
Universidad de Guadalajara

FACULTAD DE AGRICULTURA



COMPARACION DE VARIEDADES MEJORADAS DE MAIZ
(Zea mays L.) PARA EL BAJIO LIBERADAS EN DIFERENTES EPOCAS,
EVALUADAS BAJO DOS AMBIENTES DE PRODUCCION EN LA
REGION CENTRO DE JALISCO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
ORIENTACION FITOTECNIA
P R E S E N T A
VICTOR MORAN ROSAS

GUADALAJARA, JAL.,

1988.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Diciembre 17 de 1987

C. PROFESORES:

~~ING. JOSÉ RON PARRA, DIRECTOR~~
~~ING. SALVADOR ANTONIO HURTADO Y DE LA PERA, ASESOR~~
ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" COMPARACION DE VARIETADES MEJORADAS DE MAIZ (Zea mays. L.), PARA EL BAJIO, LIBERADAS EN DIFERENTES EPOCAS, EVALUADAS BAJO DOS AMBIENTES DE PRODUCCION EN LA REGION CENTRO DE JALISCO "

presentado por el (los) PASANTE (ES) _____

VICTOR MORAN ROSAS

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección - su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING. JOSÉ ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

srd'



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente:

Número:

Diciembre 17 de 1987

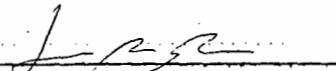
ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del Pasante _____
VICTOR MORAN ROSAS _____, titulada -

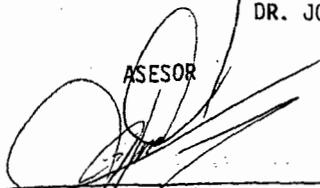
" COMPARACION DE VARIEDADES MEJORADAS DE MAIZ (Zea mays, L.), PARA
EL BAJIO, LIBERADAS EN DIFERENTES EPOCAS, EVALUADAS BAJO DOS AM-
BIENTES DE PRODUCCION EN LA REGION CENTRO DE JALISCO ".

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.


DR. JOSE ROM PARRA

ASESOR


SALVADOR ANTONIO HURTADO Y DE LA PEÑA

ASESOR


ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA

hlg.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara por darme la oportunidad de lograr mi formación profesional.

Al INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS (INIFAP), por las grandes facilidades para llevar a cabo éste trabajo.

Agradesco profundamente al Ing. M. C. José Luis Ramírez D. por su imprescindible ayuda, observaciones, sugerencias así como la cuidadosa revisión del presente trabajo. Agradeciéndole también su material bibliográfico proporcionado.

Agradesco de igual manera al Dr. José Ron Parra por su valiosa dirección, consejos así como la revisión hecha a éste trabajo de tesis.

Al Ing. M.C. Salvador Antonio Hurtado y de la Peña y al Ingeniero Salvador Mena Munguia por sus asesoramientos y revisiones que hicieron al presente trabajo.

Agradesco a mi hermana la Srta. Leticia Morán Rosas por su excelente trabajo mecanográfico realizado.

DEDICATORIA

A mis padres Román Morán Córdova y Soledad Rosas de Morán por su cariño, ejemplo y la ilusión de verme un día formado, ya que con tanto anhelo y sacrificios lograron llevarme a la meta fijada.

A mis hermanos : Román Alberto

Juan Francisco

Leticia

Y

Soledad

Por su invaluable ayuda, amistad y cariño, esperando que éste trabajo sea un alicente para que continuen con sus estudios.

A mi sobrinita Montserrath, ya que con su alegría ha hecho menos pesados los momentos difíciles.

A mis abuelos maternos y paternos, algunos ya fallecidos así como a mi tío Ambrosio que en paz descanse, así como a mis demás familiares.

COMPARACION DE VARIEDADES MEJORADAS DE MAIZ
(*Zea mays* L.) PARA EL BAJIO LIBERADAS EN DI
FERENTES EPOCAS, EVALUADAS BAJO DOS AMBIEN-
TES DE PRODUCCION EN LA REGION CENTRO DE JA
LISCO.

CONTENIDO

	Pág.
Índice de cuadros.....	v
Índice de figuras.....	ix
Índice de cuadros del apéndice.....	xi
RESUMEN.....	xii
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Evaluación de variedades liberadas en diferentes épocas.--	4
2.2. Ambientes de producción.....	7
2.3. Interacción Ambiente de producción - Variedades.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Descripción del área de estudio.....	14
3.1.1. Localización.....	14
3.1.2. Clima.....	14
3.2. Variedades mejoradas.....	14
3.3. Ambientes de producción.....	15
3.4. Diseño experimental.....	15
3.5. Tamaño del experimento.....	18
3.5.1. Ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.....	18
3.5.2. Ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.....	18
3.6. Cálculo del fertilizante y la densidad de población (DP), para los ambientes de producción.....	18

	Pág.
3.6.1. Fertilizante (ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoceza),-----	18
3.6.2. Fertilizante (ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío),-----	19
3.6.3. Densidad de población (DP),-----	20
3.7. Manejo del cultivo,-----	21
3.8. Variables agronómicas estudiadas,-----	21
3.9. Componentes del rendimiento,-----	24
3.9.1. Componentes del rendimiento a nivel de planta,-----	24
3.9.2. Componentes del rendimiento a nivel de área,-----	25
3.10. Parámetros fisiológicos,-----	25
3.11. Análisis estadísticos,-----	26
3.11.1. Análisis de varianza,-----	26
3.11.2. Comparación múltiple de medias,-----	26
3.11.3. Transformación de variables,-----	28
3.11.4. Análisis de regresión,-----	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSION,-----	30
4.1. Ambientes de producción,-----	30
4.1.1. Ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e <u>in</u> termedio-precoceza,-----	30
4.1.1.1. Variables agronómicas,-----	30
4.1.1.2. Componentes del rendimiento,-----	35
4.1.1.3. Parámetros fisiológicos,-----	37
4.1.2. Ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e <u>in</u> termedio-tardío,-----	41
4.1.2.1. Variables agronómicas,-----	41

	Pág.
4.1.2.2. Componentes del rendimiento.-----	46
4.1.2.3. Parámetros fisiológicos.-----	49
4.2. Variedades.-----	49
4.2.1. Ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e <u>in</u> termedio-precocez.-----	51
4.2.1.1. Variables agronómicas.-----	51
4.2.1.2. Componentes del rendimiento.-----	57
4.2.1.3. Parámetros fisiológicos.-----	60
4.2.2. Ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e <u>in</u> termedio-tardío.-----	66
4.2.2.1. Variables agronómicas.-----	66
4.2.2.2. Componentes del rendimiento.-----	73
4.2.2.3. Parámetros fisiológicos.-----	73
4.3. Interacción Ambientes de producción X Variedades.-----	77
4.3.1. Ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e <u>in</u> termedio-precocez.-----	77
4.3.1.1. Variables agronómicas.-----	77
4.3.1.2. Componentes del rendimiento.-----	82
4.3.1.3. Parámetros fisiológicos.-----	85
4.3.2. Ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e <u>in</u> termedio-tardío.-----	88
4.3.2.1. Variables agronómicas.-----	88
4.3.2.2. Componentes del rendimiento.-----	90
4.3.2.3. Parámetros fisiológicos.-----	93
V. CONCLUSIONES.-----	94

	Pág.
VI. SUGERENCIAS.-----	96
VII. BIBLIOGRAFIA.-----	97
VIII. APENDICE.-----	100

Indice de cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Variedades mejoradas liberadas en diferentes épocas, en función del año, área de adaptación, condición e institución responsable de la liberación. INIFAP (1987).	8
Cuadro 2. Material genético evaluado en el ensayo de variedades de ciclo precoz e intermedio-precocez. Bugambilias, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.	16
Cuadro 3. Material genético evaluado en el ensayo de variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío. Bugambilias, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.	17
Cuadro 4. Cuadrados medios y coeficientes de variación (CV), obtenidos para las variables agronómicas del ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precocez. Bugambilias, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.	31
Cuadro 5. Cuadrados medios y coeficientes de variación (CV), para los componentes del rendimiento del ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precocez. Bugambilias, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.	32
Cuadro 6. Cuadrados medios y coeficientes de variación (CV), para los parámetros fisiológicos del ensayo de precocez e intermedio-precocez. Bugambilias, Tlajomulco del Zuñiga, Jalisco 1987 T.	33
Cuadro 7. Valores promedio de las variables agronómicas en función del ambiente, del ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precocez.	34
Cuadro 8. Rendimiento y valores promedios de los componentes del rendimiento a nivel de planta para los ambientes A y B, de las variedades de ciclo precoz e intermedio-precocez,	36
Cuadro 9. Rendimiento y componentes del rendimiento a nivel de área:	

número de mazorcas por área (NMZA) y número de granos por área (NGA), en los ambientes A y B de las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.	37
Cuadro 10. Producción de AF activa total por planta, IAF y EAF en función de los ambientes de producción del ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.	38
Cuadro 11. Producción de AF activa por planta ubicada en la posición AAM y AaM, en función del ambiente del ensayo con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.	40
Cuadro 12. Cuadrados medios y coeficientes de variación (CV), para las variables agronómicas del ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío. Bugambilias, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.	42
Cuadro 13. Cuadrados medios y coeficientes de variación (CV), para los componentes del rendimiento a nivel de planta y área del ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío. Bugambilias, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.	43
Cuadro 14. Cuadrados medios y coeficientes de variación (CV), para los parámetros fisiológicos del ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío. Bugambilias, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.	44
Cuadro 15. Medios de rendimiento en Kg/ha y otras características agronómicas en función de los ambientes del ensayo de variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.	45
Cuadro 16. Rendimiento de maíz y componentes del rendimiento a nivel de planta, en el ensayo de variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío en función de los ambientes de producción.	47
Cuadro 17. Rendimiento, número de mazorcas por área (NMZA) y número de granos por área (NGA), en los ambientes de producción en el ensayo de variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío. ...	48

	Pág.
Cuadro 18. Parámetros fisiológicos: AF activa por planta, IAF, EAF y rendimiento en función del ambiente en el ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.	49
Cuadro 19. Rendimiento en Kg ha ⁻¹ y demás variables agronómicas de las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.	52
Cuadro 20. Medias de rendimiento y componentes del rendimiento a nivel de planta en las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.	58
Cuadro 21. Rendimiento y componentes del rendimiento a nivel de área para las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz. ...	59
Cuadro 22. Valores promedios de los muestreos de área foliar y porcentajes de AAM y AaM, en función de las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.	62
Cuadro 23. Valores de rendimiento en Kg ha ⁻¹ y de los parámetros fisiológicos: IAF y EAF para los cuatro genotipos de ciclo precoz e intermedio-precoz.	64
Cuadro 24. Rendimiento en Kg ha ⁻¹ y características agronómicas de las variedades del ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.	67
Cuadro 25. Componentes del rendimiento a nivel de planta y su relación con el rendimiento de grano de los ocho genotipos de ciclo tardío e intermedio-tardío.	75
Cuadro 26. Rendimiento y valores promedio para el número de mazorcas por área (NMZA) y el número de granos por área (NGA), en las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.	76
Cuadro 27. Valores del rendimiento; AF activa total por planta, AAM y AaM en los tres muestreos de los ocho genotipos de ciclo tardío e intermedio-tardío.	78

	Pág.
Cuadro 28. Rendimiento, IAF y EAF para las variedades del ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.	80
Cuadro 29. Variables agronómicas del ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz en función de la Interacción Ambientes de producción X Variedades.	83
Cuadro 30. Efecto de la Interacción entre Ambientes de producción X Variedades en los componentes del rendimiento de las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.	86
Cuadro 31. AF activa total, AAM y AaM en función de la Interacción Ambientes de producción X Variedades obtenida en el tercer muestreo para el ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.	89
Cuadro 32. Variables agronómicas en función de la Interacción Ambientes de producción X Variedades del ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.	91

Índice de figuras

Figura 1.	Distribución de la precipitación pluvial diaria de junio a dic. de 1987, en Guadalajara, Jal.	22
Figura 2.	Patrón de distribución de los parámetros fisiológicos: (a) área foliar activa por planta; (b) IAF, en los muestreos realizados en función del ambiente para las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.	39
Figura 3.	Producción de AF activa a nivel de planta (a), IAF (b) en los tres muestreos para los ambientes de producción en las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.	50
Figura 4.	Recta de regresión entre el rendimiento y los híbridos de ciclo precoz e intermedio-precoz, liberados en las diferentes épocas.	53
Figura 5.	Distribución de la precipitación pluvial diaria de junio a dic. de 1987, y la floración masculina () de los genotipos de ciclo precoz e intermedio-precoz.	55
Figura 6.	Tendencia de la altura de planta (a) y altura de mazorca (b), en las diferentes épocas por efecto del mejoramiento genético en las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.	56
Figura 7.	AF activa por planta en función de las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz, en los tres muestreos realizados.	61
Figura 8.	Efecto del mejoramiento genético en los parámetros fisiológicos: AF activa por planta (————) y la EAF (-----) en las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz. ,	65
Figura 9.	Efecto del mejoramiento genético en el rendimiento de grano de las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío, li-	

	Pág.
beradas en las diferentes épocas,	69
Figura 10. Distribución de la precipitación pluvial diaria de junio a dic. de 1987 y la FM () de los genotipos de ciclo tardío e intermedio-tardío.	70
Figura 11. Comportamiento de las variables agronómicas (a) APL; (b) AMZ; (c) AR; (d) AT, en las diferentes épocas de mejoramiento genético en las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.	72
Figura 12. Efecto del mejoramiento genético en la sanidad de mazorca: (a) MZS; (b) MZD, en las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.	74
Figura 13. Area foliar activa por planta en las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío, en los muestreos realizados. ..	79
Figura 14. Efecto del mejoramiento genético en los parámetros fisiológicos: AF activa por planta (————) y EAF (-----) en las diferentes épocas en las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.	81

Indice de cuadros del apendice

	Pág.
Cuadro A-1. Componentes del rendimiento en función de la Interacción : Ambientes de producción X Variedades en el ensayo de varie <u>de</u> dades de ciclo tardío e intermedio-tardío.	101
Cuadro A-2. Parámetros fisiológicos en función de la Interacción Am - bientes de producción X Variedades en el ensayo con varieda <u>de</u> des de ciclo tardío e intermedio-tardío.	103

RESUMEN

Durante el ciclo PV 1987 se hizo un estudio, bajo condiciones de tiempo -
ral, con variedades de maíz formadas en El Bajío representativas de diferentes
épocas en que fueron liberadas, para determinar cuales han sido los avances lo
grados en rendimiento de grano y características agronómicas por efecto del me
joramiento genético. Se evaluaron 12 genotipos mejorados y para hacer una me
jor evaluación de éstos, se agruparon de acuerdo a su ciclo biológico, dando
origen a dos ensayos. El primero fue de variedades de ciclo precoz e interme
dio-precoz, el cual comprendió a cuatro de las 12 variedades. en tanto el se
gundo de variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío y aquí estuvieron los
ocho genotipos restantes; asimismo la evaluación de ambos ensayos se hizo en
dos ambientes de producción definidos por diferentes densidades de población
y niveles de fertilización.

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con un
arreglo en parcelas divididas y con cuatro repeticiones en ambos ensayos. En
este arreglo experimental, el cual utiliza parcelas grandes y parcelas chicas,
las primeras correspondieron a los ambientes de producción, en tanto las se
gundas correspondieron a las variedades sometidas a estudio.

Los resultados obtenidos en los genotipos de ciclo precoz e intermedio
precoz indicaron, que no hubo avance en el rendimiento, ya que el H-220 (hí
brido más antiguo) y el HV-313 (híbrido reciente) fueron estadísticamente i
guales. Sin embargo, se observó un mejoramiento en las características agronó
micas, ya que el HV-313 tuvo menor altura de planta y mazorca y menor porcenta
je de acame. En cambio en los genotipos de ciclo tardío e intermedio-tardío,

el efecto de mejoramiento genético fue más claro, ya que el híbrido experimental JAL-4 (híbrido en proceso de liberación) superó en rendimiento a las variedades mejoradas antiguas. Asimismo tuvo menor porcentaje de acame y más sanidad de mazorca; además, mejor sincronía floral y eficiencia del área foliar para producir grano.

No hubo diferencias entre los ambientes evaluados, debido probablemente a que durante la etapa de llenado de grano hubo un período de sequía prolongado. Sin embargo el incremento en la densidad de población y en los niveles de fertilización ocasionó un incremento en el acame de raíz y una disminución de la sanidad de mazorca.

I. INTRODUCCION

Dada la importancia social y económica del maíz en México, el Mejoramiento genético de esta gramínea se inició en 1940 por la Dirección de Campos Experimentales. Se continuó dicho mejoramiento en 1943 por la Oficina de Estudios Especiales (OEE), el cual fue un programa de colaboración del gobierno mexicano con la Fundación Rockefeller de los E.U.A. En 1946, se formó el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), en donde se continuaron los trabajos emprendidos por la Dirección de Campos Experimentales. También en ese mismo año se creó la Comisión Nacional de Maíz para reproducción y venta de variedades mejoradas. En 1961 se fusionaron el IIA y la OEE y se creó el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), mismo que continuó los trabajos de investigación sobre mejoramiento de maíz hasta 1986. Actualmente esta investigación la realiza el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP).

Para una mejor organización de la investigación, el país se dividió en grandes zonas con características ecológicas similares. Entre éstas se encuentra la zona de El Bajío (en donde se incluye la zona centro de Jalisco) o la zona de altitudes intermedias (de 1000 - 1800 msnm*). El Bajío se consideró como un centro pionero de mejoramiento genético de maíz para estas áreas; ya que era el centro donde se formaban las variedades y posteriormente se recomendaban a otras regiones similares como Jalisco. Esta organización así continuó hasta 1974, fecha en que se creó el Campo Experimental " Los Altos de Jalisco " el cual inició los trabajos de mejoramiento de maíz para el estado.

* metros sobre el nivel del mar

Los métodos de mejoramiento seguidos en la formación de variedades, han sido los convencionales (Selección recurrente e hibridación) y a través de 47 años de investigación, se han creado variedades de polinización libre e híbridos para riego y temporal para los distintos sistemas de producción; siendo el factor rendimiento el principal criterio de selección para el desarrollo de estas variedades mejoradas.

Paralelo al mejoramiento genético se inició la investigación sobre el comportamiento de las variedades a otros factores de la producción, en donde los diferentes niveles de fertilización y el número de plantas por hectárea se ha observado que están íntimamente relacionadas con el rendimiento de grano. Asimismo, la evolución de estos factores en la agricultura mexicana, ha sido el de utilizar cada vez más fertilizante con un mayor número de plantas por hectárea.

A pesar de que el incremento en rendimiento ha sido notable a partir de las primeras variedades, se desconoce cual ha sido el avance en rendimiento en las diferentes épocas por efecto del mejoramiento genético cuales han sido las características agronómicas que han sufrido más modificaciones, así como el comportamiento de estas variedades en diferentes ambientes de producción.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se planteó este estudio, el cual tuvo como objetivos e hipótesis las siguientes:

a) Objetivos:

1. Determinar cual ha sido el avance en rendimiento por efecto del me -

mejoramiento genético de variedades liberadas para El Bajío en diferentes épocas, en la región centro de Jalisco.

2. Comparar las variedades obtenidas para El Bajío en diferentes épocas, sembradas en dos ambientes de producción.
3. Determinar cuales han sido las características agronómicas que han sido más modificadas por efecto del mejoramiento genético.

b) Hipótesis:

1. Se espera que las variedades mas recientes sean superiores a las liberadas en épocas anteriores.
2. Las variedades actuales responden mejor a mejores ambientes de producción con respecto a las obtenidas en épocas anteriores.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Evaluación de variedades liberadas en diferentes épocas,

En México se han realizado pocos estudios sobre la evaluación de variedades mejoradas liberadas en diferentes épocas, Alcazar (1983), hizo un estudio del comportamiento de maíces mejorados para el Trópico húmedo de México, cuyo objetivo fue determinar el avance en rendimiento, caracteres agronómicos y adaptabilidad. En los resultados de este estudio se encontró un incremento de 54% del primer híbrido (H - 501), con respecto al promedio de las variedades criollas; sin embargo, la obtención de nuevos híbridos y variedades de polinización libre no se encontraron diferencias significativas. También señala, que con las metodologías de selección para obtener variedades mejoradas de polinización libre se tuvo una ganancia por año de 55.1 y 61.1 Kg ha⁻¹ de mazorca y grano, respectivamente.

