², respectivamente. La segunda cruz a presentó mayor número de HM y a la vez más GH. Se detectó en general que mientras un material presentó demasiadas hileras por mazorca el tamaño de su grano fue sumamente pequeño, quizás porque los nutrimentos que provinieron de las hojas tuvieron que ser mayormente repartidos y les correspondió menor cantidad a cada grano. Si se tratase de seleccionar a la mejor cruz a en base a este carácter, se escogería a la segunda cruz a por haber obtenido la mayor cantidad, pero a nivel de campo y sobre todo tomando en cuenta al productor, es posible que fuera la menos conveniente porque registró algunas desventajas como menor rendimiento y sólo 24 por ciento de semilla atractiva comercialmente. Por tal motivo la cruz a que más le convendría al productor sería el tratamiento 32, con 16 a 17 HM y 22 GH, pero sobre todo el 80 por ciento de su producción será de semilla atractiva comercialmente.

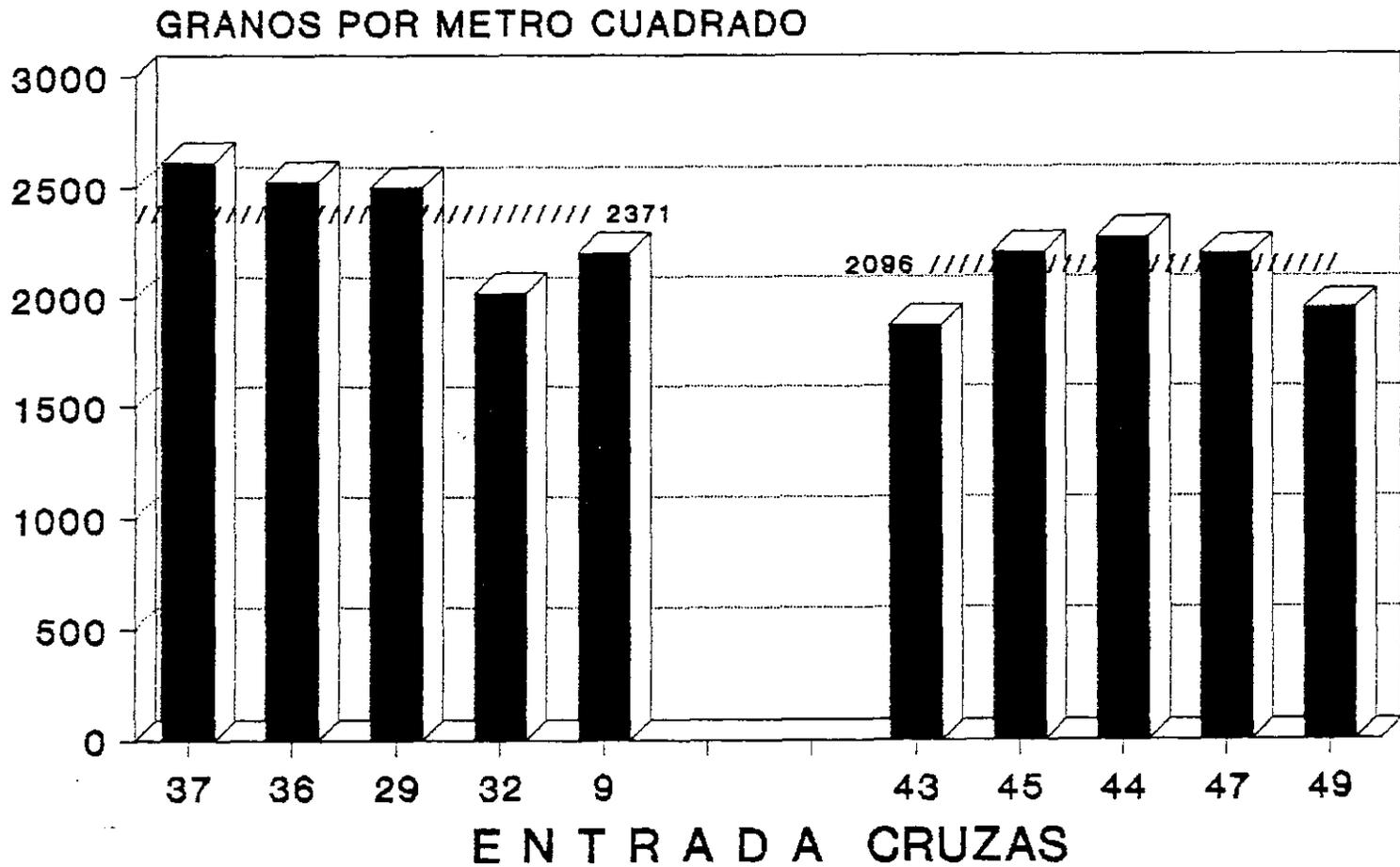


Fig. 20. Granos por m² de las mejores cinco cruzas simples intermedias, en comparación a los mejores cinco testigos. Tlajomulco 1989T.

