

# GANANCIA GENETICA DE VARIEDADES MEJORADAS DE MAIZ LIBERADAS EN DIFERENTES EPOCAS<sup>1</sup>

## GENETIC GAIN OF IMPROVED MAIZE VARIETIES REALEASED IN DIFFERENT YEARS

Víctor Morán Rosas<sup>2</sup>, José Luis Ramírez Díaz y José Ron Parra<sup>3</sup>

### RESUMEN

Debido a que las variedades de maíz (*Zea mays* L.) para la región del Bajío en México, liberadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y organismos antecesores, se han adaptado bien en la parte Centro de Jalisco, y a que han sido sembradas comercialmente por varios años, durante el ciclo agrícola Primavera-Verano de 1987 se hizo un estudio bajo condiciones de temporal para determinar el avance por efecto del mejoramiento genético en rendimiento de grano y en otros caracteres agronómicos. Nueve híbridos y tres variedades de polinización abierta, liberados en el período de 1955 a 1985, cuatro de ellos precoz-intermedios y ocho intermedio-tardíos, se evaluaron bajo dos niveles de fertilización y dos densidades de población. Las variedades de ciclo precoz-intermedio no mostraron ganancia genética en el rendimiento, ya que el rendimiento del híbrido H-220 (uno de los más antiguos) y el del HV-313 (híbrido de liberación reciente) no fueron estadísticamente diferentes; sin embargo, sí se observó un mejoramiento en la resistencia al acame y en la sanidad de mazorca. En tanto, el efecto del mejoramiento genético para las variedades de ciclo intermedio-tardío fue más claro, fue el híbrido de liberación más reciente, MIRANDA-355, el que superó en rendimiento a las variedades antiguas; presentó también más bajo porcentaje de acame y más sanidad de mazorca, mejor sincronía floral y buena eficiencia del área foliar para producir grano. No hubo diferencia entre los ambientes de producción evaluados, debido probablemente a un periodo de sequía que se

presentó en la etapa de llenado de grano. El acame de raíz y la sanidad de mazorca fueron más desfavorables en el ambiente de producción con mayor densidad de población y fertilización.

### PALABRAS CLAVES ADICIONALES

*Zea mays* L., mejoramiento genético, componentes del rendimiento.

### SUMMARY

Varieties of maize (*Zea mays* L.) for the "Bajío" Region in Mexico, released by the Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) and its predecessor institutions, have been commercially grown with very good results in the central part of Jalisco state for many years. In the 1987 Spring-Summer growing season, a study under rain-fall conditions to determine the gains due to genetic improvement in grain yield and other agronomic traits was carried on. Nine hybrids and three open pollinated varieties, released during the 1955 to 1985 period, four of them were early-intermediate maturity and eight intermediate-late, were evaluated, under two environmental conditions, which were different in fertilization dosage and population density. No genetic gains were observed for yield in early-intermediate varieties because the hybrid H-220 (the oldest one) and HV-313 (the newest hybrid) yielded statistically equal; however, improvement in lodging resistance and ear quality was evident. On the other hand, genetic improvement was more clear in the intermediate-late varieties, since MIRANDA-355, the newest hybrid, overyielded the older varieties; also, it had lower lodging and better ear quality; in addition, it had closer male-female blooming and better foliar efficiency to produce grain. There was not difference between both production environments; probably due to a drought period during the grain filling stage. However, lodging and ear quality were poorer at the environment with high population density and fertilization.

<sup>1</sup> Investigación de tesis que presentó el primer autor para obtener el grado de Licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara.

<sup>2</sup> CIMMYT. Lisboa 27, Apdo. Postal 6-641, Col. Juárez, Delegación Cuauhtémoc, CP 0660 México, D.F.

<sup>3</sup> Campo Experimental del Centro de Jalisco, CIPAC (Jalisco), INIFAP. Apdo. Postal 10. Tlajomulco de Zúñiga, Jal.

## ADDITIONAL INDEX WORDS

*Zea mays* L., plant breeding, yield components.

## INTRODUCCION

Dada la importancia económica y social que ha tenido el cultivo de maíz en México, los trabajos de investigación para el desarrollo de variedades mejoradas se iniciaron desde 1941 por la Dirección de Campos Experimentales y actualmente se realizan por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) en el sector oficial.

Debido a la gran diversidad de climas en los lugares donde se ha cultivado el maíz, el país se dividió en grandes zonas con características ecológicas similares para propósitos de mejoramiento genético; una de estas áreas corresponde al "Bajío", con altitud intermedia (de 1200 a 1800 msnm), en la cual queda incluido el centro de Jalisco, porque en el centro y sur de este estado se presenta un clima y ecología similar al centro de Guanajuato.