En otros países, como los Estados Unidos de Norteamérica, Frey 1971, citado por Alcazar (1983), señala que en la faja maicera de los Estados Unidos, el rendimiento de maíz se incrementó con respecto a las variedades de polinización libre, en el período de 1926 a 1930, de 7 a 11 % con el uso de híbridos. En 1933 se obtuvieron mejores híbridos y la ventaja de éstos sobre las variedades de polinización libre fue de 14 a 17 % . Agrega el autor, que en un estudio para evaluar la capacidad de rendimiento de los híbridos de maíz en varios años, encontró que en el período de 1939 a 1945 los híbridos rindieron un 18 % más que las variedades de polinización libre; de 1948 a 1954 la superioridad relativa de los híbridos fue de 25 a 30 % y entre 1957 y 1963 ésta fue de 36 a 39 %. Para 1968, la ganancia de los híbridos con respecto a las variedades de polinización libre fue de 56 %.

Russell 1974, citado por Alcazar (1983), al comparar el rendimiento de los híbridos producidos en el período de 1930 a 1970, incluyendo una variedad de polinización libre, 16 cruza dobles y ocho cruza simples, concluye que los híbridos liberados en la década de los 30'S rindieron únicamente un 5.9 % más que la variedad de polinización libre. El incremento total en el período de 40 años fue de 40.2 %. Al comparar los híbridos en su densidad óptima para cada grupo, las cruza simples rindieron 37.9 % más que los primeros híbridos de cruza doble. Al comparar los dos mejores híbridos por grupo y la densidad óptima se obtuvo una ganancia en el rendimiento de 55.1 %, para las cruza simples sobre la variedad de polinización libre.

Posteriormente Duvick 1976, citado por Alcazar (1983), en un estudio realizado sobre las ganancias en rendimiento de maíz en Iowa, durante los pasados 40 años encontró una ganancia del rendimiento de 0.16, 0.67 y 0.82 q ha⁻¹ año⁻¹, cuando los ensayos se sembraron a 32, 44 y 66 mil plantas por hectárea, respectivamente. En un segundo experimento comparó 50 cruza simples hechas de 25 líneas representativas de la variabilidad usada en Iowa durante los 40 años anteriores, mostrando estos híbridos una ganancia de rendimiento de 0.39, 0.69 y 0.82 q ha⁻¹ año⁻¹, sembrados a 32, 44 y 66 mil plantas por hectárea, respectivamente. Agregando que, en ámbos estudios las ganancias de los nuevos híbridos estuvieron asociadas con el mejoramiento del acame y la habilidad para resistir condiciones desfavorables.

Carwell 1982, citado por Duvick (1987), en un estudio reciente sobre maíz, en Minnesota, demostró que el cambio de las variedades de polinización libre a los híbridos modernos representó un 16 % del incremento de los rendimientos obtenidos desde 1930. Otras mejoras genéticas generales añadieron otro

43 %, siendo ésto algo inferior al incremento del rendimiento atribuible a las mejoras genéticas que obtuvieron en estudios independientes Duvick (1977 y 1984) y Russell (1974).

Duvick (1987), señala que la trayectoria del rendimiento del maíz en Estados Unidos muestra un aumento continuo desde 1930, en contraste con el aproximadamente 30 años anteriores cuando permaneció virtualmente sin cambios, donde a mediados del decenio de 1950, el rendimiento del maíz en Estados Unidos inició un marcado ascenso que coincidió con el uso creciente de fertilizantes nitrogenados sintéticos, asimismo las poblaciones de plantas casi se duplican durante ese mismo período, así como se hizo más frecuente el uso de agroquímicos y maquinaria agrícola.

En pruebas realizadas por Duvick de 1978 a 1980, en Iowa con una serie de 47 híbridos comerciales, liberados entre 1934 y 1978 y comparados con una variedad de polinización libre producida en la década de los 30'S , el aumento en el rendimiento causada por mejoras genéticas alcanzó un promedio de $92 \text{ q ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, Equivaliendo esto al 89 % del incremento total del rendimiento en Iowa en el mismo período. Asimismo en un segundo experimento en donde utilizó grupos de dialélos provenientes de un cruzamiento único, reveló un aumento del rendimiento atribuible al mejoramiento genético de $73 \text{ q ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, o del 71 % del incremento total del rendimiento.

En el caso de El Bajío, no se conocen trabajos que se hayan desarrollado con variedades mejoradas liberadas en diferentes épocas; a pesar de que se inició este proceso de liberación desde 1942. Al respecto el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) (1987), informa que para la región del Bajío y Jalisco se han liberado 32 variedades mejoradas, obtenidas

por los distintos organismos que han sido responsables de ésta labor. En el Cuadro 1 se enlistan las variedades mejoradas mencionadas.

La Comisión Nacional del Maíz (1956), en su catálogo de semillas certificadas de maíz, informa sobre la reproducción de variedades que prosperan en regiones con alturas medias sobre el nivel del mar entre 1000 y 1900 metros, recomendadas para siembras de temporal y riego para la región de El Bajío y con buena adaptación a la región centro de Jalisco, siendo éstas H - 220 , H-230 , H - 309 y H - 352.

2.2. Ambientes de producción.

Brauer (1969), señala que los híbridos de maíz pueden producir cosechas sumamente altas, pero están hechos para cultivarse bajo condiciones de riego y alta fertilidad. Son aún magníficos cuando la precipitación pluvial es buena y bien distribuida (buen temporal) como sucede en el área del estado de Jalisco que rodea a Guadalajara. Esta condición ambiental privilegiada, conjuntamente con la temperatura han sido en gran parte, los factores más importantes que han influido en la adaptación de las variedades formadas en El Bajío y cultivadas en Jalisco.

Al respecto, García (1977), señala que los híbridos H-309, H-230, H-366 y H-220 materiales obtenidos y liberados para la región de El Bajío, en estudios de adaptación hechos en el estado de Jalisco se observó el buen comportamiento de estos en Unión de Tula, Mascota, Talpa y zonas similares para condiciones de temporal.

La Guía para la Asistencia Técnica Agrícola para el área de influencia del campo Agrícola Experimental " Los Altos de Jalisco " (1982), señala que

Cuadro 1. Variedades mejoradas liberadas en diferentes épocas, en función del año, área de adaptación, condición e institución responsable de la liberación. INIFAP (1987).

Variedad	Area	Año	Condición	Institución
Celaya II	Bajío, Mich. Jalisco	1942	T y R	***
*V-216	Bajío, Jalisco	1948	T y R	OEE
*V-221	Bajío, Jalisco	1948	T y R	OEE
*VS-227	Norte del Bajío	1948	R	OEE
VS-320	Norte del Bajío	1948	T y R	IIA
*H-301	Bajío	1949	R	OEE
*H-305	Bajío	1949	R	OEE
*H-215	Bajío	1950	T	OEE
*H-307	Bajío	1950	T y R	OEE
*H-310	Bajío	1950	T y R	OEE
*V-130	Mesa Central y Zona de Transición con Bajío	1950	H y R	OEE
*H-22	Bajío	1954	T y R	OEE
H-220 (Celita)	Bajío y altiplano norte-centro	1955	T y R	OEE
H-309 (Rocamex)	Bajío y Jalisco	1955	T	OEE
*V-354	Bajío y Jalisco	1957	H y R	OEE
*VE-Chapala I	Bajío y Jalisco	1957	T y R	IIA
*VE- La Barca	Bajío y Jalisco	1957	T y R	IIA
H-230	Bajío	1958	T y R	OEE
H-352	Bajío	1958	T y R	OEE
*H-353	Bajío	1958	T y R	OEE
H-366	Bajío, Jalisco y Altiplano norte-centro	1966	R	INIA
*H-367P	Bajío	1972	R	INIA
H-133	Zona Transición Bajío, Mesa Central	1973	R	INIA
*H-368A	Bajío	1975	R	INIA
*H-369	Bajío, Jalisco y Altiplano norte-centro	1975	R	INIA

Continúa Cuadro 1.

Variedad	Area	Año	Condición	Institución
*H-372	Bajío, Jalisco y Altiplano norte-centro	1975	R	INIA
V-370 (CELAYA II)	Bajío, Jalisco	1975	T y R	INIA
V-371	Bajío	1975	R	INIA
VS-373	Bajío y Jalisco	1980	R	INIA
H-303	Altiplano norte-centro y de Jalisco	1982	T y R	INIA
H-311	Bajío y Jalisco	1983	T y R	INIA
HV-313	Bajío y Jalisco	1985	T	INIA

* Variedad que dejó de sembrarse comercialmente.

*** Obtenida por la Oficina de Campos Experimentales de la Dirección General de Agricultura.

T = Temporal; R = Riego; H = Humedad.

para la zona centro de Jalisco, para los lugares con precipitaciones mayores de 800 milímetros anuales como Zapopan, Tlajomulco, Cuquío, Ciénega de Chapala, Ameca, Arenal, Amatitán y regiones similares las variedades utilizadas son H-369, H-372, VS-373, H-366, V-370, H-230 y H-309, cultivadas con una fertilización de 140-50-00, con una densidad de población de 50 mil plantas ha^{-1} .

Ron et al (1979) señalan que las recomendaciones de fertilización para la región del Bajío para las variedades (H-366, H-369, H-309 y V-370) sembradas para condiciones de riego eran las siguientes: 210-40-00, 160-40-00, 210-40-00 y 180-40-00, respectivamente.

Rodríguez, citado por González (1980), en un estudio de la fertilización del maíz de temporal en la región del Bajío con 13 experimentos, 4 en Guanajuato, 5 en Michoacán y 4 en Jalisco, utilizando el híbrido H-220 y una densidad de población constante de 44,000 plantas por hectárea, encontró que el tratamiento óptimo económico para Michoacán fue en nitrógeno de 85-115 Kg ha^{-1} , en Guanajuato para nitrógeno fue de 0-120 Kg ha^{-1} y en Jalisco fue de 95-120 Kg ha^{-1} , siendo constante el fósforo de 60 Kg ha^{-1} .

El programa de maíz de El CIAB (1981), señala que las investigaciones hechas en el híbrido H-309 de 1973 a 1974 indicaron que la población de plantas que se había venido recomendando de 45,000 plantas ha^{-1} debería de ser modificada a 60,000 plantas ha^{-1} , es decir, se incrementó un 33 %, mientras que el nivel de nitrógeno aumentó un 15 % dependiendo del cultivo anterior.

Posteriormente, de 1975 a 1979, fueron incluidos los híbridos H-366, H-369 y H-220, determinándose que para el híbrido H-366 la máxima población de plantas debería de ser 50,000 a 55,000 ha^{-1} y que la dosis de nitrógeno de-

bería incrementarse en 20 %, mientras que para el H-369, los resultados indicaron que el número de plantas por hectárea que genera el óptimo rendimiento es de 60,000 ha^{-1} con una dosis de nitrógeno que oscilará de 190 a 210 Kg ha^{-1} .

Con relación al H-220, se encontró que cuando el cultivo se fertiliza con 78 Kg de nitrógeno se debe utilizar una población de 47,000 plantas ha^{-1} , mientras que cuando se aplican 180 Kg de nitrógeno la población indicada es de 70,000 a 80,000 plantas ha^{-1} .

La misma fuente señala que los niveles de densidad de población se han incrementado en promedio de 22 % a 75 % dependiendo del híbrido usado, mientras que la fertilización en especial el nitrógeno ha sido incrementado de 15 a 25 %. En lo que se refiere a estudios realizados sobre los requerimientos de fertilizantes nitrogenados y fosfatados y la densidad de población más adecuada para los diferentes niveles de fertilización en Jalisco, los rendimientos de grano se han incrementado de 50 a 100 %, en comparación con la dosis que aplica la mayoría de los agricultores temporaleros (70-40-00 con 30,000 plantas ha^{-1}).

Posteriormente en el Campo Agrícola Experimental de los " Altos de Jalisco " (1987), informan que en experimentos para determinar la dosis de nitrógeno, fósforo y densidad de población, en siembras de humedad en el Distrito de Desarrollo No. 1 de Jalisco, la dosis óptima económica para capital limitado varió entre 180 y 200 Kg de nitrógeno por hectárea y 60 y 80 Kg de fósforo. La mejor densidad de población varió entre 60 y 70 mil plantas por hectárea. Resultados obtenidos en las variedades P-507 (años 1981, 1982 y 1983) y H-311 (años 1984 y 1985).

La misma fuente señala que en 1981 se iniciaron los trabajos para recabar información sobre la respuesta del maíz a diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y densidad de población en siembras de temporal en el Distrito Agropecuario y Forestal No. 1 del estado de Jalisco, obteniéndose que, las dosis óptimas económicas oscilaron de 140 a 160 Kg Ha⁻¹ de nitrógeno, de 30 a 90 Kg ha⁻¹ de fósforo y de 50 a 70 mil plantas ha⁻¹ para capital ilimitado y de 100 a 160 Kg ha⁻¹ de nitrógeno, de 30 a 90 kg ha⁻¹ de fósforo y de 50 a 60 mil plantas ha⁻¹ para capital limitado, obteniéndose estas dosis en las variedades P-507 (años 1981 a 1983) y H-311 (años 1984 y 1985).

2.3. Interacción Ambiente de producción - Variedades.

El potencial de rendimiento de las variedades mejoradas se manifiesta mejor cuando éstas son cultivadas en ambientes fértiles, precipitación pluvial adecuada, densidad de población óptima y adecuado control de plagas, traduciéndose todo en rendimientos altos y productos de buena calidad.

El Banco Nacional de Comercio Exterior (1968), informa que para 1950, el rendimiento por hectárea de maíz fue 750 Kg, y en el período de 1960 - 1967, el volumen de producción de maíz aumentó en un 66 %; este crecimiento se explica en gran parte por la elevación de los precios de garantía y el uso de semilla mejorada y fertilizantes.

Brauer (1969), menciona que la estadística obtenida del boletín mensual de la Dirección de Economía Rural indica que los rendimientos de maíz por ha en el período de 1943 a 1945 eran de 638 Kg en promedio o sea estadísticamente iguales a los de 1925 a 1927, mientras que, para 1961 a 1965 el rendimiento promedio había aumentado ya hasta 995 kg ha⁻¹ lo que significó un incremento

promedio de 57 %. Para 1965 el promedio fue de 1,145 Kg ha⁻¹.

El aumento en el rendimiento no pudo atribuirse exclusivamente a la siembra de semilla híbrida, sino que está auxiliado por el uso de fertilizantes, mejores métodos de cultivo y por la aplicación de las áreas de riego.

Duvick (1977) citado por Boyer (1982), señala que en los E.U.A. durante los pasados 35 años el rendimiento del maíz se ha triplicado. El incremento entre 1935 y 1955 fueron ampliamente atribuibles al aumento del uso de maíz híbrido. De 1950 al presente el aumento en el rendimiento, también ha sido atribuible al incremento del uso de nutrientes, particularmente nitrógeno. Para determinar que tanto de este incremento está asociado con la adaptación genética, los híbridos viejos y nuevos se sembraron bajo densidades de población actuales y en ambientes fértiles. Se encontró que los híbridos liberados en años recientes fueron mejores que los híbridos viejos; además, se determinó que el mejoramiento contribuyó entre el 50 y 53 % del incremento en el rendimiento y el resto, se atribuyó a los ambientes de alta fertilidad.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del área de estudio.

3.1.1. Localización. El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Guadalajara perteneciente al Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Jalisco (CIFAP - Jalisco), con sede en Bugambillas, municipio de Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco, en el ciclo agrícola primavera - verano 1987/1987 bajo condiciones de temporal.

Este campo se encuentra localizado a los 20° 43' de latitud norte y a los 103° 23' de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich y a una altitud de 1589 m.s.n.m.* de acuerdo con García (1973).

3.1.2. Clima. El clima según García (1973), es Aw_o (w) (e) g, con precipitación pluvial promedio de 885.6 mm y temperatura promedio de 22.9°C, siendo el mes de mayo el más cálido con 26.1°C y el más frío enero con 18.8°C.

3.2. Variedades mejoradas.

El material genético utilizado en este estudio consistió de 12 variedades mejoradas, de las cuales nueve fueron híbridas y las tres restantes fueron de polinización libre, asimismo cuatro de éstas variedades fueron obtenidas por la Oficina de Estudios Especiales (OEE), siendo éstas H-220, H-230, H-309 y H-352, y las ocho restantes por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), a través del Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío (CIAB). Con éste material se trató de cubrir los tipos de variedades más representativas adaptadas a la región centro de Jalisco, obtenidas desde 1955 hasta

* metros sobre el nivel del mar.

1985, año en que se inició la validación del híbrido experimental JAL-4.

3.3. Ambientes de producción.

La comparación de las 12 variedades mejoradas se realizó mediante dos ambientes de producción (A y B), los cuales incluyeron, densidades de población y dosis de fertilización. El ambiente de producción A comprendió la comparación de los materiales a una densidad de población de 40,000 plantas ha^{-1} y a una dosis de fertilización de 80 Kg ha^{-1} de nitrógeno y 80 Kg ha^{-1} de fósforo, respectivamente, mientras que, el ambiente de producción B tuvo 60,000 plantas ha^{-1} como densidad de población y 160 Kg ha^{-1} de nitrógeno y 160 Kg ha^{-1} de fósforo como dosis de fertilización.

Con el propósito de hacer una mejor evaluación de las variedades mejoradas, se hizo una separación de los genotipos de acuerdo a su ciclo biológico, dando origen a dos ensayos. Al primero se le denominó ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz y se incluyeron los materiales que se presentan en el Cuadro 2, obtenidos para la región del Bajío, Jalisco y Altiplano Norte - Centro. El otro ensayo, ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío, incluyó a los ocho materiales restantes (Cuadro 3) obtenidos para las mismas regiones.

3.4. Diseño experimental.

En base a la naturaleza de los factores en estudio el diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con un arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones, para ambos ensayos. Este arreglo el cual utiliza parcelas grandes y parcelas chicas, las primeras correspondieron a los ambientes de producción, mientras que las segundas correspondieron a las variedades

Cuadro 2. Material genético evaluado en el ensayo de variedades de ciclo precoz e intermedio- precoz. Bugambilias, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.

Variedad mejorada	Año de liberación	Condición	Lugar de adaptación
H-220	1955	T y R	Bajío y Altiplano Norte-Centro
H-309	1955	T	Bajío y Jalisco
H-230	1958	T y R	Bajío
HV-313	1985	T	Bajío y Jalisco

T = Temporal

R = Riego

Cuadro 3. Material genético evaluado en el ensayo de variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío. Bugambillas, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.

Variedad mejorada	Año de liberación	Condición	Lugar de adaptación
H-352	1958	T y R	Bajío
H-366	1966	R	Bajío, Jalisco y Altiplano Norte-Centro
V-370	1975	T y R	Bajío y Jalisco
V-371	1975	R	Bajío
H-369	1975	R	Bajío
VS-373	1980	R	Bajío y Jalisco
H-311	1983	T y R	Bajío y Jalisco
JAL-4*			

T = Temporal, R = Riego

* Híbrido experimental en proceso de liberación

sometidas a estudio. El tamaño de las parcelas chicas fue de cuatro surcos de 5.0 m distanciados a 0.8 m utilizando los dos surcos centrales como parcela útil.

3.5. Tamaño del experimento.

3.5.1. Ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz. El tamaño total de la parcela para éste experimento fue de 512 m^2 , siendo de 64 m^2 para la parcela grande y para la parcela chica se tuvo una área de 16 m^2 y por parcela útil 8 m^2 .

3.5.2. Ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío. Para éste ensayo el área total fue de 1024 m^2 , siendo la parcela grande de 1028 m^2 , la parcela chica de 16 m^2 y como parcela útil se utilizaron sólo 10 plantas con competencia completa debido a que hubo problemas de germinación en la parcela útil.

3.6. Cálculo del fertilizante y la densidad de población (DP), para los ambientes de producción.

3.6.1. Fertilizante (ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz). Fuentes: Urea, superfosfato de calcio triple e insecticida al suelo (*Lorsban G*). Concentraciones: 46 % de nitrógeno, 46 % de fósforo y 5 %, respectivamente.

Tamaño de la parcela grande = 64 m^2

Ambiente "A" 80-80-00

Cantidad de Urea por $64 \text{ m}^2 = 1.113 \text{ Kg}$

Cantidad de Superfosfato de Calcio Triple por $64 \text{ m}^2 = 1.113 \text{ Kg}$

Cantidad de *Lorsban* por $64 \text{ m}^2 = 128 \text{ g}$

Para cada parcela grande se hizo la mezcla por repetición de 1.113 Kg de Urea + 1.113 Kg de Superfosfato de Calcio Triple + 128 g de *Lorsban*, para el experimento total se prepararon cuatro bolsas que contenían la mezcla anterior. Dentro de cada repetición se prepararon 16 partes de esta mezcla de 146 g.