4.4.3 Altura, Sanidad y Acame

La cruz 23 fue de las de porte más bajo con altura de mazorca (AM) de 70 centímetros, material que además presentó otros caracteres favorables con relación de una MP, 12 HM y 31 GH, buen número de GM2 sin problemas de R y T, con mayor precocidad que los testigos, con pocas RE, aceptable porcentaje de semilla atractiva comercialmente y de buen rendimiento para las condiciones de estres de humedad que prevalecieron en el ciclo de estudio. El comportamiento positivo de esta cruz sin duda se debió a los caracteres favorables de sus progenitores y que fueron mejores a los testigos, por tal motivo se cree conveniente que este genotipo funcione para la formación de híbridos trilinales o dobles.

Los testigos y algunas cruzas no tuvieron problema con acame de raíz (R), a excepción de las cruzas 32 y 19 que registraron 21 y 18 por ciento respectivamente. El acame de tallo (T), fue de 8 por ciento en el experimento, en donde 43 y 28 fueron los genotipos que principalmente presentaron porcentajes más altos. Se manifiesta que las cruzas simples en las que participó la línea Pool 20-14-1-1-2 (5) fueron las que tuvieron más T, por tal motivo se hace suponer que ésta línea fue la que transmitió dicha limitante. El acame de tallo se presentó, posiblemente, debido a que durante el periodo de llenado del grano el tallo se "vacío" quedando hueco y sin consistencia alguna y con el más mínimo

movimiento y por el peso de la mazorca el tallo se quebrò, abajo de la mazorca principal.

Con respecto a la sanidad de la mazorca, se detectò a la cruza (Pool 19 X LB) F4-32 X 347-88-2-2 (19) con la mejor relación de MS y MD, es decir, con 25 y 27 por ciento, respectivamente; sin embargo la cruza (Pool 19 X LB) F4-52 X Pool 20-54-1-1-1 (37) que a pesar de haber sido la más rendidora manifestó una relación desequilibrada de MS y MD con sólo 5 y 36 por ciento, respectivamente.

El contraste fue con los testigos y algunas cruzas como fue el caso de H-311 (45) que tuvo una relación de 10 y 53 por ciento de MS y MD, respectivamente, y el dato de mayor desproporción fue el de la cruza (Pool 19 X LB) F4-52 X (Pool 19 X LB) F4-40 (34) con cero por ciento de MS y 65 por ciento de MD, aunque este fue un cruzamiento entre dos líneas provenientes de la misma población. La cruza 19 pudiera ser de interés agronòmicamente, porque además de su buena sanidad de mazorca tuvo buena relación de HM y GH, pero también tuvo 18 por ciento de R. El hecho de que la cruza simple 34 haya tenido el mayor problema de sanidad de mazorca fue probablemente debido a que manifestó R y al caer las plantas, las mazorcas prácticamente quedaron al ras del suelo, expuestas a la penetración de patògenos que pudieran iniciar la pudrición de la mazorca.

Con respecto a CC, el testigo H-433 (49) fue el único genotipo que manifestó el mayor porcentaje (8%). Los factores que pudieron haber influenciado la presencia de esta enfermedad fueron, clima con viento seco que pudo haber sido propiciado por la falta de lluvias y falta de polinización por la deshidratación del polen.

4.4.4 Días a Floración Masculina y Femenina

En las cruza simples transcurrieron un promedio de tres días para cubrir el periodo de IM a M, y para el grupo de los testigos el mismo periodo fue de 6 días; de M a FM fue de 11 y 12 días para el primero y segundo grupo, es decir, que el rango de floración masculina fue de 14 días para las cruza y de 18 para los testigos. Con respecto a floración femenina, duro 4 días el periodo de IF a F para las cruza y para los testigos el mismo periodo fue de 7 días, y de F a FF fue de 5 días para las cruza y de 7 días para los testigos, lo cual indica que el periodo de floración femenina para las cruza fue de 9 días y para los testigos de 14 días.

Los testigos H-422 (48) y B-840 (46), fueron los genotipos más tardíos con 69 y 73 días respectivamente a floración masculina y los días transcurridos a floración femenina fueron 73 y 76 días, respectivamente. Antedichos materiales no sólo fueron de

los más tardíos, sino que también presentaron una serie de limitantes en ciertos caracteres como porte alto, acame de tallo (T) y 0.7 MP para el caso del B-840. Tal vez una de las razones del comportamiento de estos materiales fue quizás su tardíamente y la falta de humedad en el suelo debido a las limitantes que existieron tanto de suelo como de clima, específicamente por la falta de lluvias en el periodo de floración. Tales resultados se relacionan con lo señalado por Basile (1954), quien indicó que los periodos de sequía reducen definitivamente la producción de maíz en los años secos, y con Shaw (1955), quien indicó que estudios de la precipitación durante la floración se podría explicar la mayor parte del fenómeno de la producción.

4.4.5 Calidad de Semilla

En el Cuadro 15 se muestra la clasificación de grano en por ciento, que le correspondió a plano grande (PG), plano medio (PM), plano chico (CH), bola media (BM) y bola chica (BC), en algunas de las cruzas más contrastantes del experimento. Las cruzas 38 y 33 tuvieron los datos más altos, es decir, 82 y 83 por ciento, respectivamente, de los tamaños grande y medio de semilla sin considerar la forma, dicho valor multiplicado por el rendimiento por hectárea de la cantidad real de semilla atractiva comercialmente, de acuerdo a Espinosa (1982).