La sede del mejoramiento genético de maíz para la zona del Bajío se estableció en Roque, Gto. A través de 47 años se han desarrollado variedades de polinización libre e híbridos mediante los métodos convencionales (selección recurrente e hibridación), en los que el rendimiento ha sido el principal criterio de selección.

A pesar de que el rendimiento se ha incrementado por el uso de variedades mejoradas, no se conoce de manera precisa la modificación del potencial de rendimiento de grano y de otras características agronómicas en las variedades e híbridos a través de más de cuarenta años de mejoramiento genético; el mismo cuestionamiento se tiene sobre la capacidad de respuesta de esos materiales a diferentes ambientes de producción.

Con base en lo anterior, el presente estudio se planteó con el siguiente objetivo: determinar el avance por efecto del mejoramiento genético en el rendimiento y otros caracteres agronómicos, de las variedades liberadas por INIFAP y sus instituciones antecesoras para la zona central de Jalisco a través de más de 40 años, bajo dos ambientes de producción.

## REVISION DE LITERATURA

En México se han realizado pocos trabajos en los que se compare a las variedades mejoradas liberadas en diferentes épocas. Entre ellos Alcázar (1983) evaluó los maíces mejorados para el trópico húmedo de México para determinar el avance en rendimiento, caracteres agronómicos y adaptabilidad; observó que el rendimiento del primer híbrido (H-501) superó en 54% al promedio de rendimiento de las variedades criollas, y que con las metodologías de selección para obtener variedades de polinización libre se logró una ganancia por año de 55.1 y 61.6 kg ha<sup>-1</sup> de mazorca y grano, respectivamente.

En un estudio realizado en Minnesota, Estados Unidos, se demostró que el cambio de las variedades de polinización libre a híbridos ocurrido en la década de los treinta representó un 16% de incremento del rendimiento; mejoras genéticas realizadas en décadas posteriores añadieron otro 43% (Carwell, citado por Duvick, 1987). A lo anterior, Duvick (1987) agregó que el rendimiento del maíz en los Estados Unidos mostró un aumento continuo desde 1930, el cual había permanecido virtualmente estático en los 30 años anteriores. En la década de los cincuenta el rendimiento se incrementó notablemente, lo que coincidió con el uso creciente de fertilizantes nitrogenados sintéticos y un aumento en las densidades de población.

Duvick (citado por Boyer, 1982), al considerar que el rendimiento del maíz se



había triplicado en los Estados Unidos durante los últimos 35 años, se propuso determinar qué tanto de este incremento había sido aportación del mejoramiento genético, para lo cual se evaluaron los híbridos empleados a lo largo de ese periodo bajo las densidades de población usadas a principios de los ochentas y en ambientes fertilizados. Encontró que los híbridos liberados en años recientes fueron mejores que los híbridos viejos, con una contribución del mejoramiento genético de entre el 50 y 53% al incremento del rendimiento citado; el resto se atribuyó al mejoramiento del ambiente de cultivo en alta fertilidad.

### MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental del Centro de Jalisco en Zapopan, perteneciente al Centro de Investigaciones del Pacífico Centro (CIPAC, Jalisco) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). Los lotes experimentales se establecieron en los terrenos de las Bugambilias, municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, durante el ciclo agrícola Primavera-Verano de 1987 bajo condiciones de temporal. La fecha de siembra fue el 30 de junio en suelo húmedo.

El material genético utilizado consistió de 12 materiales: nueve híbridos y tres variedades mejoradas; se trató de incluir a las variedades más representativas de las generadas en el Bajío por el INIFAP y sus organismos antecesores, que estuvieran adaptadas a la región Centro de Jalisco, y hubieran sido liberadas en el periodo 1955-1985. En el último año se había iniciado la validación del híbrido MIRANDA-355 (M-355).

La evaluación se realizó en dos ambientes de producción, que se denominaron por facilidad como A y B. El ambiente de producción A se estableció a una densidad de población de 40,000 plantas por hectárea

con dosis de fertilización de 80 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y 80 de fósforo; en tanto que en el ambiente B se aplicaron 160 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y 160 de fósforo a una densidad de 60,000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Con el propósito de lograr mayor precisión en la evaluación se separaron los materiales de acuerdo con su ciclo biológico en dos ensayos; el primero con cuatro variedades de ciclo precoz-intermedio, en tanto que el segundo incluyó ocho variedades de ciclo intermedio-tardío (Cuadro 1).