Ambiente "B" 160-160-00

Cantidad de Urea por $64 \text{ m}^2 = 2.226 \text{ Kg}$

Cantidad de Superfosfato de Calcio Triple por $64 \text{ m}^2 = 2.226 \text{ Kg}$

Cantidad de *Lorsban* por $64 \text{ m}^2 = 128 \text{ g}$

Para cada parcela grande por repetición se hizo la mezcla de 2.226 Kg de Urea + 2.226 Kg de Superfosfato de Calcio Triple + 128 g de *Lorsban*, teniendo para el experimento total cuatro bolsas que contenían la mezcla anterior, mientras que dentro de cada repetición se prepararon 16 partes de 285 g de la mezcla.

3.6.2. Fertilizante (ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío). Fuentes: Urea, superfosfato de calcio triple e insecticida al suelo (*Lorsban G*). Concentraciones: 46 % de nitrógeno, 46 % de fósforo y 5 %, respectivamente.

Tamaño de la parcela grande = 128 m^2

Ambiente "A" 80-80-00

Cantidad de Urea por $128 \text{ m}^2 = 2.226 \text{ Kg}$

Cantidad de Superfosfato de Calcio Triple por $128 \text{ m}^2 = 2.226 \text{ Kg}$

Cantidad de *Lorsban* por $128 \text{ m}^2 = 256 \text{ g}$

Por cada parcela se hizo la mezcla de 2.226 Kg de Urea + 2.226 Kg de Superfosfato de Calcio Triple + 256 g de *Lorsban*. Para el experimento total se prepararon cuatro bolsas con la mezcla anterior, mientras que para cada repetición se prepararon 32 partes con 146 g cada una de la mezcla.

Ambiente "B" 160-160-00

Cantidad de Urea por $128 \text{ m}^2 = 4.452 \text{ Kg}$

Cantidad de Superfosfato de Calcio Triple por $128 \text{ m}^2 = 4.452 \text{ Kg}$

Cantidad de *Lorsban* por $128 \text{ m}^2 = 256 \text{ g}$

Para la parcela grande se hizo la mezcla de 4.452 Kg de Urea + 4.452 Kg de Superfosfato de Calcio Triple + 256 g de *Lorsban*. Para el experimento total se prepararon cuatro bolsas con la mezcla anterior, mientras que para cada repetición se prepararon 32 partes de dicha mezcla con 285 cada una de las partes.

3.6.3. Densidad de población (DP). La metodología de trabajo para la obtención de la DP en ambos ensayos fue la siguiente:

DP de 40,000 (ambiente A). Considerando surcos distanciados a 0.8 m, el espaciamiento entre matas fue de 31.3 cm, se sembraron tres semillas para aclararse en estado de plántula, a una planta por mata, dejando un total de 17 plantas por surco de 5.0 m de longitud, aproximadamente .

DP de 60,000 (ambiente B). También considerando un distanciamiento entre surcos de 0.8 m, el espaciamiento entre matas fue de 20.8 cm, se depositaron tres semillas cada 20.8 cm para aclararse a una planta en estado de plántula, dejando un total de 25 plantas por surco de 5.0 m de longitud, aproximadamente.

3.7. Manejo del cultivo.

La siembra se realizó el 30 de junio, bajo condiciones de suelo húmedo, no se hizo ninguna escarda, asimismo se aplicó todo el fertilizante al momento de la siembra. Además, el 24 de julio se hizo una aplicación de *Lorsban 480 E* a una dosis de 1 l ha^{-1} para controlar el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Para el control de la maleza, se aplicaron 5 l ha^{-1} de Primagram 500 en preemergencia al cultivo y a la maleza, esta aplicación se hizo el día 2 de julio.

Dentro de los eventos especiales de importancia a señalar en el desarrollo de éste trabajo, y como fenómeno adverso al mismo fue un período prolongado de sequía (Figura 1) en el mes de septiembre, el cual coincidió con el período de llenado de grano de los genotipos.

3.8. Variables agronómicas estudiadas.

La medición de estas variables se hizo de acuerdo con lo propuesto por Ron y Ramírez (1987), utilizándose para esta medición la parcela útil a excepción de aquellas variables que se señalen de otra manera:

1. Rendimiento (Kg ha^{-1}), (REND). El rendimiento se refirió a la producción de grano al 0 % de humedad de cada parcela y se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento} = 1/10000 [\text{peso de campo} \times (100 - \% \text{ de humedad}) \times \% \text{ de grano} \times \text{FC}]$$

donde FC es el factor de conversión a Kg ha^{-1} que viene siendo el resultado de dividir $10,000 \text{ m}^2$, entre el tamaño de la parcela útil co

sechada en m^2 , esta ecuación se utilizó para estimar el rendimiento del ambiente "A", en donde el FC = 1250. Sin embargo, debido a una mala germinación en la parcela útil en el ambiente "B" la ecuación que se utilizó para estimar el rendimiento en $Kg\ ha^{-1}$ de las 10 plantas cosechadas con competencia completa fue:

$$\text{Rendimiento} = [(\text{Peso de campo} (100 - \% \text{ de humedad}) \times \% \text{ de grano}) + \text{número de plantas cosechadas}] \times \text{densidad de población.}$$

2. Floración masculina (FM). Corresponde a los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas de la parcela útil estuvieron liberando polen.
3. Floración femenina (FF). Corresponde a los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas en la parcela útil expusieron sus estigmas (aproximadamente 3 cm).
4. Madurez fisiológica (MF). Número de días transcurridos desde la siembra hasta que el grano alcanzó la madurez fisiológica, se determinó siguiendo el criterio de la "capa negra" del grano.
5. Tasa de llenado de grano (TLLG). Obtenida mediante la ecuación siguiente:

$$\text{TLLG} = \frac{\text{Rend. Kg ha}^{-1}}{\text{No. días a madurez fisiológica}}$$
 las unidades en que se midió fueron $Kg\ ha^{-1}\ día^{-1}$
6. Altura de planta (APL). Fue la altura expresada en centímetros, midiendo desde el ras de suelo hasta el inicio de la ramificación de

la espiga.

7. Altura de mazorca (AMZ). Altura expresada en centímetros, midiendo desde el ras del suelo hasta el nudo donde se inserta la mazorca principal.
8. Acame de raíz (AR). Se consideraron plantas con acame de raíz aquellas que se desviaron un ángulo mayor de 30° con respecto a la vertical. Las plantas con "cuello de ganso" se consideraron como acamadas (para su determinación se utilizaron los cuatro surcos de la parcela chica).
9. Acame de tallo (AT). Se consideraron como plantas acamadas de tallo, aquellas plantas que se doblaron visiblemente o se rompieron abajo del nudo donde se inserta la mazorca principal (para su determinación se utilizaron los cuatro surcos de la parcela chica).
10. Mazorca sanas (MZS). Se contó el número de mazorcas completamente sanas; las mazorcas en duda se pasaron al grupo de mazorcas dañadas.
11. Mazorcas dañadas (MZD). El criterio para determinar este número se hizo separando las mazorcas parcial o totalmente dañadas, luego se estimó la magnitud del daño sumando los daños hasta completar mazorcas de tamaño normal dañadas, finalmente se determinó el número.

3.9. Componentes del rendimiento.

3.9.1. Componentes del rendimiento a nivel de planta.

- a) Número de mazorcas por planta (NMZPL)

- b) Longitud de mazorca (LMZ)
- c) Diámetro de mazorca (DMZ)
- d) Número de hileras (NH)
- e) Número de granos por hilera (NGH)

3.9.2. Componentes del rendimiento a nivel de área.

- a) Número de mazorcas por área (NMZA)
- b) Número de granos por área (NGA)

Para la determinación de los componentes del rendimiento a nivel de plantas (b, c, d, e) se muestrearon 10 mazorcas por variedad y por ambiente de la parcela útil para cada repetición.

3.10. Parámetros fisiológicos.

- a) Área foliar activa por planta (AF activa). Para la determinación del AF activa, se midieron en cada muestreo el largo y el ancho de cada una de las hojas verdes presentes en la planta; la suma del producto (Largo X ancho) X 0.75, fue el área foliar activa estimada por planta y sus unidades fueron en dm^2 . Para la determinación de esta área se realizaron tres muestreos para la formación de la curva del área foliar de cada una de las variedades. El primer muestreo se realizó cuando las plantas se encontraban en promedio entre la séptima y octava hoja ligulada; el segundo muestreo se realizó en la floración masculina, en donde se considera que existe la máxima expresión del área foliar, mientras que el tercer muestreo, se realizó en la etapa de madurez masosa del grano, asimismo, tanto en el segundo y tercer muestreo se determinó además del AF activa total, el área foliar arriba

de la mazorca (AAM) y el área foliar abajo de la mazorca (AaM). El tamaño de muestra fue de cinco plantas con competencia completa por parcela, sin embargo algunas de estas parcelas se trabajaron en base a cuatro o tres plantas, ya que se eliminaron algunas de estas por considerarse plantas fuera de tipo, o por ataque severo de insectos.

- b) Índice de área foliar (IAF). Área de las láminas foliares por unidad de área sembrada (Tanaka y Yamaguchi 1977), y se obtuvo mediante la ecuación siguiente:

$$\text{IAF} = \frac{\text{Área foliar}}{\text{área sembrada}}$$

- c) Eficiencia del área foliar (EAF). Esta se obtuvo mediante la ecuación:

$$\text{EAF} = \frac{\text{Peso de grano por parcela}}{\text{Área foliar activa}}$$

y sus unidades fueron g dm^{-2}

3.11. Análisis estadísticos.

3.11.1. Análisis de varianza, Para cada uno de los ensayos se hizo un análisis de varianza, tanto para las variables agronómicas, componentes del rendimiento, así como para los parámetros fisiológicos sometidos a estudio.

3.11.2. Comparación múltiple de medias. La comparación múltiple de medias se hizo mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH), conocida como prueba de Tukey, utilizándose un nivel de probabilidad de 0.05 para cada uno de los tres factores de variación de mayor importancia, teniendo así las siguientes ecuaciones (Reyes 1985).

- a) Diferencias entre medias para niveles del factor A (ambientes de producción).

$$W = q \alpha \sqrt{\frac{S^2_a}{bn}}$$

- b) Diferencias entre medias para niveles del factor B (variedades).

$$W = q \alpha \sqrt{\frac{S^2_b}{an}}$$

Para las interacciones:

- c) Diferencias entre medias de B (variedades) al mismo nivel de A (ambientes de producción).

$$W = q \alpha \sqrt{\frac{S^2_b}{n}}$$

- d) Diferencias entre medias de A al mismo nivel de B o a distintos niveles de B.

$$t = \sqrt{\frac{2 [(b-1) S^2_b + S^2_a]}{bn}}$$

donde:

q = Valor tabulado para la prueba de Tukey

α = Nivel de probabilidad

S^2_a, S^2_b = Cuadrado medio del error experimental tipo a y b, respectivamente

a = Niveles del factor A

b = Niveles del factor B

n = Número de repeticiones

En aquellos casos en que en el análisis de varianza se detectaron diferencias estadísticas significativas, pero la prueba de Tukey resultó muy severa, es decir, el valor obtenido agrupaba a todas las medias, entonces se cambió de prueba y de nivel de significancia. La prueba utilizada fue de t modificada con un nivel de significancia que mejor se ajustaba. En este caso la ecuación utilizada fue la propuesta por Bhattacharyya and Jonhson (1976) en donde:

$$t = \alpha/2l \sqrt{\frac{s^2_b}{ab}}$$

La prueba anterior se utilizó en el primer ensayo en las variables de REND, AR y en el componente del rendimiento NMZA. Asimismo los niveles de significancia para estas fueron de 0.12 para el REND y 0.30 para AR y NMZA.

3.11.3. Transformación de variables. La transformación de variables agronómicas citadas en los puntos 3.8 y 3.9, se tuvieron para:

1. Porcentaje de acame de raíz (AR). Esta variable se obtuvo de dividir el número de plantas con acame de raíz entre el número de plantas en la parcela útil y multiplicando el cociente por cien en el ambiente A, en tanto que para el ambiente B la división se hizo con el número total de plantas de la parcela chica y multiplicando el cociente por cien.
2. Porcentaje de acame de tallo (AT). Esta variable se obtuvo de dividir el número de plantas con acame de tallo entre el número de plantas totales de la parcela con acame de tallo entre el número de plantas totales de la parcela útil y multiplicando por cien en el ambiente A, en tanto para el ambiente B se hizo con el número total de plantas en la parcela chica.

3. Porcentaje de mazorcas sanas (MZS). Para obtener esta se dividió el número de mazorcas completamente sanas entre el número total de mazorcas cosechadas y multiplicando esto por cien.
4. Porcentaje de mazorcas dañadas (MZD). Para obtener esta variable se dividió el número de mazorcas dañadas entre el número de mazorcas cosechadas y multiplicando por cien.
5. Número de mazorcas por planta (NMZPL). Esta variable fue el resultado de dividir el número de mazorcas entre el número de plantas cosechadas.

Asimismo a las variables que se trabajaron en base a porcentajes se les hizo una transformación a la función arco seno de acuerdo con Reyes (1985), siendo ésta:

$$\text{Arco seno} = \sqrt{\text{Porcentaje}}$$

3.11.4. Análisis de regresión. Con el objeto de determinar los avances que se han tenido por efecto del mejoramiento genético en las variedades mejoradas, a las variables agronómicas, componentes del rendimiento así como a los parámetros fisiológicos se les hizo un análisis de regresión simple para cada uno.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Ambientes de producción,

4.1.1. Ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz. De acuerdo con los análisis estadísticos realizados para éste factor, en las variables agronómicas, solamente FM, FF, MF, AMZ, AR y MZD, presentaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 4). En relación a los componentes del rendimiento, se encontró que ha excepción de NMZPL y NGA en el resto de los componentes hubo diferencias estadísticas significativas (Cuadro 5). En tanto para los parámetros fisiológicos se encontró que en ningún muestreo de AF activa y en la Eficiencia del Area Foliar (EAF) se encontró diferencias estadísticas no así para el Índice de Area Foliar (IAF) donde se tuvieron diferencias estadísticas significativas entre los ambientes (Cuadro 6).

Algunos de los coeficientes de variación que se presentan en los cuadros anteriores son altos, debido, en algunos casos, a la sequía que se presentó durante el mes de septiembre y que afectó en alguna medida el desarrollo normal de los genotipos, mientras que en otros casos se debió, a que las variables medidas tienen una distribución discreta y de acuerdo con Reyes (1985) se esperarían CV altos.

4.1.1.1. Variables agronómicas. Al analizar el rendimiento de grano al 0 % de humedad de los ambientes, no se encontraron diferencias estadísticas entre éstos, no obstante el ambiente B rindió un 14.8 % más que el ambiente A (Cuadro 7).

En el mismo Cuadro 7 se incluyen las demas variables agronómicas en estu

Cuadro 4. Cuadrados medios y coeficientes de variación (CV), obtenidos para las variables agronómicas del ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz. Bugambillas, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco 1987 T.

Variable agronómica	Factor de variación			CV (%)
	Ambientes de prod.	Variedades	Amb X Var	
REND	975689.00	1235799.00*	4127701.00	24
FM	26.28**	79.36**	2.19	2
FF	30.03*	117.69**	4.94	3
MF	16.53**	124.11**	1.19	1
TLLG	364.50	450.17*	110.69	23
APL	94.51	4116.60**	242.54	6
AMZ	224.72*	3008.78**	173.61	7
AR	365.98**	176.34*	38.00	26
AT	0.81	130.54**	29.79	38
MZS	190.91	239.44**	145.13*	81
MZD	537.51*	101.12	15.93	18

*, ** = Valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

Cuadro 5. Cuadrados medios y coeficientes de variación (CV), para los componentes del rendimiento del ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz. Bugambillas, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.

Componentes del rendimiento	Factor de variación			CV (%)
	Ambientes de prod.	Variedades	Amb X Var	
NMZPL	0.007	0.04*	0.02*	12
LMZ	28.880**	3.55*	0.71	8
DMZ	1.125*	0.13*	0.10*	4
NH	4.560*	3.78**	1.20	5
NGH	174.570**	3.39	5.65	10
NMZA	22.012*	0.79*	0.43	12
NGA	645100.000	184075.00	77099.50	22

*, ** = Valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

Cuadro 6. Cuadrados medios y coeficientes de variación (CV), para los parámetros fisiológicos del ensayo de precoz e intermedio-precoz. Bugambillas, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.

Parámetros fisiológicos	Factor de variación			CV. (%)
	Amb. de prod.	Var.	Amb X Var	
AF <u>1er</u> Muestreo área total	24.24	9.9*	0.47	12
AF <u>2do</u> Muestreo área total	0.57	426.4**	7.58	7
AF <u>2do</u> Muestreo AAM	10.25	81.6**	3.55	12
AF <u>2do</u> Muestreo AaM	15.64	289.2**	1.62	10
AF <u>3er</u> Muestreo área total	3.01	115.2**	87.36*	23
AF <u>3er</u> Muestreo AAM	15.15	8.0	33.48**	17
AF <u>3er</u> Muestreo AaM	31.67	113.9**	15.35	46
IAF	10.73**	1.1**	0.67	6
EAF	0.45	0.5**	0.08	25

*, ** = Valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

dio, en donde se observa que el incremento en la densidad de población y en la dosis de fertilización repercutió solamente en FM, FF, MF, AMZ, AR y MZD.

Con respecto a la precocidad se encontró que esta se alteró por efecto del ambiente, ya que tanto la FM y la FF fueron más rápidas en el ambiente A que en el ambiente B, siendo la diferencia entre dichos ambientes de dos días en ambas floraciones. Esto repercutió en la MF ya que ésta fue mayor en el ambiente B, sin embargo, la alteración en las floraciones y en la MF no influyó en la TLLG, pues fue estadísticamente igual en ambos ambientes.

Cuadro 7. Valores promedio de las variables agronómicas en función del ambiente, del ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.

Ambiente	Variables agronómicas										
	REND	FM	FF	MF	TLLG	APL	AMZ	AR	AT	MZS	MZD
Kg ha ⁻¹		días			*	cm			%		
B	2712	71a/	74a	124a	50	224	126a	32a	10	5	37a
A	2362	69	72	122	43	220	121	25	10	10	29

DMSH 0.05 NS 0.7 0.9 0.6 NS NS 4.0 2.0 NS NS 5.0
 Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

NS = No Significativo

* = Kg ha⁻¹ día⁻¹

Al analizar la APL, esta no se modificó por efecto del ambiente, no así la AMZ, en la cual hubo una reducción del 4.4 % en el ambiente A con respecto a la altura de mazorca presentada en el ambiente B. Es probable que éste incremento en la altura de mazorca al igual que en las floraciones se debe a que en el

ambiente B hubo una mayor disponibilidad de nutrientes, principalmente nitrógeno, lo cual coincide con lo encontrado por Calville, Stringfield y Growder citados por Zepeda (1975). Asimismo es posible que la APL y la AMZ fueron mayores en el ambiente B, debido a que bajo esta condición existía mayor competencia por luz y por lo tanto las plantas tendieron a crecer más. Con respecto al acame; El AT no se modificó por efecto del ambiente, mientras que el AR fue mayor en el ambiente B en un 55 %, debido probablemente a la mayor altura de planta y mazorca que tuvo el ambiente B a pesar de que la APL no fue estadísticamente significativa, lo cual concuerda con lo encontrado por Hubbard, Rossman and Cook, Giesbrecht y Witaker (1969) citados por Zepeda (1975). Sin embargo, también es probable que este mayor acame se debe a que los genotipos evaluados fueron seleccionados a bajas densidades de población, de tal forma que al ponerlos en un ambiente de mayor densidad, este resulte crítico y sobreviene el acame.

En relación a la sanidad de mazorca, se encontró que para MZS no se detectaron diferencias estadísticas significativas a pesar de que el promedio en el ambiente B fue inferior en un 100 %, lo cual se debe a que se tuvo un coeficiente de variación muy elevado (Cuadro 4). Con respecto al número de MZD, éste fue mayor en el ambiente B, siendo esta diferencia de un 54 % (Cuadro 7). Estas diferencias se deben en gran parte a que el AR fue mayor en el ambiente B, ya que al acamarse las plantas existe un mayor contacto de las mazorcas con el suelo provocando que haya pudriciones producidas principalmente por hongos. Asimismo es probable que las diferencias encontradas en AR, MZS y MZD, sean en gran parte las responsables de que no se hayan encontrado diferencias estadísticas para rendimiento entre los ambientes.

