

## EVALUACIÓN DE MAÍCES PRECOCES E INTERMEDIOS EN VALLES ALTOS CENTRALES DE MÉXICO. I. POBLACIONES SOBRESALIENTES

## EVALUATION OF EARLY AND INTERMEDIATE CORN VARIETIES IN CENTRAL HIGH VALLEYS OF MEXICO. I. OUTSTANDING POPULATIONS

Felipe Nava Peralta<sup>1</sup>, José Apolinar Mejía Contreras<sup>1</sup>, Fernando Castillo González<sup>1</sup> y José Domingo Molina Galán<sup>1</sup>

### RESUMEN

Considerando que para iniciar un programa de mejoramiento genético de maíz (*Zea mays* L.) es indispensable seleccionar las fuentes germoplásmicas de mayor variabilidad genética para generar alternativas que determinen la dirección del programa, el propósito de esta investigación fue utilizar la variabilidad genética de algunas fuentes germoplásmicas para dar inicio a un programa de mejoramiento genético. Fueron sembradas 121 poblaciones en Metepec, Tecámac, Montecillo y Chapingo del Estado de México en 1993, bajo el diseño látice simple duplicado por localidad. Se realizaron análisis de varianza por localidad y combinado de días a floración masculina, femenina y rendimiento. Se hizo la comparación de promedios mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), y la interacción genotipo-ambiente para cada variedad se estudió utilizando parámetros de estabilidad. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre localidades, variedades, variedades x localidades y la interacción variedades x ambientes (lineal), permitiendo la selección de las variedades sobresalientes: Mex-38, Mex-495, Mex-581, Cr. de Almoloya de Juárez, Cr. de Acambay, Cr. del Mezquital SM-14 sequía, Cr. de Jiquipilco, Cr. de Santiago Yeche, Hgo-86, Mich-21, Compuesto de Amplia Base Genética, Población de Amplia Base Genética, Pue-502, Pue-375, Pue-382 y Tlax-278, para iniciar un programa de mejoramiento genético. También se detectaron las variedades siguientes: Gto-124, Cafime SM 13 sequía, Pue-449, Pue-501, Pue-522, Dgo-159, Pue-451 e Hgo-80, para ambientes con potencial restringido.

<sup>1</sup> Instituto de Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Postgraduados. 56230 Montecillo, Estado de México. Tel. y Fax: 01(595) 2-0262.

### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

*Zea mays* L., variedades, fuente germoplásmica, mejoramiento genético

### SUMMARY

Considering that to begin a program of genetic improvement of corn (*Zea mays* L.), it is essential select the germoplasmic sources of major genetic variability to generate alternatives that determine the direction of the program, the purpose of this investigation was to use the genetic variability of some germoplasmic sources to begin a genetic improvement program. 121 populations were sowed in Metepec, Tecamac, Montecillo and Chapingo of the state of Mexico in 1993, under a lattice simple duplicate design for locality. Analysis of variance were carried out for location and combined of days to male and female flowering and yield. Comparison of means were made using the procedure by Tukey ( $p \leq 0.05$ ), and the interaction genotype-environment was studied utilizing parameters of stability. The results showed highly significant differences among locations, varieties, varieties x locations and the interaction varieties x locations (lineal), permitting the selection of the best varieties: Mex-38, Mex-495, Mex-581, Landrace of Almoloya de Juarez, Landrace of Acambay, Landrace of Mezquital SM-14 drought, Landrace of Jiquipilco, Landrace of Santiago Yeche, Hgo-86, Mich-21, Compound of Wide Genetic Base, Population of Wide Genetic Base, Pue-502, Pue-375, Pue-382 and Tlax-278, to begin a program of genetic improvement. Also, the following varieties were detected: Gto-124, Cafime SM-13 drought, Pue-449, Pue-501, Pue-522, Dgo-159, Pue-451 and Hgo-80, for environments with restricted potential.

## ADDITIONAL INDEX WORDS

*Zea mays* L., varieties, germplasmic pool, plant breeding

## INTRODUCCIÓN

La gran diversidad genética que presenta el maíz (*Zea mays* L.) en México; adaptado a un gran número de nichos ecológicos, principalmente en forma de variedades locales, permite pensar en un basto potencial germoplásmico con amplias posibilidades de uso en los programas de mejoramiento genético. En el país, se ha efectuado varias colectas regionales, que se ha evaluado, clasificado taxonómicamente y se ha seleccionado el material más sobresaliente. Sin embargo, en los programas de mejoramiento genético, esas variedades sobresalientes tienen actualmente un uso limitado. Algunos de los motivos del uso restringido de estas colectas son: los genotipos fueron seleccionados buscando alto rendimiento y criterios ecológico-geográficos (Ortega, 1985); poseen alguna característica agronómica indeseable; existe poca información publicada sobre las evaluaciones de los materiales genéticos (Vasal y Taba, 1988; Ortega *et al.*, 1991), y no se han buscado patrones específicos de heterosis (Molina, 1993). En consecuencia, en los programas de mejoramiento genético para Valles Altos Centrales de México no han sido utilizados ampliamente, considerando que el objetivo principal es la formación de variedades mejoradas. El híbrido H-137 fue el último en ser liberado en 1990 por el Campo Agrícola Experimental Valle de México (Gamez *et al.*, 1996); es decir, en los últimos ocho años no se ha reportado la liberación de más variedades mejoradas para esta área. Sin embargo, hay instituciones que realizan mejoramiento genético para Valles Altos de México, que cuentan con resultados prometedores.