El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar con un arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones, para ambos ensayos. Las parcelas grandes correspondieron a los ambientes de producción (A y B), en tanto que las chicas fueron asignadas para las variedades. El tamaño de las parcelas chicas fue de cuatro surcos de 5 m de longitud con separación a 0.8 m; los dos surcos centrales constituyeron la parcela útil.

Las variables agronómicas cuantificadas consideradas fueron las siguientes:

1. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) de grano en materia seca (REND).
2. Días a Floración masculina (FM).
3. Días a Floración femenina (FF).
4. Tasa de llenado de grano (kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) (TLLG).  
TLLG = REND/Núm. de días de floración a madurez fisiológica.
5. Acame de raíz (%) (AR).
6. Acame de tallo (%) (AT).
7. Mazorcas sanas (%) (MZS).
8. Mazorcas dañadas (%) (MZD).

Se analizaron también tres componentes del rendimiento a nivel de planta y dos a nivel de área. Dentro de las primeras se determinó el número de mazorcas por planta (NMZPL), número de hileras por mazorca (NH) y número de granos por hilera (NGH); para el segundo caso se estimó el número de

Cuadro 1. Material genético evaluado en el ensayo de variedades liberadas en diferentes épocas. Bugambilias, Tlajomulco, Jal. 1987.

Variedad	Año de liberación	Condición <sup>1</sup>	Lugar de adaptación
— — — — — Precoz-intermedio — — — — —			
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
— — — — — Intermedio-tardío — — — — —			
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
M-355	1990	T y R	Bajío y Jalisco

<sup>1</sup> T: Temporal; R: Riego.

mazorcas por unidad de área (NMZA) y el número de granos por unidad de área (NGA). También se determinaron dos parámetros fisiológicos: área foliar activa por planta (AFA), medida en dm<sup>2</sup> de hojas verdes presentes en la planta y fue la suma de las áreas de cada hoja estimada por producto largo x ancho x 0.75; y la eficiencia del área foliar (EAF) en g dm<sup>-2</sup>, que fue el resultado de dividir el rendimiento de grano en materia seca (REND) entre el área foliar activa (AFA).

Se practicó un análisis de varianza para cada variable, y se efectuó una prueba de medias utilizando la Diferencia Mínima

Significativa Honesta (DMSH) al 0.05 de probabilidad. Se hicieron análisis de regresión simple de aquellas variables en que se observó un efecto del mejoramiento genético sobre las épocas de liberación.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Se encontró que, en general, el incremento de la densidad de población y la dosis de fertilización no produjo un aumento significativo en el rendimiento de grano. Sin embargo, numéricamente, éste tuvo mayor promedio en el ambiente con alta densidad y fertilización; los días a floración, acame de raíz y número de mazorcas sanas y dañadas



tendieron a ser de expresión desventajosa con la mayor fertilización y densidad de población (Cuadro 2).

El acame de raíz fue mayor en el ambiente B, hasta en 28% con respecto al del ambiente A, en tanto que el acame de tallo fue similar en ambos. La sanidad de mazorca se redujo a la mitad en el ambiente de mayor densidad de población y fertilización con respecto al ambiente A; no obstante, la diferencia no fue significativa debido a que el coeficiente de variación fue muy elevado (81%). Hubo mayor frecuencia de mazorcas dañadas (MZD) en el ambiente B (37%), debido probablemente al mayor acame de raíz, lo cual provocó un mayor contacto de las mazorcas con el suelo lo que pudo causar pudriciones.

Con respecto a los componentes del rendimiento tanto a nivel de planta como de área (Cuadro 3), se encontró que el número de granos por hilera fue significativamente mayor en el ambiente con la menor densidad de población (ambiente A) en ambos grupos de variedades y el número de hileras lo fue sólo para los materiales precoz-intermedios; el número de mazorcas por planta presentó la misma tendencia pero no hubo significancia estadística. Esto pudo ser debido a la menor competencia que se da en esas condiciones de cultivo. Estos resultados fueron similares a lo encontrado por otros autores como Ramírez (1985). Sin embargo, los componentes del rendimiento a nivel de área fueron mayores en el ambiente B, al igual que el rendimiento, ya que en esta condición se incrementó el número de estructuras (granos o mazorcas) por unidad de área.

Cuadro 2. Variables agrónomicas en promedio por ambiente. Variedades de diferentes épocas. Bugambilias, Tlajomulco, Jal. 1987.