Cuadro 15. Por ciento de granos en cada tipo de grano (PG, PM, CH, BM y BC) para algunos genotipos en el experimento de cruzas intermedias. Tlajomulco 1989T.

ENTRADA	PG	PM	CH	BM	BC
19	9	11	6	59	15
32	6	17	6	57	14
41	13	32	7	37	11
33	7	36	6	40	11
45 (H-311)	8	27	10	37	18
35	0	0	31	3	66

PG = Plano grande, PM = Plano medio, CH = Plano chico

BM = Bola media, BC = Bola chica

El híbrido H-311 (45) fue el testigo que obtuvo mayor cantidad de grano al manifestar 72 por ciento de semilla grande y media sin considerar la forma, pero este material tuvo otros caracteres desfavorables, como valores altos en ramas por espiga (RE), longitud de esta misma, área foliar, porte de planta, y días a floración masculina y femenina. Este material bajo mejores condiciones ambientales podría incrementar tanto en producción como su calidad de semilla.

Otro de los materiales con relativa buena calidad de semilla fue la cruz 37 que además de haber sido de las más precoces y de mayor producción, manifestó pocas ramas por espiga y longitud reducida de ésta. Por lo que, el comportamiento de calidad de semilla obedeció probablemente, en primer lugar, al ciclo vegetativo ya que los mejores registraron menos días a floración y

los de ciclo tardío que vieron mermada su calidad de semilla, como su producción de grano.

4.4.6 Líneas y Cruzas Intermedias Sobresalientes

Las líneas 2, 1, 10, 20, 7, 12, 3, 13 y 8 fueron las mejores dentro del grupo de ciclo intermedio (Figura 21), de acuerdo a su comportamiento per se y su combinación en otras líneas (tres o cuatro) del mismo grupo de madurez. Las líneas 347-88-2-2 (2) y BD 2-120-1-2 (10) combinaron bien para formar cruza simples y tuvieron caracteres favorables como semilla comercial atractiva, pocas ramas por espiga (RE), longitud reducida de ella, porte bajo, una mazorca por planta (MP), mazorca alargada, porcentajes ínfimos de mazorcas dañadas (MD), pocas hileras por mazorca (HM), buen número de granos por hilera (GH), rendimiento alto y precocidad de 5 hasta 14 días con respecto a las líneas más tardías.

Dentro de las líneas más sobresalientes en rendimiento se encuentra la PPMG-67-2-1 (3) que no obstante de haber obtenido el 70 por ciento de semilla comercial atractiva mostró caracteres desfavorables para mazorcas dañadas (MD), mazorcas sanas (MS) y acame de tallo (T). Otras dos líneas de las más rendidoras fueron (Pool 19 X LB) F4-32 (20) y MI-23-1-1-1-3-1-6-2-1 (13), pero manifestaron limitantes en los tipos de semilla con hasta 100 por ciento de tipos pequeños lo cual dificultaría su manejo en