En relación a la interacción genotipo-ambiente, al analizar series de experimentos para evaluar variedades en localidades y años, Yates y Cochran (1938) utilizaron un análisis de regresión para rendimiento por variedad. Posteriormente, Finlay y Wilkinson (1963) aplicaron dicho procedimiento, definiendo la estabilidad de una variedad en función de su rendimiento promedio, y el coeficiente de regresión del rendimiento sobre ambientes. Por su parte, Bucio (1966) estableció una relación entre los efectos de interacción genotipo-ambiente y ambientes, utilizando un modelo de regresión lineal, y Eberhart y Russell (1966) propusieron un modelo definiendo los parámetros de estabilidad para medir la interacción describiendo el comportamiento varietal. Posteriormente, Carballo (1970) utilizando los valores medios de rendimiento y los parámetros de estabilidad, definió el comportamiento varietal en seis situaciones posibles.

Por lo anterior, los objetivos de esta investigación fueron: 1) Estudiar la variabilidad genética existente en 121 poblaciones nativas de maíz; y 2) Identificar las poblaciones sobresalientes en rendimiento, precocidad y estabilidad para su utilización en un programa nuevo de mejoramiento genético para Valles Altos Centrales de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material genético utilizado consistió de 121 genotipos que incluían colectas reportadas como sobresalientes en estudios previos realizados por Ortega *et al.* (1991) y Silva (1992), entre ellos. Se incluyó como testigos diferentes genotipos experimentales y comerciales de ciclo tardío (Mich-345, PN-1, Mex-38, Mex-495, Mich-21, Cr. Mezquital SM-14 Sequía, H-Jornalero-1, Mont-92 122x75, VS-22, H-Jornalero-2, Mex-581, H-Jornalero-3, Tlax-151, Hgo-87, Cr. Almoloya de Juárez) procedentes del Colegio de Postgraduados, Universidad

Autónoma Chapingo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo e Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuícola y Forestal del Estado de México. El trabajo experimental fue conducido en el ciclo primavera-verano de 1993, en las localidades de Metepec, Tecámac, Montecillo y Chapingo Edo. de México; cuyas fechas de siembra fueron las siguientes: 13 y 26 de mayo, 29 junio y 12 de julio, respectivamente. Las diferencias en las fechas de siembra fueron debidas a las condiciones climatológicas desfavorables para realizar la siembra. Se utilizó un diseño experimental de látice simple duplicado (11 x 11), la parcela experimental consistió de dos surcos de 4.2 m de largo, con una distancia de 0.80 m, entre surcos. La distancia entre plantas fue de 0.40 m, sembrándose tres cariopsides por mata para aclarar a dos plantas por mata, y obtener una densidad de población aproximada de 62 000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Los caracteres evaluados por unidad experimental fueron: Días a floración masculina y femenina (DFM, DFF), como el número de días transcurridos desde la siembra al momento en que el 50% de plantas presentaban espigas dehiscentes, y 50% de plantas con estigmas expuestos, respectivamente; y rendimiento (REND) en ton ha<sup>-1</sup>, estimado a partir del rendimiento de mazorca, corregido por humedad de grano a la cosecha y porcentaje de grano ajustado al 15% de humedad.

Los datos registrados para realizar los análisis de varianza por localidad y combinado se analizaron como si el diseño experimental hubiera sido bloques completos al azar, por que este diseño experimental presentó una eficiencia estadística mayor que el látice simple. La comparación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). La interacción genotipo-ambiente para cada variedad se estudió usando los parámetros de estabilidad propues-

tos por Eberhart y Russell (1966) y la descripción varietal se realizó con base en la clasificación realizada por Carballo (1970).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los cuadrados medios del análisis de varianza combinado (Cuadro 1) se observó que hubo diferencias altamente significativas entre localidades, variedades y para la interacción variedades x localidades. La alta significancia entre variedades refleja la variabilidad y diversidad genética existente, quedando demostrado que en los genotipos evaluados, hay suficiente variabilidad genética para seleccionar un número adecuado de poblaciones, con las que se puede iniciar un programa de mejoramiento genético ó ampliar la base genética de los programas de mejoramiento genético de Valles Altos Centrales de México. Considerando varias formas de uso para su aprovechamiento, Castillo (1993) señala que la variabilidad genética se puede estudiar para determinar la dirección de su aprovechamiento, logrando un mejor uso de los genotipos relacionándolos con su área de adaptación.