Ambiente <sup>1</sup>	Rend. (kg ha <sup>-1</sup> )	FM (días)	FF	TLLG (kg ha <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	AR (%)	AT (%)	MZS (%)	MZD (%)
— — — — — Precoz-intermedio — — — — —								
B	2712	71a	74a	50	32	10	5	37a
A	2362	69	72	43	25	10	10	29
DMSH (P<0.05)	NS		0.7	0.9	NS	2.0	NS	NS
5.0								
— — — — — Intermedio-tardío — — — — —								
B	3309	75	81a	57	46a	16	8	37a
A	2855	74	77	49	37	17	14	25
DMSH (P<0.05)	NS	NS	3.3	NS	1.9	NS	NS	6.4

<sup>1</sup> Valores con igual literal (a) son estadísticamente iguales.  
NS: No significativo.

Cuadro 3. Rendimiento, componentes del rendimiento y parámetros fisiológicos promedio de híbridos y variedades de diferentes épocas en dos ambientes, A y B Bugambilias, Tlajomulco, Jal. 1987.

Ambiente	Rend. (kg ha <sup>-1</sup> )	Componentes del rendimiento					Parámetros fisiológicos	
		NMZPL	NH	NGH	NMZA	NGA	AFA (dm <sup>2</sup> )	EAF (g dm <sup>-2</sup> )
--- -- -- -- -- Precoz-intermedio --- -- -- -- --								
B	2712	0.74	13.6	25.4	4.6a	1603	57.9	0.80
A	2362	0.77	14.3a	30.1a	3.0	1319	58.9	1.04
DMSH (P<0.05)	NS	NS	0.37	1.25	1.27	NS	NS	NS
--- -- -- -- -- Intermedio-tardío --- -- -- -- --								
B	3309	0.68	14.2	27.3	4.1a	1578	74.7	0.76
A	2855	0.77	14.6	30.9a	2.7	1242	81.7	0.88
DMSH (P<0.05)	NS	NS	NS	1.7	0.813	236.5	NS	NS

Valores con igual literal (a) son estadísticamente iguales.

NS: No significativo.

En relación a los dos parámetros fisiológicos (AFA y EAF), no se encontraron diferencias estadísticas entre los ambientes y ambos tuvieron numéricamente un mayor promedio en el ambiente A, debido quizás a la menor competencia y al menor efecto de sombreado entre las plantas.

Con respecto al ensayo de precoz-intermedias, las variedades, más rendidoras en promedio de los ambientes, fueron H-220 y HV-313 (parte superior del Cuadro 4); aparentemente no hubo avance del híbrido más antiguo (H-220) al más reciente (HV-313), pues sus rendimientos no fueron estadísticamente diferentes; además, la recta de regresión de rendimiento sobre épocas de los diferentes materiales fue negativa (Figura 1). Resultados debidos, probablemente, a que la evaluación se hizo en un año y una localidad que favorecieron, aparentemente, a las variedades más precoces. Sin embargo, sí se observó un mejoramiento en la

tolerancia al acame, ya que el HV-313 presentó el menor porcentaje de acame de tallo (AT) (4%), y los menores porcentajes del acame de raíz (AR); además de una mejor sanidad de mazorca (MZS y MZD).

En el ensayo de materiales intermedio-tardíos, el efecto del mejoramiento genético fue más claro, ya que el híbrido más reciente, MIRANDA-355, superó a las otras variedades en rendimiento, así como en otras variables agronómicas (parte inferior del Cuadro 4), tales como sincronía floral, característica deseable para el rendimiento según Buren *et al.* (1974).

En el análisis de regresión (Figura 2) se observó un incremento del rendimiento de 178.8 kg ha<sup>-1</sup> por época de mejoramiento genético y un avance positivo en acame (AR, AT) y sanidad de mazorca (MZS y MZD).