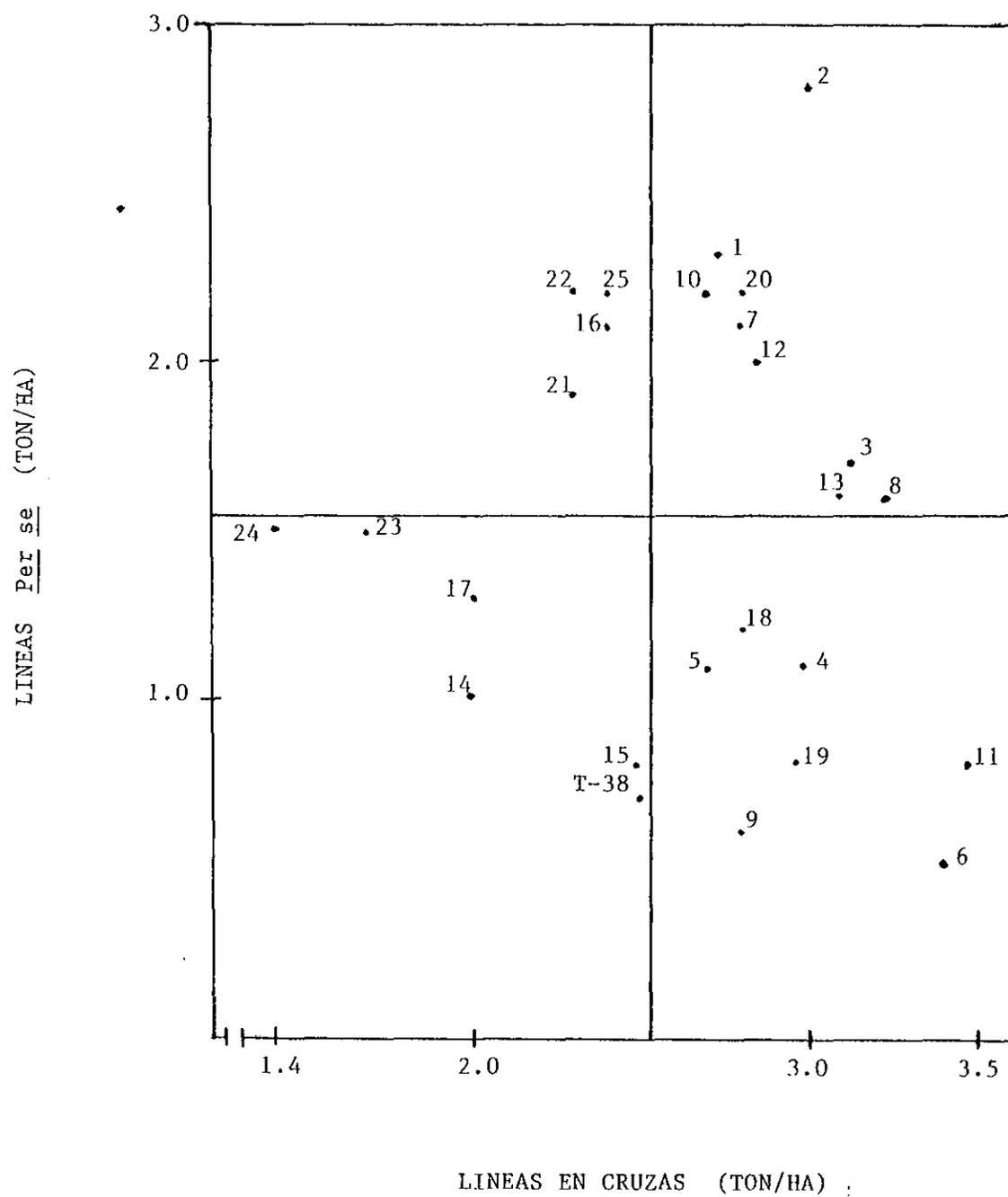


Fig.21 Diagrama de Dispersión para Rendimiento entre Líneas Intermedias Per se y en Cruzas en Tlajomulco 1989T.

siembras a nivel de productor en caso de que fueran utilizadas como progenitoras hembras en híbridos de cruza simple.

Con respecto a los híbridos la cruza simple BD 2-120-1-2 X 347-88-2-2 (23) destacó por su buena sincronía floral, porte de planta bajo, cero acame de raíz y un mínimo de acame de tallo, regular calidad de mazorca y 79 por ciento de semilla comercial atractiva.

4.4.7 Correlaciones entre Caracteres

Los coeficientes de correlación en las cruzas simples intermedias entre los pares posibles de caracteres estudiados se muestran en el Cuadro 16 del que se tomaron para su análisis solo aquellos que manifestaron valores más altos.

El carácter REN estuvo alta y positivamente correlacionado con los caracteres LM, GH, MP y MS. Negativamente con los caracteres HM, M, F, FM, FF y MD, siendo alta la significancia para todos ellos.

El hecho de que el carácter REN haya manifestado alta correlación positiva en los caracteres LM y GH viene a corroborar lo mencionado por otros investigadores quienes asentaron que estos componentes siempre correlacionan positivamente con el

Cuadro 16. Correlaciones fenotípicas entre caracteres obtenidas a través de cruza simples entre líneas intermedias avanzadas.

	AP	AM	RE	LE	LP	HT	HA	LM	DM	HM	GH	PC	M	F	IM	FM	IF	FF	SV	REN	AF	GM ²	MP	R	T	CC	MS	MD	DG
AP	1.0	0.8	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	-0.2	0.1	0.5	0.5	0.3	0.4	0.3	0.3	0.0	0.0	0.2	0.0	-0.3	0.1	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.0
AM		1.0	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.2	0.2	-0.1	0.1	0.4	0.4	0.2	0.3	0.2	0.3	0.0	0.0	0.2	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
RE			1.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	-0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	-0.2	0.0	0.0	0.1	-0.2	0.0
LE				1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
LP					1.0	-0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.1	-0.2	0.0	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.1	-0.2	0.0	0.0	0.1	0.0
HT						1.0	0.3	0.1	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0
HA							1.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0
LM								1.0	0.1	-0.3	0.7	0.0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.0	0.0	0.3	0.1	0.4	0.3	-0.1	0.2	0.0	0.1	-0.2	0.0
DM									1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
HM										1.0	-0.4	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.1	-0.3	-0.1	0.4	-0.4	0.2	-0.1	0.0	-0.2	0.4	0.0
GH											1.0	-0.1	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.7	0.4	-0.2	0.1	0.0	0.1	-0.3	0.0
PC												1.0	-0.1	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0
M													1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.0	-0.3	0.3	-0.1	-0.4	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.2	0.0
F														1.0	0.7	0.7	0.7	0.5	0.0	-0.4	0.3	-0.1	-0.5	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.3	0.0
IM															1.0	0.5	0.7	0.4	0.0	-0.2	0.4	-0.2	0.3	0.0	-0.2	0.1	0.2	0.0	0.0
FM																1.0	0.7	0.5	-0.1	-0.3	0.2	-0.1	-0.5	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.2	0.0
IF																	1.0	0.5	-0.1	-0.2	0.3	-0.1	-0.3	0.0	-0.3	0.0	0.1	0.1	-0.3
FF																		1.0	0.0	-0.3	0.1	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	-0.3
SV																			1.0	0.2	0.1	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.4
REN																				1.0	0.1	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.4	-0.7	0.0
AF																					1.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.2	-0.1	0.0
GM ²																						1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MP																							1.0	-0.1	0.0	0.0	0.2	-0.5	0.0
R																								1.0	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
T																									1.0	0.0	-0.1	0.0	0.0
CC																										1.0	0.0	0.0	0.0
MS																											1.0	-0.5	0.0
MD																												1.0	0.0
DG																													1.0