4.1.1.2. Componentes del rendimiento. Con respecto a los componentes del rendimiento, al analizarlos a nivel de planta (Cuadro 8), se encontró que estos

presentaron su mayor expresión en el ambiente menos fertilizado y con la densidad de población más baja (ambiente A), lo que parece indicar que los cambios en la densidad de población, dan lugar a un fenómeno complejo, en donde los cambios en los componentes del rendimiento no pueden ser compensados sólo por el factor fertilización, por lo que se requeriría hacer estudios más profundos sobre el fenómeno de competencia. Estos resultados fueron encontrados por Ramírez (1985), quien señala que cuando se disminuye la densidad de población se reduce el efecto de competencia lo cual favorece a que los componentes tengan su máxima expresión.

Cuadro 8. Rendimiento y valores promedios de los componentes del rendimiento a nivel de planta para los ambientes A y B, de las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.

Ambiente	REND Kg ha ⁻¹	Componentes del rendimiento				
		NMZPL	LMZ cm	DMZ cm	NH	NGH
B	2712	0.74	11.04	3.9	13.56	25.4
A	2362	0.77	12.94 _{a/}	4.3a	14.31a	30.1a

DMSH 0.05 NS NS 0.5504 0.215 0.367 1.25
 Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

NS = No Significativos

Sin embargo al analizar los componentes del rendimiento pero a nivel de área (Cuadro 9), se encontró que NMZA y NGA fueron mayores en el ambiente B, esto probablemente explica, en parte, la tendencia de incrementarse el rendimiento

de grano a medida que se incrementa la densidad de población y los niveles de fertilización, pues si bien la mayor expresión de los componentes a nivel de planta se tiene a niveles de competencia más bajos dada por una menor densidad de población, el rendimiento más alto por unidad de área se tiene a densidades de población más altas ya que aquí se incrementa la magnitud de la demanda fisiológica. Resultados similares fueron encontrados por Ramírez (1985).

Cuadro 9. Rendimiento y componentes del rendimiento a nivel de área: número de mazorcas por área (NMZA) y número de granos por área (NGA), en los ambientes A y B de las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.

Ambiente	REND kg ha ⁻¹	Componentes del rendimiento	
		NMZA	NGA
B	2712	4.613 _{a/}	1602.9
A	2362	2.954	1319.0

DMSH 0.05 NS 1.273 NS
 Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores
 NS = No Significativo

4.1.1.3. Parámetros fisiológicos. Al analizar el AF activa por planta en los ambientes (Cuadro 10), no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre éstos para ninguno de los muestreos, no obstante tendió a ser mayor en el ambiente A para los tres muestreos esto se debió probablemente a que en el ambiente B se incrementó la fertilización nitrógenada y fosfatada, de tal forma que esto permitió que hubiera un menor abatimiento del crecimiento foliar. Sin

embargo a nivel de área, el AF activa fue mayor en el ambiente B ya que los valores obtenidos para el IAF fueron mayores y estadísticamente diferentes al ambiente A. Este IAF mayor en el ambiente B al parecer se debe al número de plantas por área, ya que como se señaló anteriormente, no hubo diferencias estadísticas significativas en el AF activa por planta. En la Figura 2 se muestra el patrón de distribución del AF activa por planta y del IAF, en función de los ambientes evaluados.

Cuadro 10. Producción de AF activa total por planta, IAF y EAF en función de los ambientes de producción del ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.

Ambiente	REND Kg ha ⁻¹	AF activa total por planta (dm ²)			IAF	EAF g dm ⁻²
		1er Muestreo *	2do Muestreo **	3er Muestreo ***		
B	2712	12.3	57.9	19.6	3.48a/	0.80
A	2362	14.1	58.9	20.2	2.33	1.04

DMSH 0.05 NS NS NS NS 0.33 NS

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

NS = No Significativos

* = Séptima y octava hoja ligulada; ** = Floración masculina; *** = Madurez masosa del grano.

Con respecto a la eficiencia del AF activa (EAF), para la producción de grano (Cuadro 10), ésta no fue estadísticamente significativa entre ambientes, no obstante en promedio la EAF fue mayor en el ambiente A que en el ambiente B, debido probablemente a un menor efecto de competencia entre plantas. No obstante

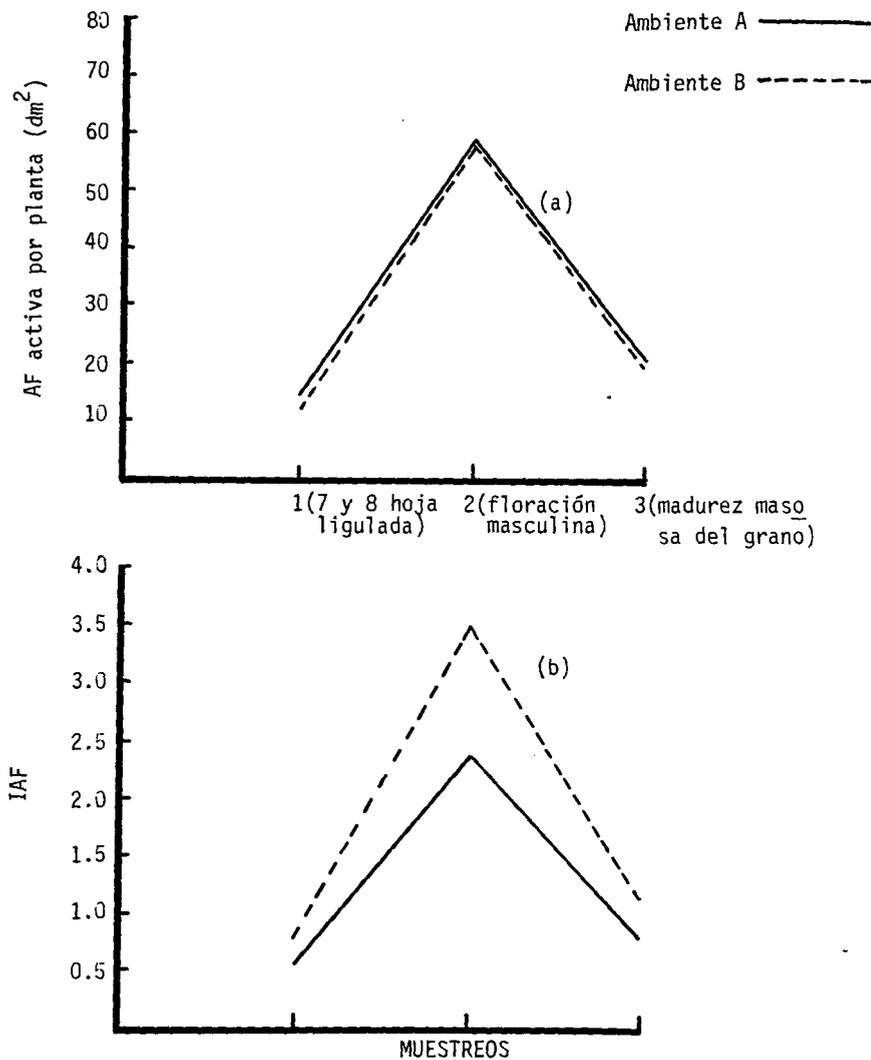


Figura 2. Patrón de distribución de los parámetros fisiológicos: (a) área foliar activa por planta; (b) IAF, en los muestreos realizados en función del ambiente para las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.

te, esta menor eficiencia del ambiente B probablemente se compensa con el mayor IAF que se tiene, lo cual a nivel de área le permite que se produzca mayor cantidad de materia seca; siendo quizás ésta, otra de las razones del porque en el ambiente B existió un mayor promedio de rendimiento.

En relación a los muestreos de AF activa por planta ubicada tanto arriba (AAM) como abajo de la mazorca (AaM), tampoco se encontraron diferencias estadísticas entre ambientes en el segundo y tercer muestreo (Cuadro 11). El AAM tendió a ser mayor en el ambiente B, mientras que el AaM tuvo mayor promedio en el ambiente A. Lo anterior se debe probablemente a los efectos de intercepción de luz, ya que en el ambiente B, por efecto de la densidad de población alta, las plantas en su parte superior tienden a crecer más por efecto del Fototropismo positivo lo cual da lugar a que se presente mayor AAM, mientras que el AaM por lo mismo denso del dosel permanece sombreado y no permite que haya un buen desarrollo.

Cuadro 11. Producción de AF activa por planta ubicada en la posición AAM y AaM, en función del ambiente del ensayo con variedades de ciclo precoz e intermedio-precocez.

Ambiente	AF activa por planta (dm^{-2})			
	2do AAM *	2do AaM *	3er AAM **	3er AaM **
B	21.4	36.5	12.8	6.7
A	20.3	37.9	11.5	8.7

DMSH 0.05

NS

NS

NS

NS

NS = No Significativo

* = Floración masculina; ** = Madurez masosa del grano

4.1.2. Ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío. Al analizar las variables agronómicas, componentes del rendimiento y parámetros fisiológicos, en los ambientes de producción, los análisis de varianza indicaron que para las primeras sólo hubo significancia estadística para FF, AR y MZD, en tanto las restantes no presentaron (Cuadro 12). En relación a los componentes del rendimiento sólo NMZPL y NH no mostraron variación estadística significativa entre los ambientes (Cuadro 13), en tanto que para los parámetros fisiológicos (Cuadro 14) se encontró que sólo el IAF mostró una respuesta a los ambientes.

Respecto a los coeficientes de variación de estos análisis de varianza, se presentaron algunos relativamente altos debido a las causas mostradas en el ensayo anterior, incrementándose un poco más en los muestreos de AF activa, sin embargo, en estos se admiten CV altos debido a la influencia del medio ambiente sobre esta variable.

4.1.2.1. Variables agronómicas. Al analizar el rendimiento entre los ambientes no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre éstos, sin embargo, el rendimiento tendió a incrementarse en los niveles más altos de fertilización y densidad de población, ya que el ambiente B rindió 15.9 % más que el ambiente A (Cuadro 15).

En relación a las demás variables la FF, AR y MZD se incrementaron significativamente como resultado de aumentar el número de plantas y el nivel de fertilización, en tanto que el resto fueron estadísticamente iguales en ambos ambientes; resultados que coinciden con lo encontrado en el ensayo de variedades precoz e intermedio-precoz.

Cuadro 12. Cuadrados medios y coeficiente de variación (CV), para las variables agronómicas del ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío. Bugambillas, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.

Variable Agronómica	Factor de variación			CV (%)
	Ambientes de prod.	Variedades	Amb X Var	
REND	3.29	2.992**	0.91	26
FM	28.89	62.962**	7.68	3
FF	185.64*	69.515**	9.32*	3
MF	13.13	33.032**	6.21**	1
TLLG	1138.70	691.622**	253.46	26
APL	135.18	2406.610**	193.88	5
AMZ	20.20	2409.380**	58.83	6
AR	1421.60**	346.629**	105.07	21
AT	83.84	26.214	28.55	31
MZS	582.74	210.944*	41.24	95
MZD	2419.50*	327.548*	127.52	36

*, ** = Valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente.

Cuadro 13. Cuadrados medios y coeficientes de variación (CV), para los componentes del rendimiento a nivel de planta y área del ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío. Bugambillas, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.

Componentes del rendimiento	Factor de variación			CV (%)
	Ambientes de prod.	Variedades	Amb X Var	
NMZPL	0.003	0.06**	0.03	17
LMZ	39.210**	7.70**	0.67	9
DMZ	1.530**	0.20**	0.03	4
NH	2.600	7.10**	0.43	5
NGH	207.700*	37.18**	4.94	10
NMZA	32.270*	1.70**	0.84	19
NGA	1801517.000*	308347.00*	169108.00	25

*, ** = Valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

Cuadro 14. Cuadrados medios y coeficientes de variación (CV), para los parámetros fisiológicos del ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío. Bugambillas, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco 1987 T.

Parámetros Fisiológicos	Factor de variación			CV (%)
	Amb. de prod.	Var.	Amb X Var	
AF <u>1er</u> Muestreo área total	47.29	12.8	4.42	14
AF <u>2do</u> Muestreo área total	780.74	670.6**	43.43	10
AF <u>2do</u> Muestreo AAM	15.73	45.6**	3.91	11
AF <u>2do</u> Muestreo AaM	573.57	617.9**	30.46	13
AF <u>3er</u> Muestreo área total	1306.40	130.3	144.50	47
AF <u>3er</u> Muestreo AAM	175.49	36.7	39.62	42
AF <u>3er</u> Muestreo AaM	631.35	47.6	51.29	66
IAF	24.07**	1.6**	0.10	10
EAF	0.21	0.3**	0.06	30

** = Valores significativos al 0.01 de probabilidad.

Cuadro 15. Medias de rendimiento en Kg/ha y otras características agronómicas en función de los ambientes del ensayo de variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.

Ambiente	Variables agronómicas										
	REND Kg/ha	FM	FF	MF	TLLG	APL	AMZ	AR	AT	MZS	MZD
		días			*	cm			%		
B	3309	75	81a/	132	57	253	161	46a	16	8	37a
A	2855	74	77	131	49	256	160	37	17	14	25

DMSH 0.05 NS NS 3.3 NS NS NS NS 1.9 NS NS 6.4

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores.

NS = No Significativo

* = Kg ha⁻¹ día⁻¹

Lo que si es necesario volver a enfatizar, es que en el ambiente B el AR se incrementó un 45 % más con respecto al A y MZD también aumentó en un 104 %. Asimismo, aunque no fue significativo, MZS se redujo en 56.4 % y AT permaneció sin cambio.

Considerando la similitud de resultados en las variables agronómicas, en ambos ensayos en lo que respecta a ambientes (Cuadros 7 y 15) en principio podría señalarse que la selección de los genotipos se ha practicado exclusivamente para rendimiento y en ambientes de baja población, ya que al cambiar del ambiente A al B se incrementa considerablemente el AR y MZD, asimismo se redujo MZS. Este comportamiento en términos del productor resulta muy negativo, si se considera que en la actualidad el productor busca más rendimiento a través de tener ambientes con densidad de población alta, niveles de fertilización alta y desea cosechar en forma mecanizada. De ahí que agronómicamente convenga re-

comendar a estos genotipos a densidades de población bajas, para maximizar la expresión de MZS y minimizar la expresión del AR y MZD.

También es importante señalar, que el no encontrar significancia en ambos ensayos en el AT en los ambientes A y B confirma que el acame de mayor importancia es el AR.

Por último se considera, que en el futuro los mejoradores de El Bajío para la selección de genotipos deberán utilizar ambientes de alta densidad de población y el énfasis en la selección deberá hacerse para AR y sanidad de mazorca.

4.1.2.2. Componentes del rendimiento. Al analizar los componentes del rendimiento a nivel de planta (Cuadro 16) en los ambientes se encontró que estos tuvieron una mayor expresión en el ambiente A y sólo para NMZPL y NH esta diferencia entre ambientes no fue estadísticamente significativa, mismos resultados encontró Ramírez (1985), y que coinciden también con el comportamiento encontrado en el ensayo de variedades de ciclo precoz e intermedio precoz.

Con respecto a los componentes a nivel de área (Cuadro 17) estos tuvieron su mayor expresión en el ambiente B; lo cual coincide con lo encontrado en el ensayo anterior, sólo que aquí, si hubo significancia en el NGA. Sin embargo a pesar de que las diferencias para estos componentes fueron estadísticamente significativas, no se reflejó en el rendimiento ya que éste fue igual en los ambientes de producción, probablemente se debió a que se incrementó el AR, MZD y se redujo el número de MZS.

Cuadro 16. Rendimiento de maíz y componentes del rendimiento a nivel de planta, en el ensayo de variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío en función de los ambientes de producción.

Ambiente	Componentes del rendimiento					
	REND Kg ha ⁻¹	NMZPL	LMZ cm	DMZ	NH	NGH
B	3309	0.68	13.2	4.4	14.19	27.3
A	2855	0.67	14.7 _{a/}	4.7a	14.59	30.9a
DMSH 0.05	NS	NS	0.565	0.097	NS	1.70

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores.

NS = No Significativo

Cuadro 17. Rendimiento, número de mazorcas por área (NMZA) y número de granos por área (NGA), en los ambientes de producción en el ensayo de variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.

Ambiente	REND Kg ha ⁻¹	Componentes del rendimiento	
		NMZA	NGA
B	3309	4.10 _{a/}	1577.7a
A	2855	2.68	1242.1
DMSH 0.05	NS	0.813	236.5

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

NS = No Significativo

4.1.2.3. Parámetros fisiológicos. Al analizar los parámetros fisiológicos en los dos ambientes, para el AF activa total por planta no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tres muestreos realizados (Figura 3), tampoco hubo diferencias estadísticas para el AAM y el AaM. No obstante a nivel de área el ambiente B tuvo un IAF mayor que el ambiente A (Cuadro 18), pero su eficiencia foliar (EAF) fue menor aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Resultados que coinciden con lo encontrado también en el ensayo anterior, de ahí que las razones de este comportamiento sean las mismas.

Cuadro 18. Parámetros fisiológicos: AF activa por planta, IAF, EAF y rendimiento en función del ambiente en el ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.

Ambiente	REND Kg ha ⁻¹	1er Muestreo *	2do Muestreo **	3er Muestreo ***	IAF	EAF g dm ²
B	3309	17.8	74.7	16.0	4.5a/	0.76
A	2855	19.5	81.7	25.1	3.3	0.88

DMSH 0.05 NS NS NS NS 0.443 NS

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores.

* = Séptima y octava hoja ligulada; ** = Floración masculina; *** = Madurez masosa grano

NS = No Significativo

4.2. Variedades.

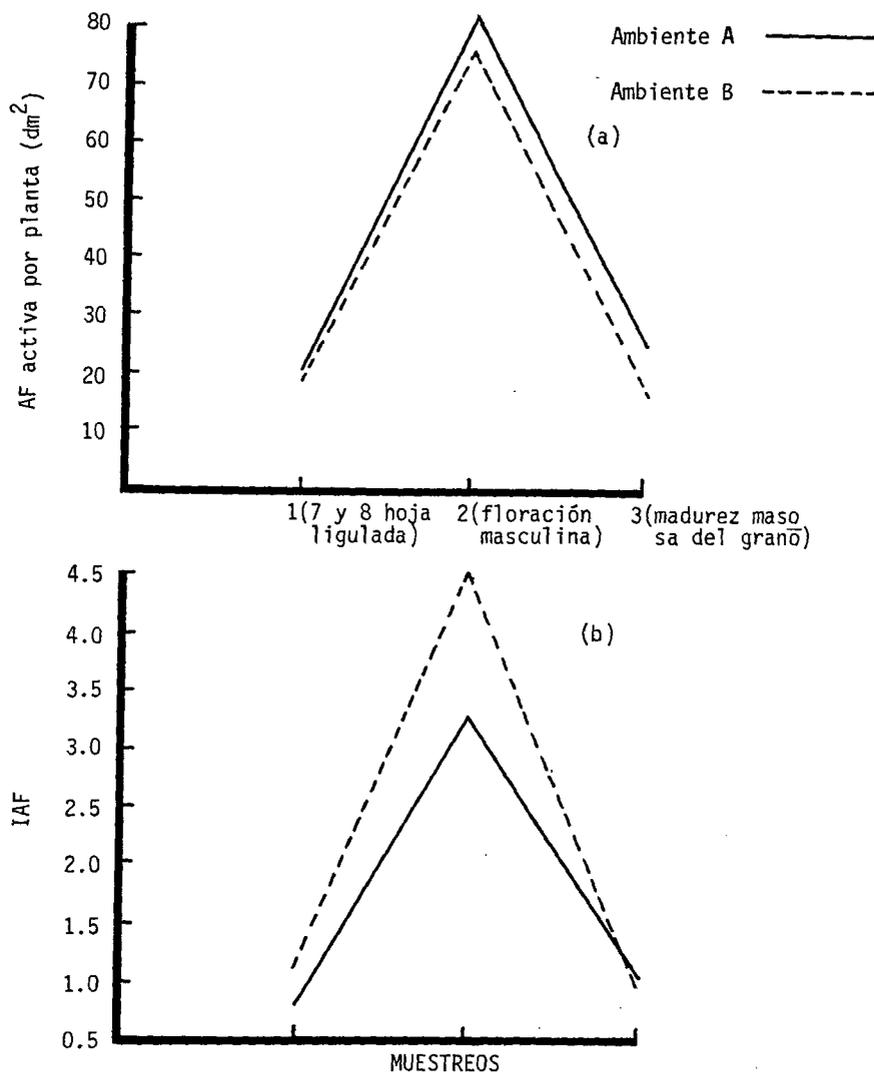


Figura 3. Producción de AF activa a nivel de planta (a), IAF (b) en los tres muestreos para los ambientes de producción en las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.