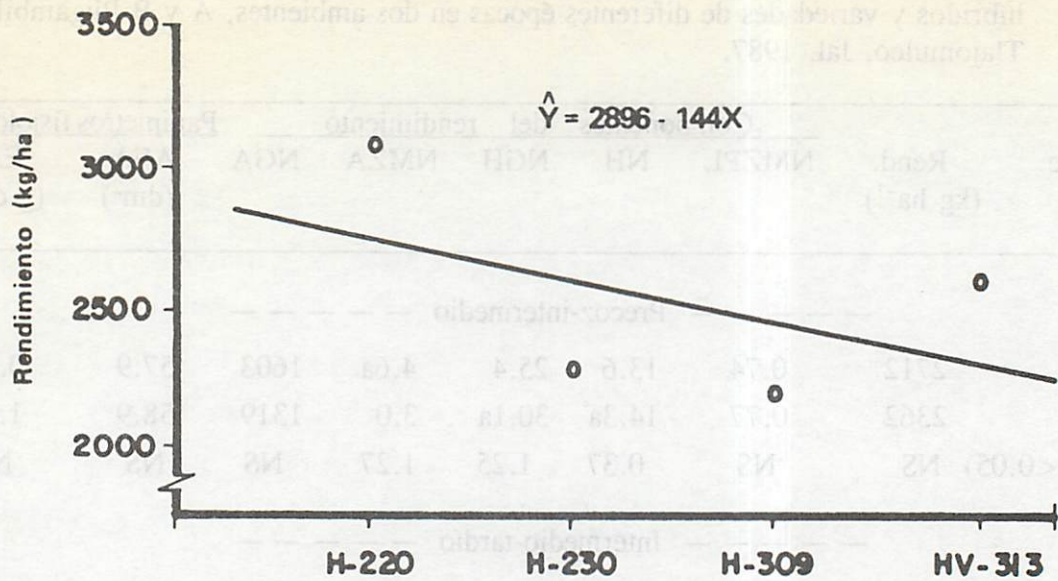


Figura 1. Efecto del mejoramiento genético en el rendimiento de grano en las variedades de ciclo precoz - intermedio liberadas en diferentes épocas. Bugambilias, Tlajomulco, Jal. 1987.

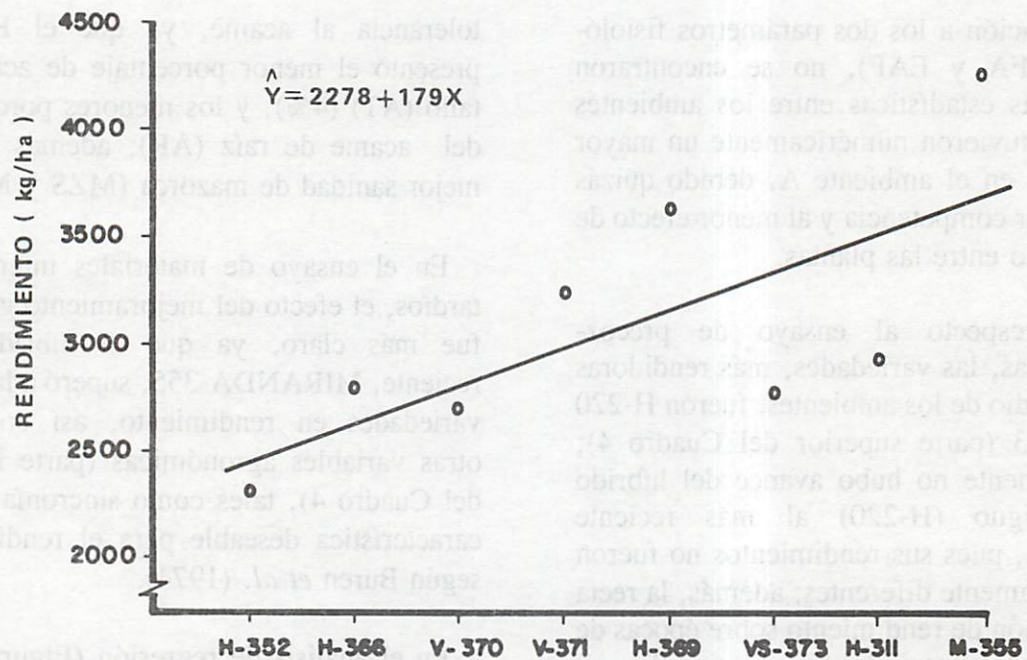


Figura 2. Efecto del mejoramiento genético en el rendimiento de grano en las variedades de ciclo intermedio - tardío liberadas en diferentes épocas. Bugambilias, Tlajomulco, Jal. 1987.