EN GENERAL:

Los valores de 0.0 presentan "No Significancia" (NS)

Los valores de 0.1 y de -0.1 presentan significancia al 5% (*)

Los valores de 0.2 en adelante con signo positivo o negativo presentan significancia al 1% (**)

rendimiento, entre los investigadores están Hallauer y Sears (1969) y otros más citados por Jugenheimer (1976). La correlación positiva entre el número de mazorcas sanas (MS) y rendimiento (REN) sería explicable si se toma en cuenta que en algunas cruzas simples hubo mayor cantidad de granos sanos y esto probablemente debido a una mejor cobertura de la mazorca de las cruzas que más rindieron. El REN estuvo alta y positivamente correlacionado con la variable MP, esto significa que las plantas prolíficas produjeron más rendimiento que aquellas que presentaron menos de una MP, además que la prolificidad es una componente importante del REN.

La correlación negativa entre REN y floración tanto masculina como femenina fue debida probablemente a las condiciones ambientales desfavorables que provocaron estrés en las plantas por la ausencia de lluvias en el periodo de floración que afectó a la formación y llenado de grano. Las variedades menos rendidoras fueron aquellas que tuvieron más mazorcas dañadas, y el daño de éstas se pudo haber debido a la mala cobertura de la mazorca o bien a que el totomoxtle en el ápice de la mazorca haya estado flojo permitiendo la penetración de patógenos o de insectos que pudieran haber dañado las puntas de la mazorca. A medida que aumentó el rendimiento en las variedades el número de hileras por mazorca se vio disminuida, por ejemplo, la cruzada BD 2-120-1-2 X 347-88-2-2 (23) fue de las más rendidoras y manifestó menor HM.

La correlación entre AP y AM fue alta y positiva (0.8) tal como se ha reportado en varios estudios. La correlación también alta y positiva entre AP y floración se manifiesta con el comportamiento de la entrada 45 del testigo H-311 que tuvo un valor elevado para AP quizás debido a su ciclo tardío. La altura de planta (AP) estuvo correlacionada negativamente con mazorcas por planta (MP), dicha correlación podría explicarse por la asociación positiva entre altura de planta (AP) y las floraciones masculinas y femeninas.

Las correlaciones positivas de LM con GH, GM2 y MP podrían considerarse normal y esperada, bajo condiciones normales de cultivo. En cambio longitud de mazorca (LM) e hileras por mazorca (HM) estuvieron correlacionadas negativamente lo cual se manifiesta en el comportamiento de las cruces BD 2-186-4-2-1 X (Pool 19 X LB) F4-9 (10) y (Pool 19 X LB) F4-32 X (Pool 19 X LB) F4-35 (18) que tuvieron longitudes de mazorca de las más cortas y que fueron de las que manifestaron un mayor número de HM (20 a 22 HM). Hubo correlaciones negativas de GH con floración y MD, y positivas con GM2 y MP. La correlación alta y positiva de GM2 con LM, DM, HM y GH se manifiesta a través de la cruce 19-118-2-4-2-1 X (Pool 19 X LB) F4-35 (26) que tuvo un diámetro de mazorca de 4.2 cm, 20 HM y 2668 GM2.

Se hace del conocimiento que las correlaciones antedichas fueron tomadas en cuenta en base al criterio de Jugenheimer

(1976) quien indicó que para tener cierto grado de confiabilidad en las correlaciones es importante que el coeficiente de correlación además de ser significativo sea numéricamente alto.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y en base a los resultados, así como de la discusión de los mismos, bajo las condiciones en que se desarrolló la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

1) Con respecto a rendimiento (REN), las líneas 32-P 214-2-1-5-1-3-1 (23), [(B-33 X Pool 24) X B-332-20-1] (2), T-37 (27), 24 MZ 102-2-1-1-4-1-2-5-1 (20), B-840-169-1-3-2-2 (12) Y B-34 (28) fueron de las mejores en el grupo tardío y generalmente combinaron bien para formar cruza simples, además de haber tenido algunas de ellas otros caracteres muy favorables.

2) Las líneas tardías [(B-33 X Pool 24) X B-332-20-1] (2), B-840-169-1-3-2-2 (12) Y T-37 (27) manifestaron sobrevivencia (SV) arriba del 80 por ciento, relación de mazorcas por planta (MP) próxima a uno para el caso de las dos primeras líneas, en general tuvieron buena cantidad de granos por metro cuadrado (GM2), prácticamente sin problemas de acame, la sanidad de la mazorca resultó ser aceptable, de porte de planta bajo, de 5 a 10 días más precoces que las líneas más tardías y de espiga pequeña.