4.2.1. Ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precozes. En los análisis de varianza para las variables estudiadas se encontró que en las variables agronómicas en todos los casos hubo diferencias estadísticas significativas, excepto para MZD (Cuadro 4). En los componentes del rendimiento, también se presentaron diferencias estadísticas para todas las variables, excepto para NGH y en el NGA (Cuadro 5). Por último en los parámetros fisiológicos se encontró que sólo en el tercer muestreo del área foliar para la posición AAM no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los cuatro genotipos evaluados (Cuadro 6).

4.2.1.1. Variables agronómicas. Al analizar la variable rendimiento entre los genotipos se encontró que el genotipo que más rindió fue el híbrido H-220 aunque fue estadísticamente similar al HV-313, estos híbridos superaron con un 36.2, 15.3 y un 37.8 y 16.6 % al H-230 y H-309, respectivamente (Cuadro 19).

Asimismo el análisis de regresión para la variable rendimiento indicó que no hubo un incremento ya que el H-220 (híbrido más antiguo) y el HV-313 (híbrido más reciente), rindieron estadísticamente igual, no obstante la recta de tendencia obtenida fue negativa, indicando una disminución del orden de 143.7 Kg ha⁻¹ por época de mejoramiento genético (Figura 4). Aunque es probable que este comportamiento estuvo influido por los problemas que se presentaron de sequía en la etapa reproductiva inicial y además porque la evaluación sólo se hizo en una localidad.

Lo anterior se constata en la Figura 5, en donde se observa que el período de sequía que se presentó en el mes de septiembre afectó más severamente a

Cuadro 19. Rendimiento en Kg ha^{-1} y demás variables agronómicas de las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.

Genotipo	Variables agronómicas											
	REND Kg ha^{-1}	FM	FF	MF	TLLG ****	APL cm	AMZ	AR	AT	MZS	MZD	PLLG ***
		días							%			
H-220	3069 <u>a</u> /	65	67	119	57a	223	121	32a	12a	13a	31	54
HV-313	2598a	72a	73	126a	48a	191	98	25	4	12a	30	54
H-230	2253	69	74a	121	42a	233a	133a	24	13a	5a	33	52
H-309	2228	72a	76a	127a	40	243a	144a	33a	12a	1	38	55
DMSH 0.05	773.5*	1.7	2.8	1.5	15	18.8	12.9	7.6**	5.4	8.8	NS	

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

*, ** = Valores obtenidos a partir de la prueba de t modificada al 0.12 y 0.30 de probabilidad, respectivamente

*** = Período de llenado de grano (días)

**** = $\text{Kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$

NS = No Significativo

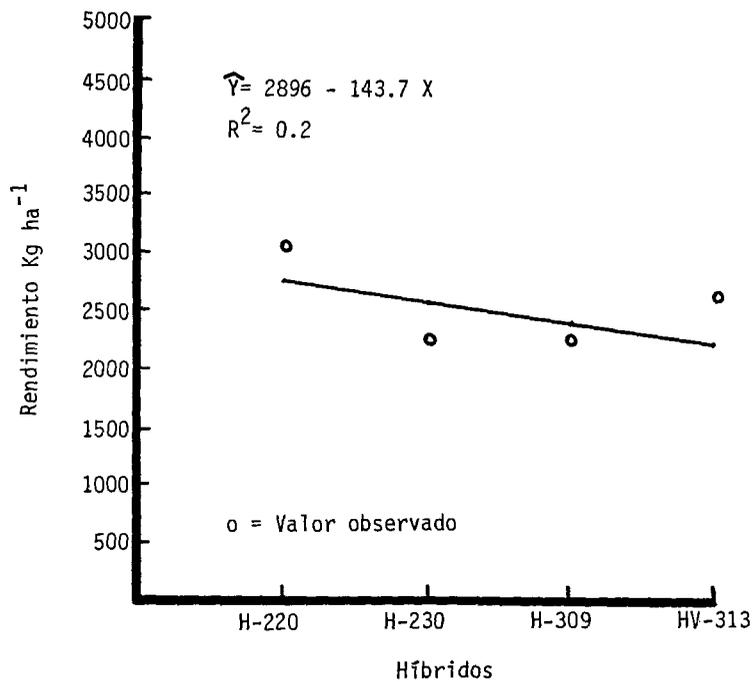


Figura 4. Recta de regresión entre el rendimiento y los híbridos de ciclo precoz e intermedio-precoz, liberados en las diferentes épocas.

los híbridos intermedios HV-313 y H-309, ya que la antesis de éstos coincidió con más con este período de sequía, en tanto que el H-220, en el momento de la antesis, contó con suficiente humedad en el suelo, lo cual le permitió que la inflorescencia femenina desarrollara satisfactoriamente con la humedad disponible.

Con respecto a las demás variables agronómicas, mismo Cuadro 19, la precocidad de los genotipos fue variable, siendo el híbrido H-220 el más precoz y el que más rindió, en tanto que el H-309 fue de los más tardíos y el que menos rindió; en cambio el HV-313 con la misma precocidad del H-309 rindió estadísticamente igual al H-220. Es probable que este comportamiento se debió a que tuvo una mejor sincronía floral en tanto que el H-220, H-230 y el H-309 tuvieron una diferencia en ambas floraciones de 2, 5 y 4 días respectivamente.

Asimismo, como consecuencia de las diferencias en las floraciones, en la MF también hubo diferencias entre las variedades evaluadas en donde el H-309 fue quien tuvo el mayor valor de MF, sin embargo prácticamente no presentó diferencias en el período de llenado de grano con respecto al más precoz ya que esta fue de sólo un día de diferencia, no obstante si hubo diferencias varietales en la Tasa de llenado de grano (TLLG) donde el H-309 fue el que menor TLLG tuvo mientras que la TLLG más alta la presentó el H-220, valor que fue estadísticamente igual al presentado por el HV-313 y H-230.

En relación a la altura tanto de planta (APL) como de mazorca (AMZ) estas han sido disminuidas por efecto del mejoramiento genético (Figura 6), ya que el HV-313 presentó un 21.6 y un 31.5 % menos de APL y AMZ respectivamente en relación al genotipo que tuvo mayor porte de planta H-309. No obstante esta reducción tan drástica en la APL y la AMZ del HV-313 es debido en cierta mane-

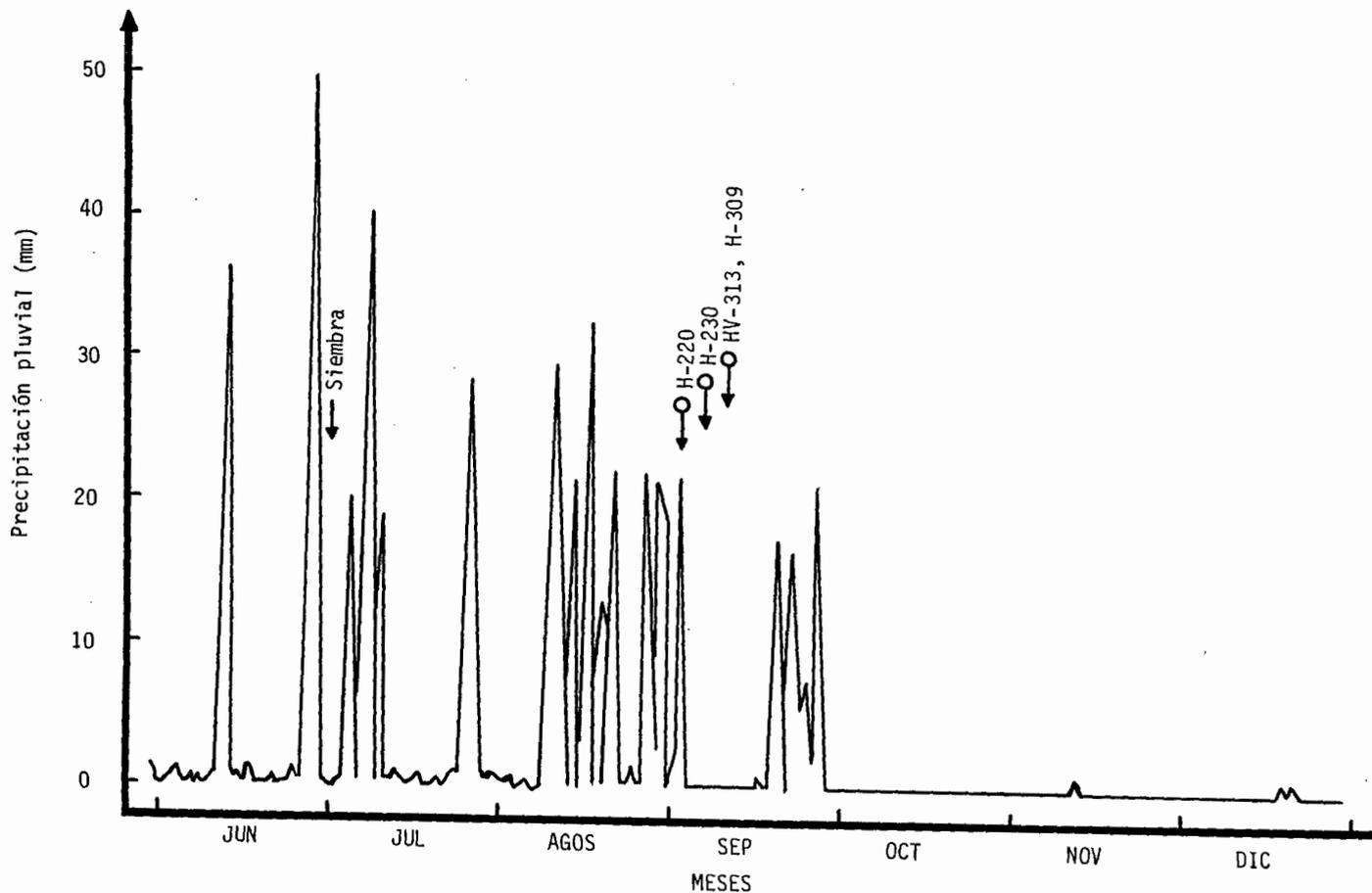


Figura 5. Distribución de la precipitación pluvial diaria de junio a dic. de 1987, y la floración masculina (○) de los genotipos de ciclo precoz e intermedio-precoz.

Fuente: Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara.

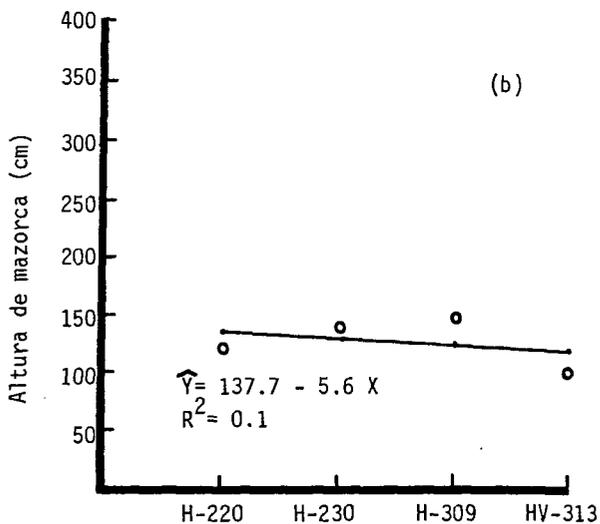
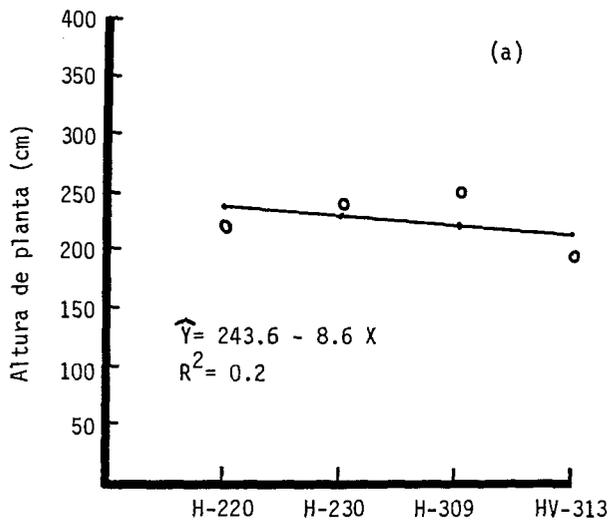


Figura 6. Tendencia de la altura de planta (a) y altura de mazorca (b), en las diferentes épocas por efecto del mejoramiento genético en las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.

ra a que el progenitor femenino es de porte bajo y el masculino presenta el carácter braquítico, que aunque este carácter es recesivo tiende a tener menor altura en condición heterocigótica.

Asimismo el HV-313 presentó menor AR que el H-220 y H-309, no obstante se considera que es alto ya que tuvo un 25 %; en cambio tuvo el menor AT pues sólo tuvo un 4 %. que sumado al AR da un total del 29 %, porcentaje que es muy alto, si se toma en cuenta que el productor desea cosechar en forma mecanizada. Lo anterior parece indicar que se debe trabajar con mayor énfasis en el AR en el mejoramiento genético de El Bajío.

Con respecto a la sanidad de mazorca, ésta ha sido poco modificada ya que no se presentaron grandes diferencias entre los genotipos H-220 y el HV-313. No obstante que aunque fueron estadísticamente iguales al H-230, la diferencia de 8 % de mazorcas sanas y de 11 % con respecto al H-309, son valores que son significativos en el rendimiento de grano; probablemente esta es una de las razones por la cual estos genotipos son los menos rendidores.

4.2.1.2. Componentes del rendimiento. Al analizar los componentes del rendimiento a nivel de planta entre los genotipos, no se observó una marcada influencia de algunos de estos sobre el rendimiento aunque se observa que los genotipos más rendidores tuvieron un promedio más alto de NMZPL como lo fueron el H-220 y HV-313. En el resto de las características, aunque hay diferencias estadísticas significativas, las diferencias no son muy conspicuas (Cuadro 20).

Con respecto a los componentes del rendimiento a nivel de área (Cuadro 21), se observó que el NMZA tuvo su máxima expresión en los genotipos H-220 y HV-313 que fueron los que presentaron el rendimiento más alto lo cual es resul

Cuadro 20. Medias de rendimiento y componentes del rendimiento a nivel de planta en las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.

Genotipo	REND Kg ha ⁻¹	Componentes del rendimiento				
		NMZPL	LMZ cm	DMZ	NH	NGH
H-220	3069 _a /	0.81 _a	13 _a	4.1 _a	13.5	27
HV-313	2598 _a	0.81 _a	11	4.2 _a	14.8 _a	28
H-230	2253	0.68	12 _a	3.9	13.3	28
H-309	2228	0.70 _a	12 _a	4.1 _a	14.2 _a	28
DMSH 0.05	773.5*	0.12	1.4	0.24	0.93	NS

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

* = Valor obtenido mediante la prueba de t modificada al 0.12 de probabilidad

NS = No Significativo

Cuadro 21. Rendimiento y componentes del rendimiento a nivel de área para las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.

Genotipo	REND Kg ha ⁻¹	Componentes del rendimiento	
		NMZA	NGA
H-220	3309 <u>a</u> /	4.1a	1464.2
HV-313	2598a	4.0a	1655.8
H-230	2253	3.5	1286.3
H-309	2228	3.5	1437.8

DMSH 0.05 773.5* 0.48** NS

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

*, ** = Valores obtenidos mediante la prueba de t modificada al 0.12 y 0.30 de probabilidad respectivamente

NS = No Significativo

tado de que tuvieron los valores más altos de NMZPL. En el número de granos por área (NGA) no hubo diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, es probable que en el H-220 la diferencia sea debido a que los granos tuvieron una mayor densidad, ya que tuvo un período más regular de llenado de grano. En el caso del HV-313 probablemente contribuyó el que haya tenido el mayor promedio de NGA; a este respecto hay que señalar que es el genotipo que presenta la mayor demanda fisiológica a nivel de área, pues de no haberse presentado el problema de sequía y se hubieran llenado en forma normal los granos, probablemente hubiera sido el genotipo más rendidor.

4.2.1.3. Parámetros fisiológicos. Al analizar el AF activa total por planta entre los genotipos (Figura 7) se tuvieron diferencias varietales para este parámetro fisiológico en los tres muestreos realizados (Cuadro 22) observándose una gran relación entre la precocidad y la producción de área foliar.

En el primer muestreo, realizado cuando los genotipos se encontraban entre la séptima y octava hoja ligulada, la producción de área foliar fue casi similar ya que sólo el H-230 presentó área foliar menor que los tres restantes, no así para el segundo muestreo donde las diferencias varietales fueron más marcadas, y donde se observó una gran correlación entre la precocidad y el AF activa por planta del orden de 0.98, teniendo que los genotipos más tardíos HV-313 y H-309 tuvieron más AF activa, caso contrario de los más precoces donde el H-220 y H-230 produjeron menor área. En tanto para el tercer muestreo estas diferencias presentadas en el muestreo anterior no se mantuvieron ya que el HV-313 presentó menor AF activa sobre todo la que se encuentra abajo de la mazorca.

Para los muestreos realizados para AAM y AaM realizados en el segundo y

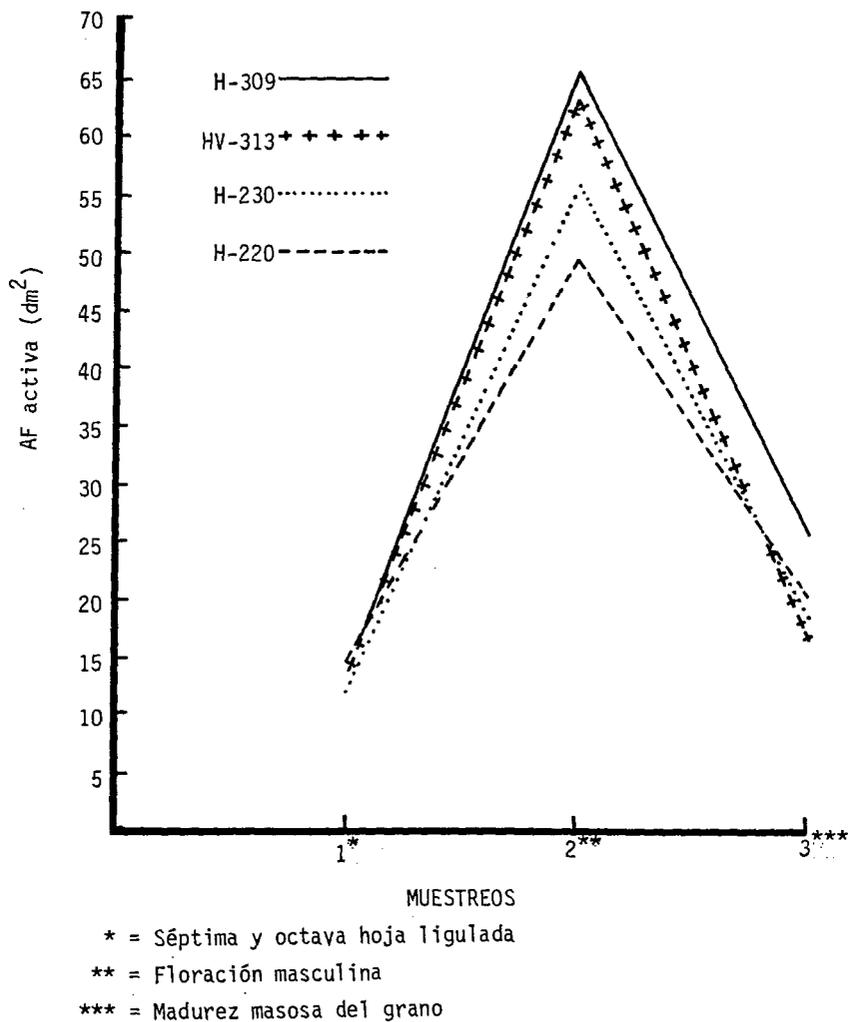


Figura 7. AF activa por planta en función de las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz, en los tres muestreos realizados.

Cuadro 22. Valores promedio de los muestreos de área foliar y porcentajes de AAM y AaM, en función de las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.