Cuadro 4. Rendimiento y comportamiento agronómico de las variedades liberadas en diferentes épocas. Bugambillas, Tlajomulco, Jal. 1987

Genotipo	Rend. (kg ha <sup>-1</sup> )	FM (días)	FF	TLLG (kg ha <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	AR (%)	AT (%)	MZS (%)	MZD (%)
— — — — — Precoz-intermedio — — — — —								
H-220	3069a	65	67	57a	32a	12a	13a	31
HV-313	2598a	72a	73	48a	25	4	12a	30
H-230	2253	69	74a	42a	24	13a	5a	33
H-309	2228	72a	76a	40	33a	12a	1	38
DMSH (P<0.05)	773.5*	1.7	2.8	15	7.6**	5.4	8.8	NS
— — — — — Intermedio-tardío — — — — —								
M-355	4270a	71	74	69a	33	13	21a	19
H-369	3602a	78a	82a	65a	46a	16	9a	27a
V-371	3241a	74	79a	54a	40a	17	15a	29a
H-311	2930	70	76	51a	31	15	8a	33a
VS-373	2802	75	79a	50a	44a	17	9a	38a
H-366	2782	75	81a	49a	50a	19	11a	38a
V-370	2712	76a	81a	47a	48a	14	4	34a
H-352	2319	77a	82a	41	47a	16	12a	29a
DMSH (P<0.05)	1297	2.9	3.2	22	14	NS	17	18

Valores con igual literal (a) son estadísticamente iguales.

\*, \*\*: Valores de t modificada al 0.12 y 0.30 de probabilidad.

NS: No significativo.

Al analizar las rectas de regresión para AR y AT (Figura 3), se observa una tendencia de los híbridos de liberación más reciente a presentar menor acame de raíz (AR), mientras que para acame de tallo (AT) permanecieron sin cambios. Lo anterior se debió probablemente, a que en los enfoques del Programa de Mejoramiento Genético del Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío (CIAB), se planteó, en la década de los setentas, la necesidad de mejorar estas características, siendo al AR al que mayor atención se le ha dado.

Se considera que a través de las épocas se ha mejorado la sanidad de mazorca, pues el coeficiente de regresión obtenido para MZS sobre épocas fue positivo y para MZD fue negativo (Figura 4); es decir, se ha incrementado el porcentaje de MZS y reducido la frecuencia de MZD.

Para los componentes del rendimiento a nivel de planta en ambos ensayos (Cuadro 5), no se observó una marcada influencia de algunos de éstos sobre el rendimiento, aunque los materiales más rendidores tuvieron



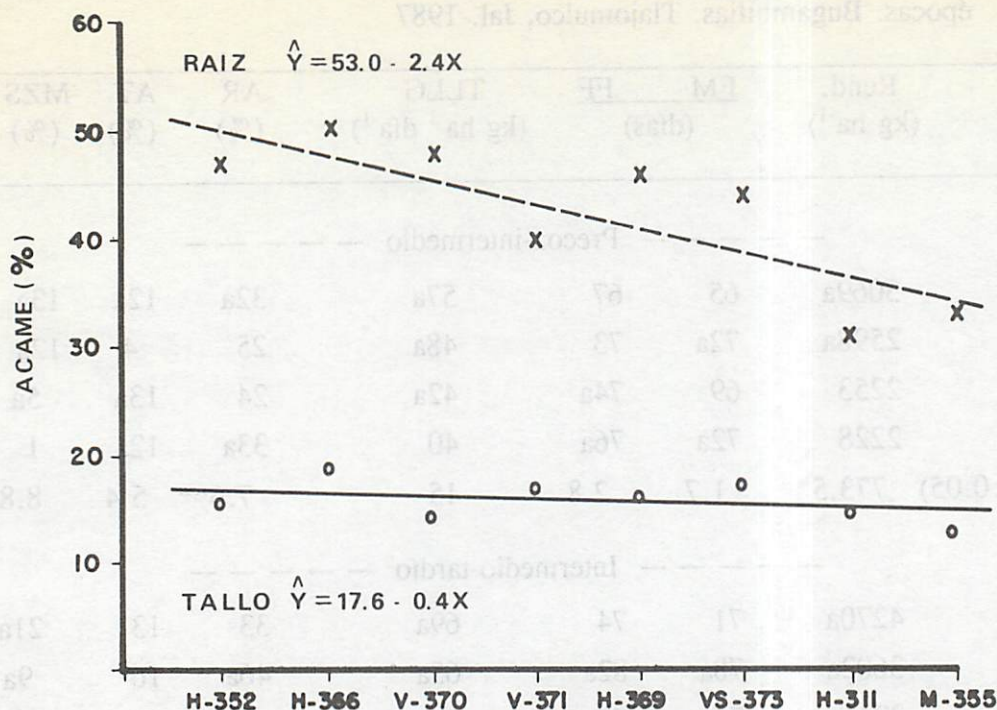


Figura 3. Acame de raíz y tallo de variedades de ciclo intermedio tardío liberadas en diferentes épocas. Bugambillas, Tlajomulco, Jal. 1987.

un promedio más alto de mazorcas por planta. Para los componentes del rendimiento a nivel de área, aunque no se presentaron grandes diferencias varietales, sí hubo una tendencia definida de los materiales más rendidores a presentar valores mayores de NMZA y NGA.