3) En sí, las líneas que mejor combinaron fueron B-840 169-1-3-2-2 (12), [(B-33 X Pool 24) X B-332-113-2] (5) Y [(B-32 X Pool 24) X B-322-17-2] (1), esta última con la limitante de haber

tenido rendimiento bajo (0.7 ton/ha) y que la producción de su semilla sería de un costo mayor en caso de que se usara como progenitor hembra.

4) Las mejores cruzas simples tardías superaron en rendimiento a los testigos cruzas dobles y triples hasta en más del 60 por ciento, porcentaje suficiente para cubrir los costos adicionales en producción de semilla y pueden proporcionar buen margen para capital y riesgos.

5) Las cruzas simples tardías más sobresalientes fueron [(B-33 x Pool 24) X B-332-20-1] X [B-806-53] (4), 24 MZ 102-2-1-1-4-1-2-1-1 X [(B-33 X Pool 24) X B-332-49-1] (21), [(B-32 X Pool 24) X B-322-17-2] X T-37 (3), [(B-33 X Pool 24) X B-332-113-21 X [(B-32 X Pool 24) X B-322-17-2] (53), B-840 169-1-3-2-2 X B-806-48-1-1-2 (40) Y B-840-169-3-2-2 X 24-MZ 102-2-1-1-4-1-2-5-1 (42), que además de exhibir buen rendimiento, reunieron una serie de caracteres muy favorables como sobrevivencia (SV) de alrededor del 90 por ciento, prolificidad de 0.92 mazorcas por planta (MP), mayor número de granos por metro cuadrado (GM2), sin problemas de acame de raíz (T), mejor sanidad de mazorca y más precoces que los testigos.

X B-332 = B-32 al cuadrado

X B-333 = B-33 al cuadrado

6) La cruza simple [(B-33 X Pool 24) X B-332-113-2] X [(B-32 X Pool 24) X B-322-17-2] (53) (ODON-356 con líneas recuperadas) fue superior a ODON-356 en porte de planta, acame de raíz, acame de tallo, madurez, sanidad de mazorca y sincronía floral.

7) Las líneas 347-88-2-2 (2), 347-14-2-2 (1), BD 2-120-1-2 (10), (Pool 19 X LB) F4-32 (20), BD 2-181-1-2-1 (7), 19-118-2-4-2-1 (12), PPM6 (HC1)-67-2-1 (3), MI-23-1-1-1-3-1-6-2-1 (13) Y BD 2-186-4-2-2 fueron las mejores dentro del grupo de ciclo intermedio de acuerdo a su comportamiento per se y por su combinación con otras líneas del mismo grupo de madurez.

8) La línea PPM6 (HC1)-67-2-1 (3), no obstante de haber tenido 70 por ciento de semilla comercial atractiva y buen rendimiento mostró caracteres desfavorables para mazorcas dañadas (MD), mazorcas sanas (MS) y acame de tallo (T).

9) Las líneas [(Pool 19 X LB) F4-32 (20) Y MI-23-1-1-1-3-1-6-2-1 (13) a pesar de haber tenido buen rendimiento, manifestaron limitantes con los tipos de semilla hasta con 100 por ciento de tipos pequeños lo cual dificultaría su manejo en siembras a nivel de productor en caso de que fueran utilizadas como progenitoras hembras en híbridos de cruza simple.

10) Sin embargo las líneas 347-88-2-2 (2) y BD 2-120-1-2 (10) además de combinar bien en cruzas, tuvieron caracteres favorables como semilla comercial atractiva, pocas ramas por

espiga, longitud reducida de ella, porte bajo, una mazorca por planta (MP), mazorca alargada, porcentajes ínfimos de mazorcas dañadas (MD), pocas hileras por mazorca (HM), buen número de granos por hilera (GH), rendimiento alto y precocidad de 5 hasta 14 días con respecto a las líneas más tardías.

11) La cruz BD 2-120-1-2 X 347-88-2-2 (23) destacó por su buena sincronía floral, porte de planta bajo, cero acame de raíz (R) y un mínimo de acame de tallo (T), regular calidad de mazorca y 79 por ciento de semilla comercial atractiva.

12) Dada la influencia que tiene el tamaño de semilla en el vigor, así como su efecto en el establecimiento del cultivo en el campo, es necesario incluir esta variable como criterio de evaluación en la selección de líneas y cruzas simples progenitoras.

13) Las cruzas simples, dentro de los grupos de madurez tardía e intermedia, rindieron más que los testigos, generalmente híbridos triples y dobles, a pesar de las condiciones ambientales limitadas que existieron en el sitio de evaluación.

14) La superioridad de las cruzas simples sobre los híbridos triples y dobles y el comportamiento aceptable de las líneas, podría justificar el uso de las primeras en siembras comerciales.