Genotipo	REND Kg ha ⁻¹	1er AF tot.	2do Muestreo				3er Muestreo					
			AF tot.	AAM	%	AaM	%	AF tot.	AAM	%	AaM	%
H-220	3069a/	14.4a	49.2	18.4	37	30.8	63	19.4a	12.2	61	7.72a	39
HV-313	2598a	13.5	63.1a	25.6a	41	37.5	59	15.9	12.9	81	2.92	19
H-230	2253	11.8	55.1	19.7	36	35.4	64	18.7a	10.7	57	8.01a	43
H-309	2228	13.1a	65.0a	19.8	30	45.2a	70	24.9a	12.8	51	12.20a	49
DMSH 0.05	773.5*	2.19	5.72	3.55		5.54		6.43	NS		5.06	

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

* = Valor obtenido mediante la prueba de t modificada al 0.12 de probabilidad

NS = No Significativo

tercer muestreo, se encontró que para AAM en el segundo muestreo el híbrido HV-313 presentó mayor valor ya que tuvo un mayor porcentaje de ésta con respecto a su área total, en tanto para el tercer muestreo y a pesar de haber tenido una mayor senectud de su AF activa total siguió presentando un mayor porcentaje de AAM junto con el H-220, los cuales fueron los genotipos con el rendimiento más alto. Es probable que este mayor % de AAM este influyendo también para que exista mayor rendimiento de grano; ya que de acuerdo con Tanaka y Yamaguchi (1977), durante la etapa de llenado de grano las hojas que están situadas arriba de mazorca, son las que traslocan mayor cantidad de productos fotosintetizados al grano.

En relación al AaM en el segundo muestreo tuvo su valor más alto en el genotipo más tardío (H-309), en tanto que para el tercer muestreo, el H-309 junto con el H-220 y H-230 tuvieron los porcentajes más alto, no así el híbrido actual HV-313 ya que este sólo tuvo un 37.5 y un 19 % de AaM en el 2do y 3er muestreo, respectivamente.

Respecto a los otros dos parámetros fisiológicos (Cuadro 23) medidos a partir del AF activa total por planta del segundo muestreo se encontró que al igual del AF activa por planta los genotipos menos precoz tuvieron menos AF activa por unidad de área ya que tuvieron los valores menores de IAF. Sin embargo, el rendimiento al parecer estuvo más influenciado por la eficiencia de dicha área foliar (EAF), ya que los rendimientos más altos observados en el H-220 y HV-313 tuvieron la EAF más alta, a pesar de que el H-309 fue el genotipo que mayor AF activa por planta tuvo en este muestreo.

Respecto a la relación entre el AF activa y la eficiencia del área foliar a través de las diferentes épocas, las rectas de regresión (Figura 8) in-

Cuadro 23. Valores de rendimiento en Kg ha^{-1} y de los parámetros fisiológicos: IAF y EAF para los cuatro genotipos de ciclo precoz e intermedio-precocez.

Genotipo	REND Kg ha^{-1}	Parámetros fisiológicos	
		IAF	EAF g dm^2
H-220	3069 _{a/}	2.47	1.28 _a
HV-313	2598 _a	3.17 _a	0.88
H-230	2253	2.74	0.83
H-309	2228	3.24 _a	0.70

DMSH 0.05 773.5* 0.260 0.32

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

* = Valor obtenido mediante la prueba de t modificada al 0.12 de probabilidad

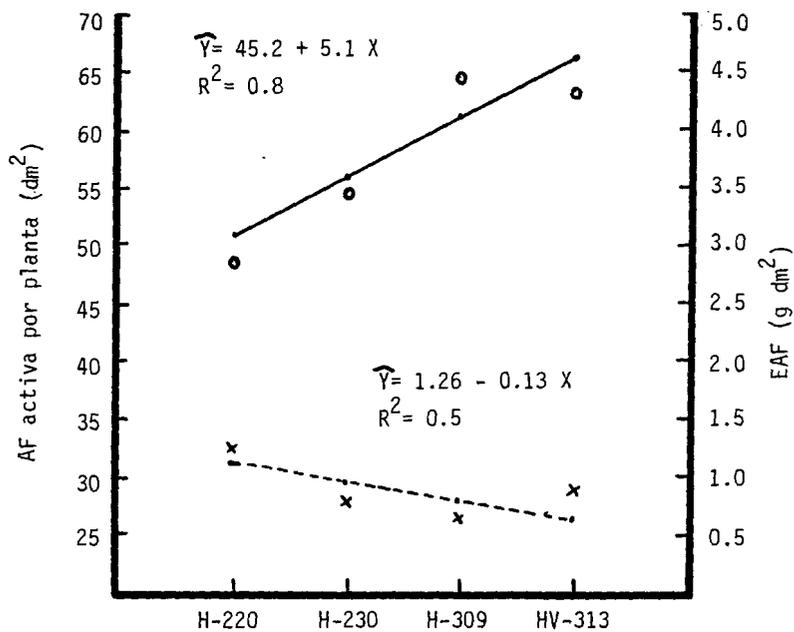


Figura 8. Efecto del mejoramiento genético en los parámetros fisiológicos: AF activa por planta (—) y la EAF (----) en las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.

dicaron que el AF activa ha tenido una tendencia a incrementarse en las últimas épocas probablemente porque se ha trabajado con genotipos más tardíos. Mientras que la EAF a disminuido probablemente porque la mayor cantidad de AF en estos genotipos provoquen un mayor sombreado y haga también que el AF disminuye su eficiencia. Además esto parece indicar que el mejorador ha tomado como único criterio de selección para formar sus variedades el rendimiento de grano asociado con una mayor cantidad de área foliar, sin considerar la eficiencia de la misma.

4.2.2. Ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío. Al analizar el comportamiento de las variables agronómicas, componentes del rendimiento y parámetros fisiológicos entre las variedades ignorando el ambiente, los análisis de varianza indicaron que para las variables agronómicas (Cuadro 12) excepto para AT no se encontraron diferencias estadísticas significativas. En tanto para los componentes del rendimiento, tanto a nivel de planta como de área (Cuadro 13), mostraron diferencias estadísticas significativas, no así para los parámetros fisiológicos donde sólo en el 2do muestreo de AF activa por planta tanto para el área total así como AAM y AaM y los parámetros IAF y EAF presentaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 14).

4.2.2.1. Variables agronómicas. En relación al rendimiento de grano se encontró que el híbrido experimental JAL-4 tuvo el rendimiento más alto, pero estadísticamente igual al H-369 y a la variedad V-371 (Cuadro 24). Asimismo el JAL-4 superó en rendimiento en un 84 % al híbrido que menos produjo (H-352) y en 57 % a la variedad de polinización libre menos rendidora (V-370).

Con respecto a la tendencia que ha tenido el rendimiento en las diferentes épocas por efecto del mejoramiento genético en estas variedades, se encon-

Cuadro 24. Rendimiento en Kg ha^{-1} y características agronómicas de las variedades del ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e inter-medio-tardío.

Genotipo	Variables agronómicas											PLLG ***
	REND Kg ha^{-1}	FM	FF	MF	TLLG	APL	AMZ	AR	AT	MZS	MZD	
		días			*	cm			%			
JAL-4	4270a/	71	74	132a	69a	238	148	33	13	21a	19	61
H-369	3602a	78a	82a	133a	65a	263a	180a	46a	16	9a	27a	55
V-371	3241a	74	79	134a	54a	252	157	40a	17	15a	29a	60
H-311	2930	70	76	127	51a	223	131	31	15	8a	33a	57
VS-373	2802	75	79	131	50a	264a	162	44a	17	9a	38a	56
H-366	2782	75	81a	131	49a	257	160	50a	19	11a	38a	56
V-370	2712	76a	81a	132a	47a	263a	160	48a	14	4	34a	56
H-352	2319	77a	82a	132a	41	279a	186a	47a	16	12a	29a	55
DMSH 0.05	1297	2.9	3.2	1.6	22	20.6	15.9	14	NS	17	18	

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

* = $\text{Kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$

*** = Período de llenado de grano (días)

NS = No Significativo

tro un incremento de 178.8 Kg ha^{-1} por época de mejoramiento (Figura 9).

Con respecto a la precocidad, también se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades evaluadas, siendo los genotipos actuales los más precoces, con una diferencia de hasta 8 días a floración masculina con relación al híbrido H-369 que fue el más tardío (Cuadro 24), al comparar el rendimiento de grano y la precocidad; se observa que el genotipo JAL-4 fue siete días más precoz que el H-369 y sin embargo fue el que tuvo el mayor promedio de rendimiento de grano, no obstante que su floración y parte del período de llenado de grano coincidió con el período de sequía, a diferencia del H-369, que floreció casi al final del período de sequía y por lo tanto dispuso de mayor humedad durante el período de llenado de grano (Figura 10).

Este hecho, resulto muy significativo en términos de mejoramiento genético, ya que en el híbrido actual JAL-4, no sólo se ha reducido la precocidad, sino además se ha incrementado el nivel de rendimiento y probablemente una mejor tolerancia al factor adverso de la sequía. Es posible que el híbrido JAL-4 también tuvo un buen comportamiento, debido a que una de sus líneas fue seleccionada para las condiciones de la región centro de Jalisco.

También es importante señalar que en el JAL-4 se mejoró la sincronización floral, ya que sólo presenta 3 días de diferencia en comparación con el híbrido H-311 y H-366 que presentan 6 días. Característica que se considera como deseable, ya que Buren et al (1974) la han considerado como importante en el rendimiento de grano y está asociado a una buena respuesta en altas densidades de población.

Asimismo, se observó, que a pesar de que el JAL-4 fue de los híbridos más

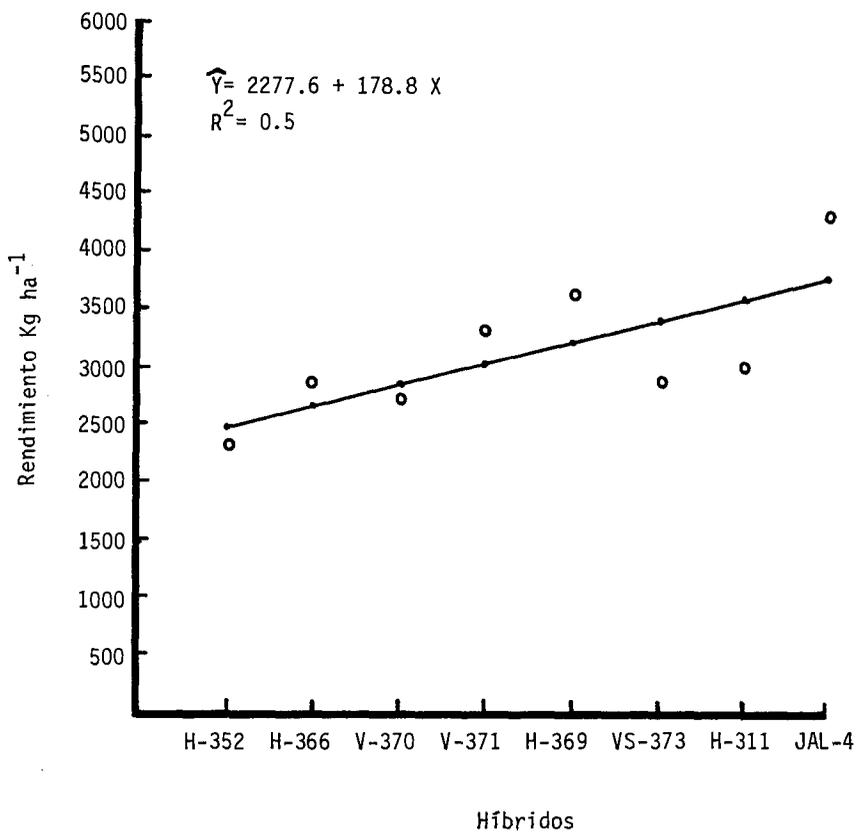


Figura 9. Efecto del mejoramiento genético en el rendimiento de grano de las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío, liberadas en las diferentes épocas.

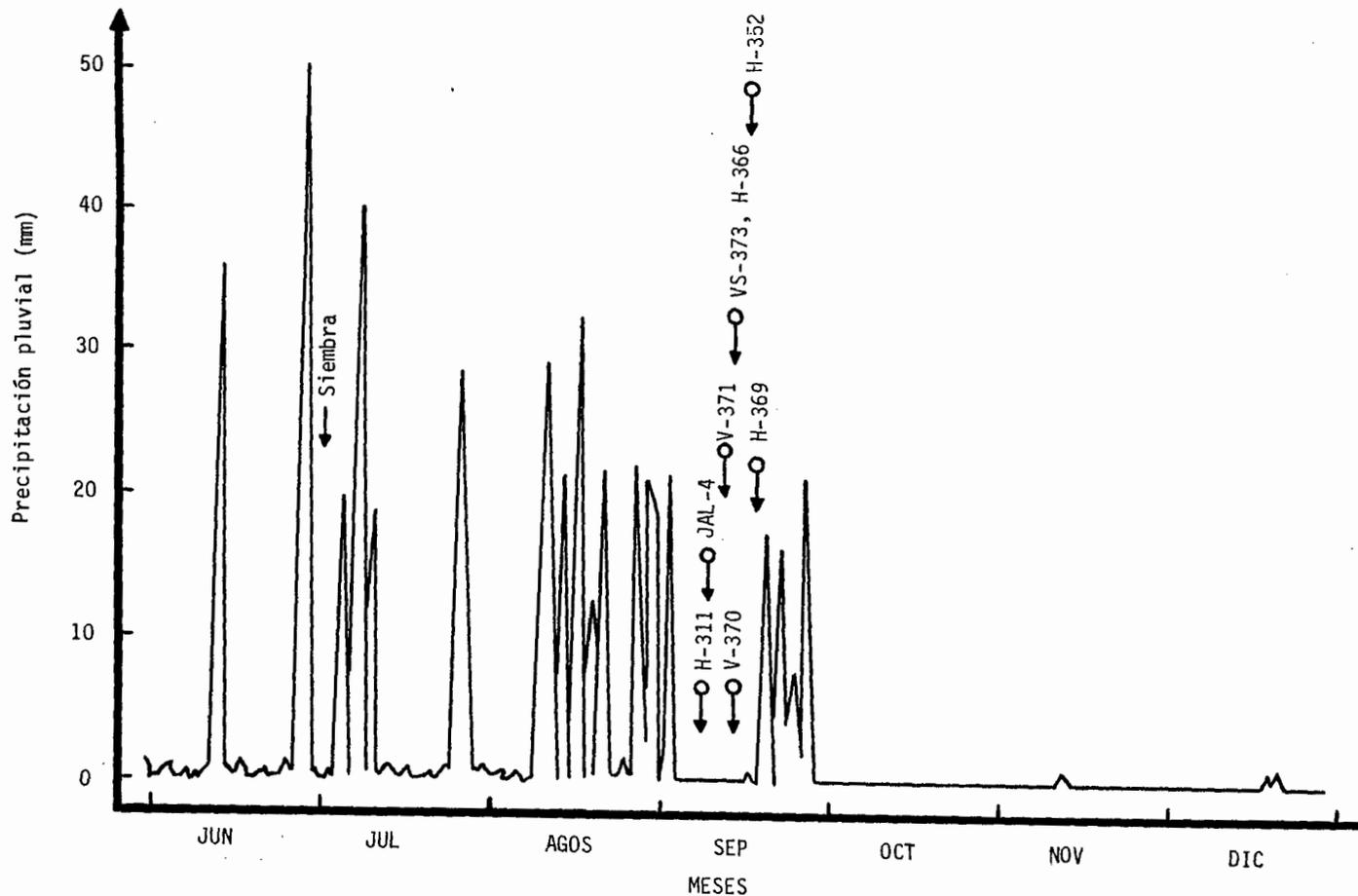


Figura 10. Distribución de la precipitación pluvial diaria de junio a dic. de 1987 y la FM (○ →) de los genotipos de ciclo tardío e intermedio-tardío.

Fuente: Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara.

precoz, su MF se presentó en forma similar a la de los híbridos más tardíos, lo cual indica que también se incrementó el período de llenado de grano, que combinado con la alta TLLG, probablemente contribuyan al mayor potencial de rendimiento (Cuadro 24).

Con respecto a la APL y AMZ se encontró que estas han sido modificadas por efecto del mejoramiento genético (Figura 11) ya que los híbridos actuales, H-311 y JAL-4, fueron los que menor altura presentaron, siendo esta disminución del orden de un 15 y 21 % de APL y AMZ, respectivamente, con respecto al híbrido más antiguo H-352. Asimismo estos dos genotipos fueron los que tuvieron menor AR y AT aunque en el AT no hubo diferencias estadísticas significativas entre las variedades. Sin embargo a pesar de que el JAL-4 y H-311 presentaron los porcentajes más bajos éstos, en términos comerciales se consideran altos ya que sumando el AR y el AT ambos tuvieron el 46 %.

Al analizar las rectas de regresión para el AR y AT (Figura 11 c y d), se observa una tendencia a disminuir el AR en los híbridos actuales, mientras que el AT prácticamente permaneció sin cambios. Lo anterior se debe probablemente, a que en los enfoques del programa de mejoramiento genético del CIAB (1979) se planteó la necesidad de mejorar estas características siendo el AR a la que mayor peso se le ha dado, pero aún falta mucho por lograr.

Al analizar la sanidad de mazorca entre las variedades se encontró que el híbrido experimental JAL-4 fue el que tuvo el mayor porcentaje de MZS y el menor en MZD, características que probablemente contribuyeron a la buena expresión que tuvo en el rendimiento (Cuadro 24). Sin embargo de acuerdo con la tendencia del mejoramiento de la sanidad de mazorca, se considera que a través de las épocas se ha mejorado la sanidad de mazorca, debido a que el coeficien-

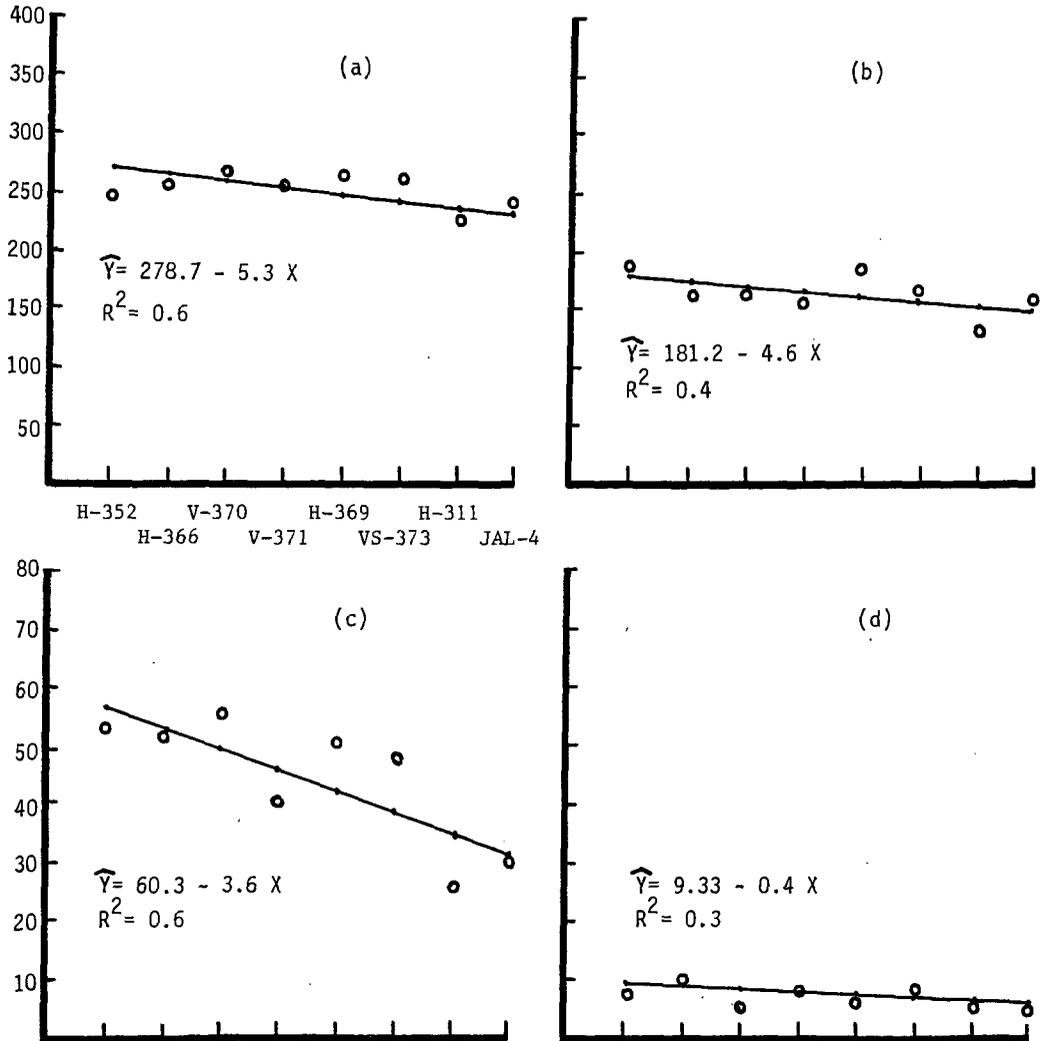


Figura 11. Comportamiento de las variables agronómicas: (a) APL; (b) AMZ; (c) AR; (d) AT, en las diferentes épocas de mejoramiento genético en las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.

te de regresión para MZS fue positivo y para MZD negativo, es decir, por un lado se ha incrementado el porcentaje de MZS, mientras que por el otro se ha disminuido el de MZD (Figura 12).