Con respecto a los parámetros fisiológicos, los resultados indicaron que el área foliar activa (AFA) por planta fue mayor en ambos ensayos en los genotipos con ciclo vegetativo más largo; sin embargo no parece haber existido una asociación directa con el rendimiento.

Lo anterior indica que no sólo fue importante la magnitud, sino además la eficiencia del área foliar (EAF) para producir productos fotosintetizados, ya que los genotipos que más rindieron en ambos ensayos fueron los que tuvieron la mejor eficiencia del área foliar (Cuadro 5).

Como ya se señaló, las variedades de liberación más reciente tuvieron menos acame, lo cual significa que pudieran ser sembradas bajo altas fertilizaciones y densidades de población; sin embargo, esto no fue muy evidente en los resultados, ya que la interacción ambiente de producción por variedad no fue significativa, tal vez debido a que no hubo diferencia significativa entre ambientes por el temporal deficiente que se presentó en la localidad. No obstante, la tendencia de los resultados encontrados en este estudio, reflejan una situación semejante a lo que ha estado ocurriendo con el mejoramiento genético en otros países, como en Estados Unidos (Duvick, 1984), donde las variedades más recientes superan en estructura y eficiencia de planta a las más antiguas, lo que les ha permitido adecuarse más a los sistemas de producción modernos de altas fertilizaciones y densidades de población.

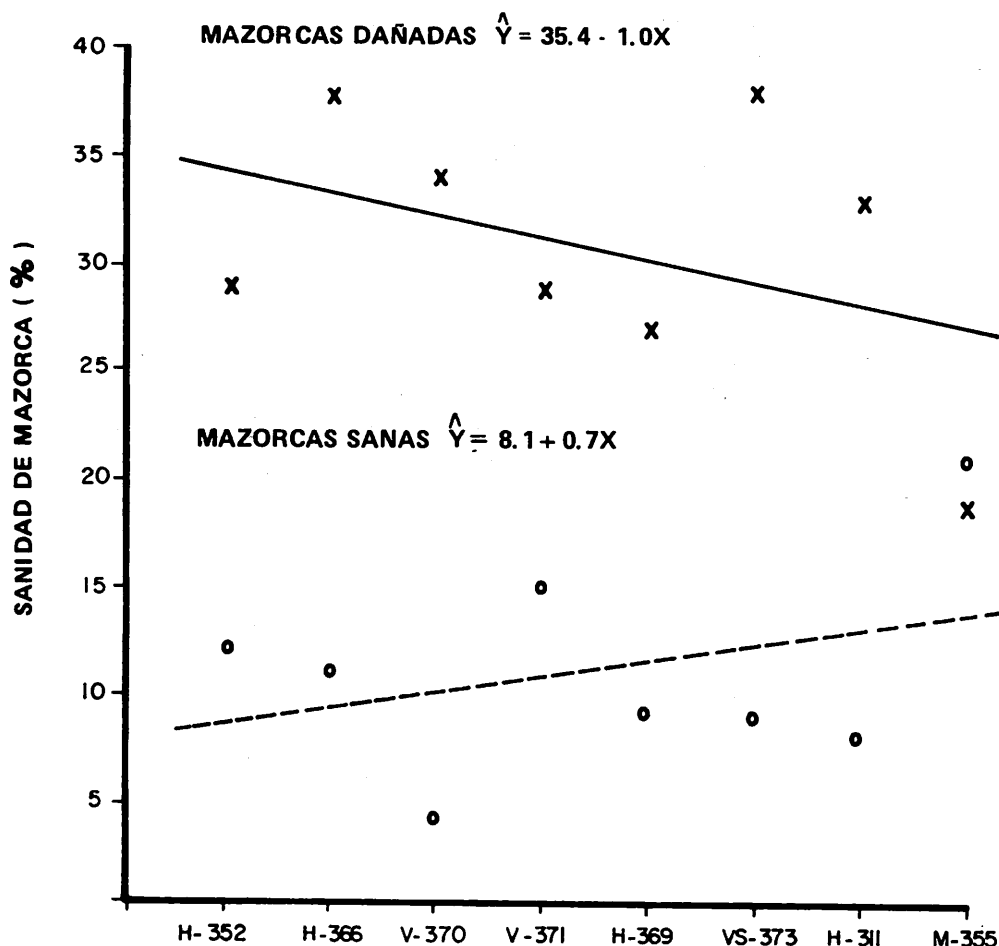


Figura 4. Mazorcas sanas y dañadas de variedades de ciclo intermedio - tardío liberadas en diferentes épocas. Bugambilias, Tlajomulco, Jal. 1984