VI BIBLIOGRAFIA

- Allard, R.W. 1960. Principios de la mejora genética de las plantas. Trad. José L. Montoya. Ed. Omega. Barcelona. p. 276-336.
- _____. 1975. Principios de la mejora genética de las plantas Trad. de la Primera Edición en Inglés por J. L. Montoya 2^o ed. Barcelona, Omega. 490 p.
- Angeles, A; H. 1981. Los avances sobresalientes logrados en el cultivo de Maíz, pilar de la Alimentación Nacional. INIA, México publicación especial No.80 p. 8-10.
- Badillo N., E. 1981. El sistema de semillas en México. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Barrientos F., F. 1962. Aprovechamiento de cruza intervarietales en el programa de mejoramiento de maíz en la Mesa Central. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Barriga B.,P. 1972. Mejoramiento por ideotipo en maíz Turrialba 22 (4): 454-461.
- Basile, R.M. 1954. Drough in Relation to Corn Yield in the North Western Corner of the Corn Belt. Agron, 1.46; 4-7.
- Brewbaker, J.L. 1967. Genética Agrícola. Trad. al Español por el Dr. H. Sauza. Ed. UTEHA. México.
- CAE Cotaxtla. 1981. "H-511" un nuevo híbrido de maíz para las regiones tropicales del Estado de Veracruz. INIFAP. México.
- Carballo C., A. 1985. Mantenimiento de la calidad genética en producción de semillas. En: seminarios del personal académico. Centro de Genética; Resúmenes. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Castro G,M. 1973. Maíces "Super enanos" para el Bajío. Boletín Técnico Esc. Sup. de Agric. "Antonio Narro". pp 120.

- Chase, S.S., and Nanda, D.K. 1965. Comparison of variability in inbred lines and monoploid-derived lines of maize. *Crop Sci.* 5: 275-276.
- CIMMYT. 1986. Aspectos económicos de la producción de semilla de variedades comerciales de maíz en los países en desarrollo. México, 50 p.
- Copeland, L.O. 1976. Principles of seed science and Technology Burgess Pu. Co. Minnesota, 370 p.
- Crow, J.F. 1952. Dominance and overdominance. *Heterosis*, spp. 282-297. Iowa State Col Press, Ames.
- Daynard, T.B. and L.W. Kannenberg. 1976. Relationship between length of the actual and effective grain filling periods and grain yield of corn. *Can. J. Plant Sci.* 58: 237-242.
- Duvic, D.N. 1984. Progress in conventional plant breeding. In: Gustafson, J.P. (Ed) Gene manipulation in plant improvement. 16th Stadler Genetics Symposium. Plenum Press, New York and London. p. 17-31.
- East, E.M. 1936. Heterosis. *Genet.* 21: 372-397.
- Eckhardt, R.C., and Bryan, A.A. 1940a. Effect of the method of combining the four inbred lines of a double cross of maize upon the yield and variability of the resulting hybrid. *Agron. J.* 32: 347-353.
- Elliot, C.F. 1967. Mejoramiento de plantas-citogenética. CECOSA, México-España.
- Espinosa C., A. 1982. Informe del programa de mejoramiento genético de maíz de riego para la zona de transición. CAEVAMEX, CIAMEC, INIA-SARH.
- _____. 1983. Endogamia y Heterosis. En: Metodologías de investigación en Maíz. CAEVAMEX, CIAMEC, INIA-SARH. p 14-16.

- _____. 1985. Adaptabilidad, productividad y calidad de líneas e híbridos de maíz. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Fisher, K.,S. and A.F.E. Palmer. 1980. Yield efficiency in tropical maize. Paper prepared for presentation in the symposium "Potencial productivity of yield crops under different environments" held at IRRI september 22-26.
- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. Instituto de Geografía de la UNAM. México.
- Gardner, W.,W. and H.A. Allard. 1920. Effect of the relative length of day and night and other factor of the environment on growth and reproduction in plants. J. Agron. Res. 18: 553-606.
- González H., V. 1976. Informe del programa de Maíz. CAEVAMEX, CIAMEC, INIA-SARH.
- Hallauer, A.R. and W.A. Russell. 1962. Estimates of maturity and its inheritance in maize. Crop Sci. 2: 289-294.
- Hayes, H.,K. and Immer, F.R.. 1942. Methods of Plant Breeding. McGraw-Hill, New York.
- Hayman, B.I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39: 789-809.
- Hesketh, J.D., et al. 1969. Environmental and genetic modification of leaf number in maize, sorghum, and Hungarian millet. Crop Sci. 9 (4): 460-463.
- Hunter, C. 1971. Seed quality and crop performance. Handbook of seed Technology. Mississippi State University.
- Hunter, R.B. 1977. Growing corn and sorghum in short-season areas p. 58-71. In proc. Thirty-second Annu. Corn and Sorghum Res. Conf., Am. Seed Trade Assoc. Washington, D.C.