4.2.2.2. Componentes del rendimiento. Al analizar los componentes del rendimiento a nivel de planta se encontró que probablemente el componente más importante fue el NMZPL, ya que en el resto de las características se tienen valores muy similares entre los genotipos excepto en el NH donde en el H-311 tuvo su mayor expresión (Cuadro 25). Asimismo se observó que los híbridos actuales H-311 y JAL-4 fueron los que más NMZPL tuvieron; de donde se concluye que esta característica ha tenido un mejoramiento positivo a través de las épocas.

La anterior aseveración se constata al analizar los componentes a nivel de área que aunque no se observaron grandes diferencias varietales, si hay una tendencia definida en relación a que los genotipos con valores mayores de NMZA y NGA fueron los que más rindieron (Cuadro 26).

4.2.2.3. Parámetros fisiológicos. En los análisis de varianza realizados para el AF activa en los tres muestreos a nivel de planta tanto para el AF activa total, así como para AAM y AaM, sólo se encontraron diferencias estadísticas significativas para el segundo muestreo realizado en la floración masculina, los resultados para el AF activa total indicaron que esta fue mayor en los genotipos tardíos y menor en intermedios-tardíos (Cuadro 27 y Figura 13); sin embargo no se tuvo una asociación directa con el rendimiento ya que el H-352 tuvo mayor AF activa que el JAL-4 y fue el híbrido que menos rindió. Lo cual parece indicar que no sólo es importante la cantidad sino que además la eficiencia para producir productos fotosintetizados.

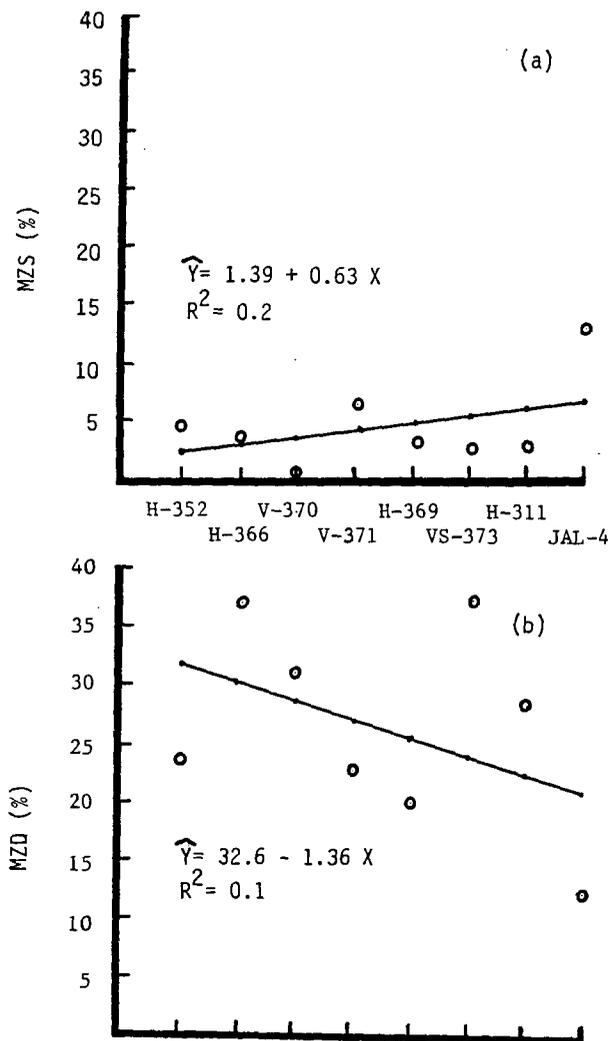


Figura 12. Efecto del mejoramiento genético en la sanidad de mazorca: (a) MZS; (b) MZD, en las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.

Cuadro 25. Componentes del rendimiento a nivel de planta y su relación con el rendimiento de grano de los ocho genotipos de ciclo tardío e inter-medio-tardío.

Genotipo	REND Kg ha ⁻¹	Componentes del rendimiento				
		NMZPL	LMZ cm	DMZ	NH	NGH
JAL-4	4270a	0.82 <u>a</u> /	14.1a	4.6a	15	28a
H-369	3602a	0.71a	14.0a	4.8a	14	31a
V-371	3241a	0.69a	14.4a	4.4	14	31a
H-311	2930	0.78a	12.0	4.6a	17a	24
VS-373	2802	0.64a	14.4a	4.5	14	30a
H-366	2782	0.63	14.5a	4.5	14	30a
V-370	2712	0.64a	15.1a	4.4	14	30a
H-352	2319	0.54	13.1	4.4	14	28a
DMSH 0.05	1297	0.183	1.911	0.295	1.207	4.74

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

Cuadro 26. Rendimiento y valores promedio para el número de mazorcas por área (NMZA) y el número de granos por área (NGA), en las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.

Genotipo	REND Kg ha ⁻¹	Componentes del rendimiento	
		NMZA	NGA
JAL-4	4270 _a /	4.1a	1671.4a
H-369	3602a	3.5a	1460.1a
V-371	3241a	3.6a	1507.8a
H-311	2930	3.9a	1585.8a
VS-373	2802	3.2a	1382.1a
H-366	2782	3.1a	1281.8a
V-370	2712	3.3a	1351.4a
H-352	2319	2.6	1038.7

DMSH 0.05 1297 1.04 557.8

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

Con respecto a la distribución del AF en la planta, en el AAM no se tuvieron grandes diferencias varietales para esta posición ya que la mayoría de los genotipos tuvieron valores estadísticamente igual, a excepción del H-352 y V-371, sin embargo los porcentajes para el AAM con respecto al total si son diferentes y tomando en cuenta la importancia que tienen las hojas arriba de la mazorca (Tanaka y Yamaguchi 1977), los genotipos actuales JAL-4 y H-311, tuvieron los porcentajes más altos que fueron de 35 y 38 %, respectivamente.

El AaM tuvo su máxima expresión y el % más alto, en los genotipos H-369, V-371 y H-352 (Cuadro 27). Probablemente esta estuvo influenciada por el ciclo y la mayor altura de mazorca (Cuadro 24). El IAF tuvo su máxima expresión en el H-369 y VS-373. Sin embargo, esta no se vio reflejada en la eficiencia del área foliar (EAF), ya que esta fue menor que en los materiales con igual IAF (Cuadro 28). También se observó que los híbridos actuales tuvieron mejor EAF y en el caso del JAL-4 es muy conspicua esta diferencia, y probablemente este es un factor más que contribuyó a que tuviera la mayor expresión en el rendimiento.

Al analizar la tendencia del AF activa y la EAF a través de las épocas de mejoramiento, se observa que tiende a disminuir en los híbridos actuales, aunque el ajuste de la línea es muy pobre; mientras que la EAF ha tendido a incrementarse sobre todo en el H-311 y el JAL-4 (Figura 14).

4.3. Interacción Ambientes de producción X Variedades.

4.3.1. Ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precocez.

4.3.1.1. Variables agronómicas. De acuerdo con los análisis de varianza

Cuadro 27. Valores del rendimiento; AF activa total por planta, AAM y AaM en los tres muestreos de los ocho genotipos de ciclo tardío e intermedio-tardío.

Genotipo	REND Kg ha ⁻¹	1er AF tot.	2do Muestreo				3er Muestreo				
			AF tot.	AAM %	AaM %	AF tot.	AAM %	AaM %			
JAL-4	4270 _a /	18.9	80.6	28.0 _a 35	52.6 65	27.1	14.6 63	10.9 47			
H-369	3602 _a	19.7	93.8 _a	24.5 _a 26	69.3 _a 74	25.9	14.2 55	11.7 45			
V-371	3241 _a	16.6	72.5	20.9 29	51.5 71	23.3	13.5 58	9.9 42			
H-311	2930	19.7	62.9	24.5 38	38.4 61	12.6	8.2 65	4.4 35			
VS-373	2802	19.2	82.6 _a	27.6 _a 33	55.0 *67	20.7	13.1 63	7.6 37			
H-366	2782	18.0	81.1	25.9 _a 32	54.2 68	18.5	11.8 64	6.7 36			
V-370	2712	17.1	71.9	23.9 _a 33	47.9 67	18.9	10.6 56	8.3 44			
H-352	2319	19.9	81.1	22.7 28	58.5 _a 72	21.3	10.9 50	10.4 49			
DMSH 0.05	1297	NS	12.3	4.3	11.0	NS	NS	NS			

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales, y representa a los valores estadísticamente superiores

NS = No Significativo

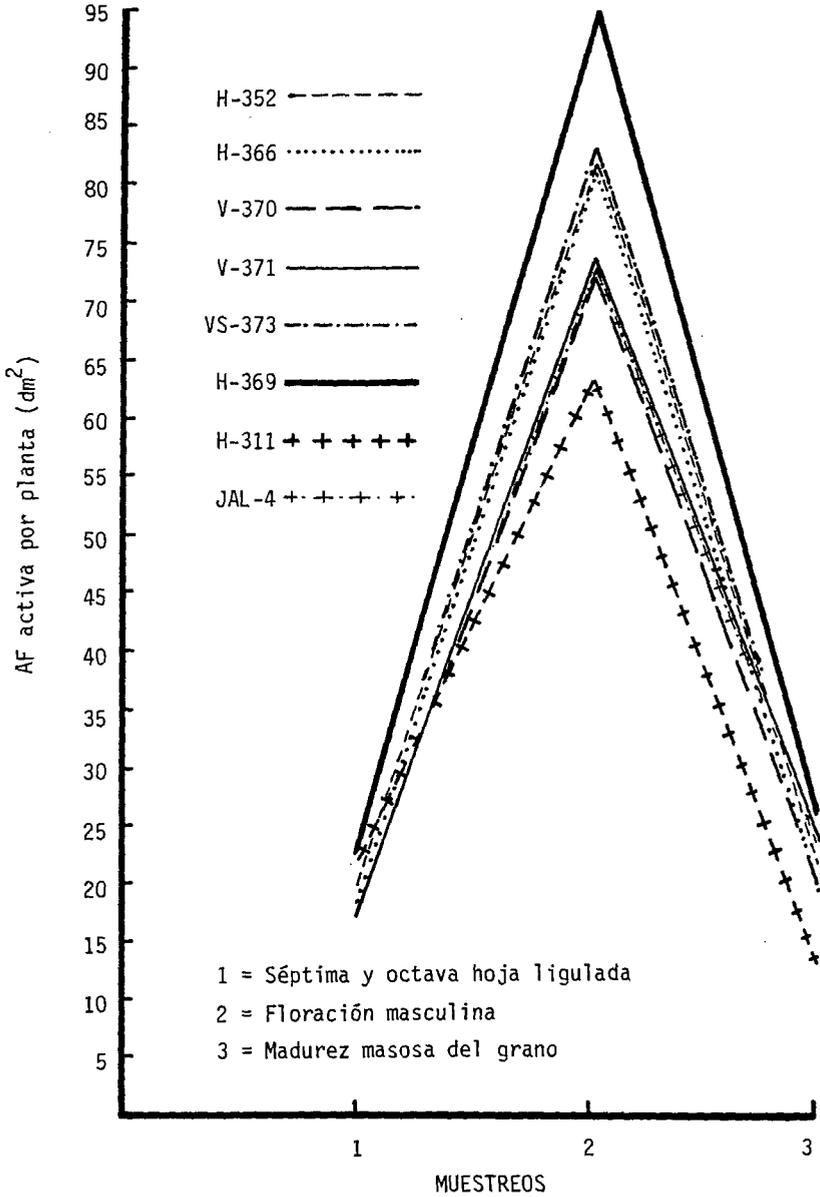


Figura 13. Area foliar activa por planta en las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío, en los muestreos realizados.

Cuadro 28. Rendimiento, IAF y EAF para las variedades del ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.

Genotipo	REND Kg ha ⁻¹	Parámetros fisiológicos	
		IAF	EAF g dm ²
JAL-4	4270 _a /	4.01	1.16a
H-369	3602a	4.63a	0.76a
V-371	3241a	3.62	0.89a
H-311	2930	3.12	0.97a
VS-373	2802	4.07a	0.70
H-366	2782	3.99	0.73
V-370	2712	3.55	0.76a
H-352	2319	3.99	0.60
DMSH 0.05	1297	0.6369	0.39

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores.

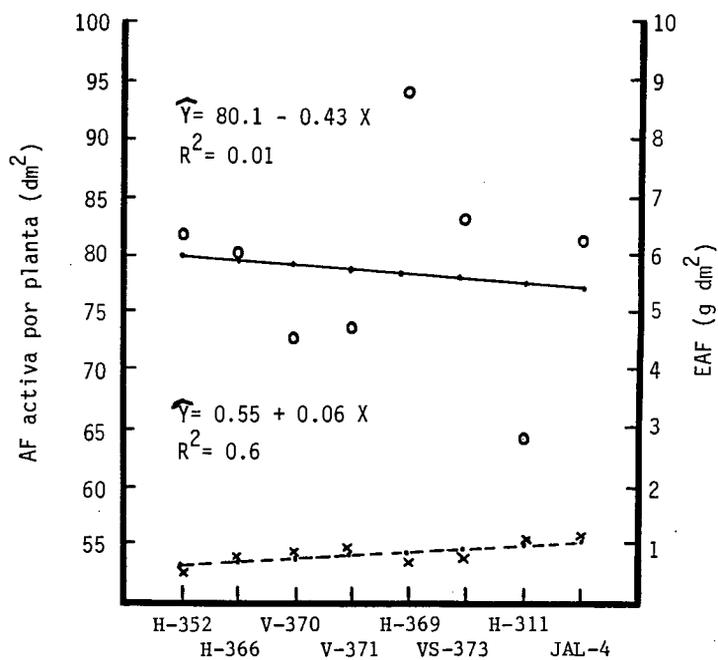


Figura 14. Efecto del mejoramiento genético en los parámetros fisiológicos: AF activa por planta (—) y EAF (-----) en las diferentes épocas en las variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.

(Cuadro 4) sólo en la interacción MZS hubo diferencias estadísticas significativas, y se encontró que en general en el ambiente A se tuvo mayor sanidad de mazorca (Cuadro 29). El comportamiento de los genotipos en cada uno de los ambientes fue muy similar y al parecer MZS estuvo muy relacionado con el rendimiento de grano, ya que el híbrido H-309 que fue el que menos rindió fue el que tuvo menor sanidad de mazorca en ambos ambientes; en cambio el híbrido actual HV-313 tuvo un cambio con el ambiente, ya que disminuyó en mayor grado el número de MZS al cambiar del ambiente A al B. Esto probablemente repercutió en su rendimiento ya que este fue menor en el ambiente B, en cambio en los tres genotipos restantes, incrementaron su rendimiento al pasar del ambiente A al ambiente B. Solamente el H-220 tuvo una respuesta positiva a este cambio, ya que incrementó su número de MZS en un 60 %.

Considerando los porcentajes de cambio al pasar del ambiente A al ambiente B (Cuadro 29), se puede decir que en términos generales las variables agronómicas incrementaron su valor por efecto del ambiente. Sin embargo, el valor del cambio de estas variables, tiene un significado agronómico diferente; pues en términos del productor, es claro notar que para una mejor explotación de estas variedades, deberá hacerse en ambientes con bajas densidades de población, ya que de incrementarse se incrementaría mucho el AR, AT y MZD. Por otra parte indicó que en el futuro para la formación de nuevas variedades deberá ponerse mayor atención al ambiente de selección y adicionalmente al rendimiento para mejorar las características de acame y sanidad de mazorca.

4.3.1.2. Componentes del rendimiento. Con respecto a estos se encontró que sólo hubo interacción en el NMZPL y DMZ aunque no se encontraron grandes diferencias varietales (Cuadro 30). Asimismo se observó que el ambiente A tu-

Cuadro 29. Variables agronómicas del ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz en función de la Interacción Ambientes de producción X Variedades.

Genotipo	Ambiente A											Ambiente B			
	REND Kg ha ⁻¹	FM	FF	MF	TLLG *	APL cm	AMZ	AR	AT	MZS %	MZD	REND Kg ha ⁻¹	FM	FF	MF
		días										días			
H-220	2812	65	66	118	52	216	112	30	11	10a/	27	3327	66	69	119
HV-313	2730	70	72	125	49	195	101	24	3	18a	24	2467	74	75	126
H-230	1846	68	74	120	35	227	129	20	14	10a	29	2660	70	75	123
H-309	2062	71	76	127	36	245	142	27	14	3	35	2394	73	77	128
DMSH 0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	12.4	NS	NS	NS	NS	NS

Continúa Cuadro 29.

Genotipo	Ambiente B							Porcentaje de cambio de B respecto a A										
	TLLG	APL	AMZ	AR	AT	MZS	MZD	REND	FM	FF	MF	TLLG	APL	AMZ	AR	AT	MZS	MZD
	*	cm					%											
H-220	61	230	129	35	13	16a	34	+ 8	+2	+ 5	+1	+17	+6	+15	+17	+ 18	+ 60	+26
HV-313	46	186	96	26	6	5a	36	-11	+6	+ 4	+1	- 7	-5	- 5	+ 8	+100	-260	+50
H-230	50	239	140	28	11	0	36	+44	+3	+10	+3	+43	+5	+ 9	+40	- 27	0	+24
H-309	43	241	145	39	10	0	41	+16	+3	+ 8	+1	+19	-2	+ 2	+44	- 40	0	+17
DMSH 0.05	NS	NS	NS	NS	NS	12,4	NS											

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa los valores estadísticamente superiores

* = Kg ha⁻¹ día⁻¹

NS = No Significativo

vo menos mazorcas por planta, pero el HV-313 y el H-309 tuvieron su máxima expresión en este ambiente. Sin embargo en el ambiente B tanto el H-220 y H-230 tuvieron un 4 y 32 % más de NMZPL, respectivamente, debido tal vez al tamaño de muestra o probablemente porque se trata de materiales inconsistentes. No obstante esta diferencia de la respuesta de las variedades a los ambientes no fue estadísticamente significativa. Sólo dos de los genotipos tuvieron una respuesta positiva al cambio de ambiente, el H-220 y H-230, en tanto el HV-313 disminuyó su valor en un 9 % al cambiar del ambiente A al B.

En relación a la Interacción de DMZ (Cuadro 30) se encontró que los cuatro genotipos disminuyeron su diámetro de mazorca en el ambiente B. Al aplicar la prueba de medias para observar a cada uno de los genotipos de acuerdo a su ambiente; se encontró que sólo para el ambiente A hubo diferencias estadísticas significativas y el H-220 y HV-313 tuvieron el mayor diámetro de mazorca, en tanto para el ambiente B el diámetro de mazorca resultó estadísticamente igual en los cuatro genotipos. Con respecto a los porcentajes de cambio se observó que el HV-313 fue el que tuvo una respuesta más negativa al cambio de ambiente, ya que disminuyó su rendimiento, NMZPL, LMZ, DMZ, NH, NGH y teniendo además el menor porcentaje de cambio en los componentes a nivel de área, a pesar de que estas no fueron estadísticamente significativas. Probablemente estos cambios negativos observados en el HV-313 se deben a que la sequía afectó en mayor grado a este genotipo.

4.3.1.3. Parámetros fisiológicos. Sólo hubo Interacción en el AF activa en el tercer muestreo del área total, se encontró que los genotipos redujeron su AF activa en tanto el HV-313 lo incrementó en un 75 % (Cuadro 31). Al analizar la respuesta de los genotipos en cada ambiente, se encontró que para el am

Cuadro 30. Efecto de la Interacción entre Ambientes de producción X Variedades en los componentes del rendimiento de las variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz.