## CONCLUSIONES

Con las restricciones que las condiciones de evaluación ejercieron sobre los híbridos y variedades probados, se puede concluir que:

1. El incremento en la densidad de población y la dosis de fertilización promovieron la ocurrencia de acame de raíz y mazorcas dañadas; se redujo la precocidad y el porcentaje de mazorcas sanas, en tanto que el acame de tallo y el rendimiento no sufrieron cambios.
2. Los componentes del rendimiento a nivel de planta y de los parámetros fisiológicos fueron de mayor magnitud en el ambiente de producción de baja fertilización y mayor densidad de población.

biente de producción de baja fertilización y mayor densidad de población. No así a nivel de área, ya que en el ambiente de producción de alta fertilización y densidad de población se tuvo la mayor demanda fisiológica dada por el número de granos por área.

3. No se presentó un avance en el rendimiento por el efecto del mejoramiento genético para los híbridos y variedades de ciclo precoz-intermedio, ya que el H-220 (híbrido más antiguo) y el HV-313 (híbrido actual) rindieron estadísticamente igual. No obstante, sí hubo un mejoramiento para acame de raíz y acame de tallo.

Cuadro 5. Rendimiento, componentes del rendimiento y parámetros fisiológicos de las variedades liberadas en diferentes épocas. Bugambillas, Tlajomulco, Jal. 1987.

Genotipo	Rend. (kg ha <sup>-1</sup> )	Componentes del rendimiento					Parámetros fisiológicos	
		NMZPL	NH	NGH	NMZA	NGA	AFA (dm <sup>2</sup> )	EAF (g dm <sup>-2</sup> )
— — — — — Precoz-intermedio — — — — —								
H-220	3069a	0.81a	13.5	27	4.1a	1464	49.2	1.28a
HV-313	2598a	0.81a	14.8a	28	4.0a	1656	63.1a	0.88
H-230	2253	0.60	13.3	28	3.5	1286	55.1	0.83
H-309	2228	0.70a	14.2a	28	3.5	1438	65.0a	0.70
DMSH (P<0.05)	773.5*	0.12	1.4	NS	0.48**	NS	5.72	0.32
— — — — — Intermedio-tardío — — — — —								
M-355	4270a	0.82a	15	28	4.1a	1671a	80.6	1.16a
H-369	3602a	0.71a	14	31a	3.5a	1460a	93.8a	0.76a
V-371	3241a	0.69a	14	31a	3.6a	1508a	72.5	0.89a
H-311	2930	0.78a	17a	24	3.9a	1586a	62.9	0.97a
VS-373	2802	0.64a	14	30a	3.2a	1382a	82.6a	0.70
H-366	2782	0.63	14	30a	3.1a	1282a	81.1	0.73
V-370	2712	0.64a	14	30a	3.3a	1351a	71.9	0.76a
H-352	2319	0.54	14	28a	2.6	1039	81.1	0.60
DMSH (P<0.05)	1297	0.18	1.21	4.74	1.04	557.8	12.3	0.39

Valores con igual literal (a) son estadísticamente iguales.

4. El efecto del mejoramiento genético en las variedades de ciclo intermedio-tardío fue más claro, ya que el M-355 superó en rendimiento a las variedades antiguas y presentó el menor acame de raíz y de tallo, y una mayor eficiencia del área foliar.

## BIBLIOGRAFIA

- Alcázar A., J.J. 1983. Análisis del comportamiento de maíces mejorados para el trópico húmedo. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 117 pp.
- Boyer, J.S. 1982. Plant productivity and environment. *Science* 205: 443-448.
- 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.
- Duvick, D.N. 1984. Genetic contributions to yield gains of U.S. hybrid maize, 1930 to 1980. In: W.R. Fehr (ed). *Genetic Contributions to Yield Gains of Five Major Crop Plants*. Crop Science Society of America. Special Publication No. 7. Madison, WI.
- \_\_\_\_\_. 1987. El papel 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. pp. 78-83.
- Ramírez D., J.L. 1985. Análisis del crecimiento y componentes del rendimiento de los híbridos de maíz H-30 y H-131 y de sus progenitores. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 181 pp.