- Infante G., S. y G.P. Zarate de L. 1984. Métodos Estadísticos. Un enfoque interdisciplinario. Ed. Trillas, México, p.75-77.
- Jenkins, M.T. 1978. Maize breeding during the development and early years of hybrid maize. In: Walden, D.B. (Ed.) Maize breeding and genetics. John Wiley and sons Inc., pp.13-28.
- Johnson, D.R. and J.W. Tanner. 1972a. Comparison of corn inbreds and hybrids growth at equal leaf area index. light penetration and population. Crop Sci. 12: 482-485.
- _____, and L.M. Wax. 1981. Stand establishment and yield of corn as affected by herbicides and seed vigor. Agron. J. 73: 859-863.
- Jugenheimer, R.W. 1958. Hybrid maize breeding and seed production FAO-of U.N.
- _____. 1959. Obtención de maíz híbrido y producción de semilla. FAO of U.N.
- _____. 1981. Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Trad. al español por R. Piña G. Ed. LIMUSA, México.
- Katta, Y.S. and Castro G.M. 1970. Some reasons for depressed yields in dwarf corns. Maize Genetics New Letter 24-25.
- Lambert, R.J. and R.R. Johnson. 1978. Leaf angle, tassel morphology and the performance of maize hybrids. Crop Sci. 18: 449-502.
- Leng, E.R. 1957. Genetic production of short stalked hybrids proc. 12th Ann. Hybrid Corn Ind. Res. Conf p. 80.
- Loma De La, J.L. 1973. Genética vegetal y aplicada. Ed. UTEHA, México.
- Neal, N.P. 1968. Maturity rating systems for corn hybrids. Proceedings 23th Ann. Hybrid Corn n Sorghum conf. pp.45-53.

- Ortiz C. J. 1961. Determinación del número óptimo de líneas seleccionadas en la formación de variedades sintéticas. Tesis profesional. E.N.A. Chapingo, México.
- Ottaviano, E. and A. Camussi. 1981. Phenotypic and genetic relationships between yield components in maize. *Euphytica* 30: 601-609.
- Oyervides G., M. 1979. Estimación de parámetros genéticos, heterosis e índices de selección en variedades tropicales de maíz adaptadas a Nayarit. Tesis M.C. Centro de Genética. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Perry, D.A. 1980. The concepts of seeds vigour and its relevance to seed production techniques. In: P.D. Hebblethwaite (ed). Seed production. Butterworths publishers. pp. 585-591.
- Poey, G.,M. et al. 1977. Effect of detasseling on maize grain yield components. *Agron. Abstr.* p. 44.
- Poey, D.,F. 1978. El mejoramiento integral del maíz: valor nutritivo y rendimiento; hipótesis y métodos. Ed. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 59-78.
- Poehlman, J.M. 1979. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. por N. Sánchez D. Ed. LIMUSA, México.
- Ramírez D., J.L. 1985. Análisis del crecimiento y componentes del rendimiento de los híbridos de maíz H-30 y H-131 y de sus progenitores. Postgraduados, Chapingo, México. 181 p.
- Reyes C.,P. 1985. Fitogenotécnica básica y aplicada. AGT. Ed. S.A. México, D.F. 460 p.
- Richey, F.,D. 1946. Hybrid vigor and corn breeding. *Agron. J.* 38: 833-841.
- Ron, P.,J. y J.L. Ramírez. 1987. Establecimiento de ensayos y colección de datos para la evaluación de variedades mejoradas de maíz del CCVP en el Estado de Jalisco. SARH, INIFAP. México.

- Saito, T. 1976. Látices, diseño y análisis. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Schnell, F.W. 1973. Type of variety and average performance in hybrid maize. *Ann. Genet. Sel. Anim.*
- Shull, G.H. 1909. A pure line method of corn breeding. *Amer. Breed. Assoc. Rpt.* 5: 51-59.
- _____. 1948. What is the heterosis? *Genet.* 33: 439-446.
- Smith, C.S. et al. 1982. Variability for morphological and physiological traits associated with barrenness and grain yield in the maize population, Iowa Upright Leaf Synthetic #1. *Crop Sci.* 22: 828-832.
- Sprague, G.F. 1960. Mejoramiento del Maíz. Trad. al español por Angel Salazar B., y Alfredo Carballo O. Cap. V. del libro *Corn and corn improvement*. FCCMM, Ed. COMAVAL. México.
- Steel, R.G.D. y J.D. Torrie. 1986. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Trad. Ricardo Martínez B. Ed. McGraw-Hill, México. p. 171-180.
- Tanaka, A. y Yamaguchi, J. 1977. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Traducción de J. Kohasen sh. Rama de Botánica C.F. Chapingo, México.
- Tollenaar, M. 1977. Sink-Source, relationships during reproductive development in maize. *A Review Maydica XXII.* 49-75.
- Velázquez M., R.R. 1978. Formación de híbridos simples en base a familias de hermanos completos provenientes de diferentes poblaciones de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Vietor, D.M. and R.B. Musgrave. 1975. Measurements of carbon dioxide exchange and dry matter production of maize during the grain filling period. *Amer. Soc. Agron. Abstr.* p.77.

- Weatherspoon, J.H. 1970. Comparative yields of single, three way and double crosses of maize. *Crop Sci.* 10: 157-159.
- Wellhausen, E.J. et al. 1951. Razas de maiz en Mèxico, su origen, caracterlsticas y distribución. Folleto Tècnico No.5 Secretaria de Agricultura y Ganaderia, Mèxico, D.F. 237 pp.
- Whaley, W.G. 1952. Physiology of gene action in hybrids. In: *Heterosis*. Edited by Jhon W. Gowen. Iowa State University Press. Reprinted 1964. Hafner Publishing Company. New York. pp. 98-113.