Genotipo	Ambiente A								Ambiente B			
	REND Kg ha ⁻¹	NMZPL	<u>LMZ</u>	<u>DMZ</u>	NH	NGH	NMZA	NGA	REND	NMZPL	<u>LMZ</u>	<u>DMZ</u>
			cm								cm	
H-220	2812	0.80a/	13.8	4.3a	14	30.1	3.2	1404	3327	0.83	11.7	4.0
HV-313	2730	0.85a	12.1	4.6a	16	29.3	3.4	1594	2467	0.78	10.4	3.9
H-230	1846	0.59	13.6	4.1	14	30.6	2.4	1028	2660	0.78	11.0	3.8
H-309	2062	0.71a	12.3	4.2	14	29.3	2.8	1250	1394	0.70	11.1	4.0
DMSH 0.05	NS	0.174	NS	0.34	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Continúa Cuadro 30.

Genotipo	Ambiente B				Porcentaje de cambio de B respecto a A							
	NH	NGH	NMZA	NGA	REND	NMZPL	LMZ	DMZ	NH	NGH	NMZA	NGA
H-220	13	23.5	5.0	1524	+ 8	+ 4	-18	- 8	- 8	-28	+56	+ 9
HV-313	14	26.4	4.7	1717	-11	- 9	-16	-18	-14	-11	+38	+ 8
H-230	13	25.6	4.7	1545	+44	+32	-24	- 8	- 8	-19	+96	+50
H-309	14	26.3	4.2	1626	+16	- 1	-11	- 5	0	-11	+50	+30

DMSH 0.05 NS NS NS NS

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

NS = No Significativo

biente A sólo el HV-313 fue el que menos AF activa tuvo, mientras que en el resto, el AF activa fue estadísticamente igual. En el ambiente B no hubo diferencias varietales. En el ambiente A se produjo más AF activa que en ambiente B, siendo esta área expresada a nivel de planta.

En relación a la Interacción del AAM en el tercer muestreo (Cuadro 31) el HV-313 y el H-220 incrementaron 72 y 17 %, respectivamente, en tanto que en el H-230 y H-309 se redujo en un 29 y 4 %. Es probable que este comportamiento se debió a que en esta etapa (madurez masosa) existieron pérdidas de material vegetal y en ocasiones pudieron presentarse errores de medición debido a que las hojas estuvieron entrando a la etapa de senectud.

4.3.2. Ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.

4.3.2.1. Variables agronómicas. Sólo hubo Interacción en las variables agronómicas FF y MF (Cuadro 12). Al analizar la precocidad de las variedades en cada ambiente se encontró que tanto en el ambiente A como el B los genotipos actuales JAL-4 y H-311 fueron los más precoz. El que presentó el mayor porcentaje de cambio en la FF fue el H-369 (Cuadro 32).

En relación a la Interacción presentada en la MF esta fue mayor en el ambiente B respecto al ambiente A. Sin embargo estas variaciones fueron muy pequeñas, ya que el mayor porcentaje de cambio se tuvo en el H-311 y fue de tan sólo el 3 % que correspondió a un incremento de 4 días (Cuadro 32).

Aquí también es importante señalar, que aunque no resultaron estadísticamente significativas las variables AR, AT, MZS y MZD, dado su comportamiento e interés agronómico, se debe mencionar lo siguiente: para todos los híbridos eva

Cuadro 31. AF activa total, AAM y AaM. en función de la Interacción Ambientes de producción X variedades obtenida en el tercer muestreo para el ensayo de épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precocez.

Genotipo	Ambiente A			Ambiente B			% de cambio de B respecto a A		
	AF total	AAM	AaM	AF total	AAM	AaM	AF total	AAM	AaM
H-220	20.1a/	11.3	8.9	19.8	13.2a	6.6	- 2	+17	-34
HV-313	11.5	9.5	2.1	20.2	16.3a	3.9	+75	+72	+89
H-230	21.5a	12.1	9.4	15.9	9.4	6.6	-34	-29	+41
H-309	27.6a	13.0	14.6	22.3	12.5a	9.8	-24	- 4	-49
DMSH 0.05	9.09	NS	NS	NS	4.06	NS			

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

NS = No Significativo

luados el AR se incrementó al pasar del ambiente A al B, siendo mayor este incremento en los genotipos H-369, VS-373, JAL-4 y H-311, mientras que el AT su comportamiento fue variable lo que parece indicar que se debe más al genotipo que al efecto ambiental. De lo anterior se concluye, que el AR limita la expresión de los genotipos en ambientes de alta densidad de población y fertilización ya que el nivel de productores, deberán ser recomendadas a densidades menores de 60,000 plantas ha⁻¹. Por otro lado queda de manifiesto que a través de la épocas de mejoramiento genético de maíz en El Bajío, se ha tomado en cuenta poco o nada el ambiente para la selección de los progenitores de los híbridos; además de que sólo se ha tomado el carácter rendimiento como criterio principal de selección. Asimismo las fuentes de germoplasma locales que se han utilizado para la obtención de progenitores han tenido baja calidad de raíz, pues lo que en el futuro, los híbridos deberán seleccionarse para los caracteres mencionados en ambientes más críticos de densidades altas de población.

Con respecto a la sanidad de mazorca, también es claro observar que esta disminuye a medida que el ambiente es más crítico, sobre todo en densidades de población altas, ya que invariablemente todos los genotipos en el ambiente B tuvieron menos sanidad de mazorca, siendo los genotipos con mayor % de cambio en orden decreciente H-369, H-366, VS-373, H-311 y JAL-4; aunque este último tanto en el ambiente A como en el B fue el genotipo más sano (Cuadro 32). También para estos caracteres al igual que en el AR, se requiere hacer mayor énfasis en la selección de progenitores.

4.3.2.2. Componentes del rendimiento. Con respecto al comportamiento que tuvieron los componentes del rendimiento tanto a nivel de planta así como de área, en las Interacciones, se encontró que este fue similar al del ensayo de

Cuadro 32. Variables agronómicas en función de la Interacción de Ambientes de producción X Variedades del ensayo de épocas con variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.

Genotipo	Ambiente A										Ambiente B				
	REND Kg ha ⁻¹	FM	FF	MF	TLLG	APL	AMZ	AR	AT	MZS	MZD	REND Kg ha ⁻¹	FM	FF	MF
		días			*	cm				%			días		
JAL-4	3977	72	74	132a/	65	238	145	28	13	28	15	4563	70	73	132
H-369	3711	76	79a	134a	63	271	184	34	20	13	22	3496	81	85a	132
V-371	2434	74	78a	133a	40	245	152	38	20	17	25	4048	75	80	134a
H-311	2812	71	75	125	51	226	130	26	16	10	28	3047	70	78	129
VS-373	2719	75	77a	131	47	270	161	36	17	11	26	2884	76	82a	131
H-366	2481	74	78a	131	43	258	159	42	19	15	24	3084	76	83a	132
V-370	2165	75	78a	132a	37	259	160	46	13	7	30	3258	77	83a	133a
H-352	2545	75	80a	131	45	284	188	45	17	11	25	2094	78	84a	133a
DMSH 0.05	NS	NS	4.6	2.3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	4.6	4.6

Continúa Cuadro 32.

Genotipo	Ambiente B							Porcentaje de cambio de B respecto a A										
	TLLG	APL	AMZ	AR	AT	MZS	MZD	REND	FM	FF	MF	TLLG	APL	AMZ	AR	AT	MZS	MZD
*	cm						%											
JAL-4	72	237	150	38	14	14	22	+15	-3	-1	0	+11	0	+3	+36	+8	-100	+47
H-369	67	255	176	57	11	5	31	-6	+7	+8	-2	+6	-6	-5	+68	-82	-160	+41
V-371	68	258	162	41	15	12	32	+66	+1	+3	+1	+70	+5	+7	+8	-33	-42	+28
H-311	52	221	131	35	14	6	37	+8	-1	+4	+3	+2	-2	+1	+35	-14	-67	+32
VS-373	52	258	163	52	16	7	50	+6	+1	+6	0	+11	-5	+1	+44	-6	-57	+92
H-366	54	257	161	48	19	7	51	+24	+3	+6	+1	+26	0	+1	+14	0	-114	+113
V-370	57	267	161	50	15	0	38	+51	+3	+6	+1	+54	+3	+1	+9	+15	0	+27
H-352	37	274	184	49	16	13	33	-22	+4	+5	+2	-22	-4	-2	+9	-6	+18	+32
DMSH 0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS											

Valores con igual literal a/ son estadísticamente iguales y representa a los valores estadísticamente superiores

* = Kg ha⁻¹ día⁻¹

NS = No Significativo

épocas con variedades de ciclo precoz e intermedio-precoz; sin embargo no hubo significancia estadística para ningún componente. En el Cuadro A-1 del apéndice se muestra la Interacción para los componentes del rendimiento.

4.3.2.3. Parámetros fisiológicos. Para estos también no se encontró significancia estadística en ningún parámetro, sin embargo tuvieron igual comportamiento al ensayo anterior, asimismo en el Cuadro A-2 del apéndice se muestran los resultados de las Interacciones.

V. CONCLUSIONES

1. El incremento de la densidad de población y la dosis de fertilización, produjo un mayor porcentaje de AR y MZD, se redujo la precocidad y el porcentaje de MZS, en tanto el AT y el rendimiento permanecieron sin cambios.
2. La expresión de los componentes del rendimiento así como la de los parámetros fisiológicos a nivel de planta fue mayor en el ambiente con menor densidad de población (ambiente A). No así a nivel de área ya que en el ambiente B se tuvo la mayor demanda fisiológica dada por un mayor NGA y NMZA, en tanto el parámetro fisiológico IAF fue mayor también en este ambiente.
3. No se encontró avance en el rendimiento de grano por efecto del mejoramiento genético en las variedades de ciclo precoz e intermedio-precocidad, ya que el híbrido H-220 (híbrido más antiguo) y el HV-313 (híbrido actual) rindieron estadísticamente igual. No obstante, se observó un mejoramiento en las características agronómicas ya que el HV-313 tuvo menor porcentaje de acame y menor altura de planta y mazorca, así como la mayor demanda fisiológica dada por un mayor valor de NGA.
4. El efecto del mejoramiento genético en los genotipos de ciclo tardío e intermedio-tardío, fue más claro, ya que el híbrido experimental JAL-4, superó en rendimiento a las variedades mejoradas antiguas. Asimismo fue de las más precoces, con mayor TLLG, tuvo menor porcentaje de acame tanto de raíz así como de tallo, más sanidad de mazorca, mejor sincronía floral y eficiencia del área foliar para producir grano.
5. El componente del rendimiento más importante a nivel de planta fue NMZPL,

ya que, los genotipos que más rindieron en ambos ensayos, fueron los que tuvieron los valores más altos para este caracter; en tanto en los componentes a nivel de área, hubo una tendencia definida, en relación a que los genotipos con mayor NMZA y NGA fueron los que más rindieron.

6. La expresión del rendimiento estuvo influido también en gran medida por la EAF más que por la magnitud de la producción de AF activa por planta ya que los que más rindieron fueron los que tuvieron los valores más altos en los parámetros EAF e IAF.
7. El híbrido actual HV-313 tuvo una fuerte interacción con el ambiente ya que este tuvo los mayores valores de cambio del ambiente B con respecto al ambiente A. Sin embargo todos los demás genotipos de ambos ensayos tuvieron una expresión negativa al incremento de la densidad de población ya que estos incrementaron su porcentaje de AR y disminuyeron su sanidad de mazorca.

VI. SUGERENCIAS

No se encontraron muchas diferencias estadísticas en ambos ensayos en los ambientes de producción debido probablemente a la sequía y a que los niveles en ambos ambientes no fue lo suficientemente grande, se sugiere continuar la investigación utilizando ambientes con densidades de población y niveles de fertilización más contrastantes para poder observar con mayor claridad la expresión en las variables agronómicas, componentes del rendimiento así como la de los parámetros fisiológicos. Asimismo estos resultados se debieron probablemente a que son resultados de un sólo año y de una localidad por lo cual también se sugiere continuar la investigación por más años y utilizando más localidades.

Se sugiere sembrar a densidades menores de 60,000 plantas ha^{-1} las variedades actuales tanto el HV-313 de ciclo intermedio-precoc y al JAL-4 de ciclo intermedio-tardío, ya que tuvieron el mayor promedio de rendimiento, el menor porcentaje de acame y la mayor sanidad de mazorca.

Se sugiere que, en el futuro, para la formación de variedades mejoradas para El Bajío, los mejoradores deberán tomar más en cuenta el ambiente de selección y no sólo tomar como único criterio el rendimiento. Se deberá de mejorar más la sanidad de mazorca y el AR sobre todo a altas densidades de población.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ALCAZAR A., J. J. 1983. Análisis del comportamiento de maíces mejorados para el Trópico húmedo de México. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 117 p.
- BANCO NACIONAL DE COMERCIO EXTERIOR S.A. 1968. México: Hechos, cifras, tendencias. México, Departamento de publicaciones, 492 p.
- BHATTACHARYYA, G. K. and R. A. JOHNSON. 1976. Statistical Concepts and Methods. Ed. J. Wiley
- BOYER, J. S. 1982. Plant, productivity and environment. Science. 443 - 448.
- BRAUER H., OSCAR 1969. Fitogenética aplicada. Ed. Limusa, México. 518 p.
- BUREN, L. L., J. J. MOCK and I. C. ANDERSON, 1974. Morphological and Physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. Crop Sci. 14: 426 - 429.
- CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL "LOS ALTOS DE JALISCO". 1987. Programa de maíz: Avances de investigación del programa de maíz del Campo Experimental de "Los Altos de Jalisco" (CAEAJAL), hasta 1985. Compilado por José Ron Parra y José Luis Ramírez D. SARH-INIFAP-CIFAP-JAL-CAEAJAL. p.p. 24 - 28.
- CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DE "LOS ALTOS DE JALISCO". 1982. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. Area de influencia del Campo Agrícola Experimental Altos de Jalisco. SARH-INIA-CIAB-CAEAJAL. México, p.p. 48 - 56.
- COMISION NACIONAL DEL MAIZ. 1956. Normas de alta calidad en semillas para siembra: Catálogo de semillas certificadas de maíz para 1956. Comisión Nacional del Maíz, S.A. G., México. p.p. 19 - 29.
- DUVICK, D. 1987. El p  pel del desarrollo de germoplasma en el aumento de la productividad del maíz. En CIMMYT. El desarrollo futuro del maíz y trigo en el Tercer Mundo. CIMMYT. México, D.F. p.p. 78 - 83.

- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, Segunda Edición. Ed. UNAM, México. 246 p.
- GARCIA S., A. 1977. El maíz de temporal en la Costa de Jalisco. SARH-INIA-CIAB-CAEAJAL. Desplegable CIAB 80, México.
- GONZALEZ L., M. 1980. Fertilización-densidad en el cultivo de maíz bajo condiciones de temporal en el valle de Cuamaman, Mich. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad de Guadalajara. Facultad de Agricultura, Guadalajara, Jalisco.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. centro de Investigaciones del Bajío. Programa de maíz del CIAB: Resultados y avances logrados durante el período de 1961 - 1980, Sin publicar.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS. 1987. Listado de variedades liberadas por el INIA 1942 - 1985. Editado por Javier Cervantes R., Joel Rodríguez V. y José Guevara C. SARH-INIFAP, México, D.F. p.p. 30 - 41.
- RAMIREZ 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. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México, 181 p.
- REYES C., P. 1985. Diseño de experimentos aplicados. Segunda Edición. Ed. Trillas, México, D.F.
- RON P., J. et al 1979. Híbridos y variedades de maíz de riego. SARH-INIA-CIAB-CAEB. Desplegable CIAB 112. México.
- RON P., J. y J. L. RAMIREZ D. 1987. Metodología para la evaluación de variedades mejoradas de maíz en ensayos para el CCVP. Instructivo. En prensa.
- TANAKA, A. y YAMAGUCHI 1977. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. traducido por Josué Kohashi Shibata. Vol. 57, Chapingo, México.
- ZEPEDA M. DEL C., J. D. 1975. Efectos del ciclo de selección y densidades en 3 variedades de maíz (*Zea mays* L.) sobre el rendimiento y otros caracteres.

Tesis Ing. Agrónomo, Universidad de Guadalajara. Facultad de Agricultura,
Guadalajara, Jalisco.

VIII. APENDICE

Cuadro A-1. Componentes del rendimiento en función de la Interacción Ambiente de producción X Variedades en el ensayo de variedades de ciclo tardío e intermedio-tardío.

Genotipo	Ambiente A							Ambiente B				
	NMZPL	LMZ	DMZ	NH	NGH	NMZA	NGA	NMZPL	LMZ	DMZ	NH	NGH
	cm							cm				
JAL-4	0.78	15.3	4.8	14.8	30.4	3.1	1448	0.85	13.0	4.5	14.4	25.7
H-369	0.79	14.5	4.9	14.1	32.2	3.2	1470	0.63	13.5	4.8	14.2	30.0
V-371	0.58	15.1	4.6	14.1	32.1	2.3	1079	0.80	13.8	4.2	13.9	29.1
H-311	0.81	12.5	4.8	17.1	25.3	3.2	1444	0.75	11.5	4.5	16.2	23.5
VS-373	0.64	15.0	4.7	14.3	31.1	2.6	1182	0.63	13.7	4.3	14.4	29.3
H-366	0.63	15.2	4.7	14.3	32.4	2.5	1192	0.63	13.9	4.4	13.2	27.4
V-370	0.58	16.1	4.6	14.1	32.3	2.3	1084	0.70	14.2	4.2	14.1	27.4
H-352	0.57	14.4	4.6	14.1	31.2	2.3	1038	0.50	11.9	4.2	13.2	25.0
DMSH 0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Continúa Cuadro A-1.

Genotipo	Ambiente B		Porcentaje de cambio de B respecto a A						
	NMZA	NGA	NMZPL	LMZ	DMZ	NH	NGH	NMZA	NGA
JAL-4	5.1	1894	+ 9	-18	- 7	-3	-18	+ 65	+31
H-369	3.8	1450	-25	- 7	- 2	+1	- 7	+ 19	- 1
V-371	4.8	1936	+38	- 9	-10	-1	-10	+109	+79
H-311	4.5	1728	- 8	- 9	- 7	-6	- 8	+ 41	+20
VS-373	3.8	1582	- 2	- 9	- 9	+1	- 6	+ 46	+34
H-366	3.8	1372	0	- 9	- 7	-8	-18	+ 52	+15
V-370	4.2	1619	+21	-13	-10	0	-17	+ 83	+49
H-352	3.0	1040	-14	-21	-10	-7	-22	+ 30	0

DMSH 0.05 NS NS

NS = No Significativo

Cuadro A-2. Parámetros fisiológicos en función de la Interacción Ambiente de producción X Variedades en el ensayo con variedades de ciclo tardío e intermedio tardío.

Genotipo	Ambiente A			IAF	EAF g dm ²	Ambiente B	
	AF 1er. Muest.	AF 2do. Muest.	AF 3er. Muest.			AF 1er. Muest.	AF 2do. Mue
	dm ²					dm ²	
JAL-4	19.17	82.28	27.37	3.3	1.21	18.57	78.92
H-369	21.46	99.39	37.32	3.9	0.93	17.83	88.13
V-371	16.36	73.23	29.95	2.9	0.83	16.85	71.68
H-311	21.65	65.80	10.75	2.6	1.07	17.67	60.07
VS-373	19.96	89.07	27.63	3.6	0.77	18.46	76.25
H-366	18.68	80.82	19.15	3.2	0.78	17.37	79.35
V-370	18.07	75.82	20.44	3.0	0.70	16.02	67.89
H-352	20.56	87.05	27.94	3.5	0.73	19.36	75.20
DMSH 0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Continúa Cuadro A-2.

Genotipo	Ambiente B			Porcentaje de cambio de B respecto a A				
	AF 3er. Muest. dm ²	IAF	EAF g dm ²	AF 1er. Muest.	AF 2do. Muest.	AF 3er. Muest.	IAF	EAF
JAL-4	18.97	4.7	1.10	- 3	- 4	- 44	+44	- 9
H-369	14.48	5.3	0.59	-20	-13	-158	+33	-57
V-371	16.69	4.3	0.95	+ 3	- 2	- 80	+47	+15
H-311	14.45	3.6	0.87	-22	-10	+ 34	+37	-24
VS-373	13.84	4.5	0.63	- 8	-17	-100	+29	-22
H-366	17.79	4.8	0.68	- 7	- 2	- 8	+48	-15
V-370	17.37	4.1	0.83	-13	-12	- 18	+35	+18
H-352	14.68	4.5	0.45	- 6	-16	- 90	+30	-61
DMSH 0.05	NS	NS	NS					

NS = No Significativo