En el caso de la interacción variedades x localidades se observó que las variedades estudiadas presentaron un comportamiento diferencial respecto a las cuatro localidades, manifestando también la variación que existió entre localidades, ya que en Montecillo y Chapingo el manejo (fechas de siembra tardías) principalmente, propició que los rendimientos resultaran bajos al acortarse el ciclo del cultivo, y no poder evitar el efecto de condiciones meteorológicas adversas, ampliándose las diferencias entre localidades, considerando a estos ambientes como pobres, mientras que se podría considerar como buenos ambientes Toluca y Tecámac. Las condiciones ambientales de Toluca y Tecámac fueron propicias para observar variedades sobresalientes por rendimiento, estas variedades también destacaron en el análisis

Cuadro 1. Cuadrados medios de los análisis de varianza combinado para rendimiento (REND), días a floración masculina (DFM) y femenina (DFF), en 121 variedades de maíz evaluadas en Metepec, Tecámac, Montecillo y Chapingo del Estado de México. 1993.

Fuente de variación	G.L.	REND (ton ha <sup>-1</sup> )	DFM (días)	DFF (días)
Localidades (Loc.)	3	6125.7**	152535**	105861**
Rep./Loc.	12	3.1	76.3	324.3
Variedades (Var.)	120	13.6**	602**	737**
Var. x Loc.	360	5.2**	393	843**
Error	1440	0.5	49	102
Total	1935			
C.V.(%)		19.1	7.8	11.1
$\bar{X}$		3.5	90	91

\*\* significativo con  $\alpha \leq 0.01$

Cuadro 2. Análisis de varianza para la estimación de los parámetros de estabilidad de 121 variedades de maíz evaluadas en cuatro ambientes. 1993.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio
Variedades	120	3.4**
Ambientes	3	
Var. x Amb.	360	1.3
Amb. + (Var. x Amb.)	363	13.9
Amb. (lineal)	1	4594.3
Var. x Amb. (lineal)	120	3.1**
Desv. Reg. Con.	242	0.4
Error conjunto	1440	0.4
Total	483	11.3

\*\* significativo con  $\alpha \leq 0.01$

sis combinado. Carballo (1970) señala que la efectividad de la selección de variedades se encuentra en que ésta se hace bajo condiciones ambientales predecibles.

Las variedades sobresalientes en rendimiento en el análisis combinado fueron las siguientes: H-exptal., PN-1, VS-22, H-Jornalero-2, H-36, H-Jornalero-3, H-Jornalero-1, H-33, H-30, Mex-38, Cr. de Almoloya de Juárez, Mex-495, Hgo-86, Mich-21, Mex-581, Cr. de Acambay y Cr. del Mezquital SM-14 sequía, con un rendimiento medio superior al promedio general (3.5 ton ha<sup>-1</sup>), con un intervalo de 90 a 99 días a floración masculina.

El análisis de varianza de los parámetros de estabilidad para el carácter rendimiento, estimados con base en la metodología propuesta por Eberhart y Russell (1966), indicó significancia estadística alta entre variedades y en la interacción variedades x ambientes (lineal), manifestando diferencias de rendimiento entre variedades para los ambientes de prueba, respondiendo diferencialmente a los cambios ambientales; indicando que la interacción genotipo-ambiente es diferente para cada población evaluada, lo cual permitió identificar variedades deseables para ambientes favorables y otras para ambientes desfavorables (Cuadro 3).

La descripción varietal con base en la clasificación propuesta por Carballo (1970), permitió agrupar a las variedades de la manera siguiente: situación 1, 35 variedades estables, (28.93%); situación 2, 32 variedades de buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistentes, (26.49%); situación 3, 22 variedades de buena respuesta a los ambientes desfavorables y consistentes, (18.18%); situación 4, 4 variedades de buena respuesta a los ambientes desfavorables e inconsistentes (3.3%); situación 5, 24 variedades de buena respuesta en buenos ambientes y consistentes (19.83%); y situación

6, 4 variedades de buena respuesta en buenos ambientes e inconsistentes (3.3%).

Al relacionar los genotipos sobresalientes en rendimiento, por localidades con la clasificación propuesta por Carballo (1970), se observaron las situaciones siguientes: situación 2: Cr. de Almoloya de Juárez, Cr. de Acambay, Mich-21, VS-22, H-33 y H-Jornalero-2; situación 5: Cr. del Mezquital SM 14 sequía, Hgo-86, Mex-38, Mex-495, Mex-581, PN-1, H-Jornalero-1 y H-Jornalero-3; y en la situación 6: H-exptal., H-30 y H-36. Al respecto, Martínez *et al.* (1992) señalan que la selección en ambientes favorables conduce a obtener poblaciones con adaptación específica y mayor consistencia; cuando la selección es realizada en condiciones desfavorables las poblaciones resultantes presentan adaptación general sin mejora de la consistencia; y la mejora simultánea de adaptación y rendimiento es efectiva al realizar selección para ambientes desfavorables.

La evaluación de las 121 variedades en los cuatro ambientes considerados fue dividida en condiciones climáticas y de manejo: favorables y críticas, arrojando una correlación lineal altamente significativa entre  $\mu$  y  $b_1$  (0.94\*\*) para el carácter rendimiento. Márquez (1991) señala que la alta correlación observada es una tendencia general que permite conocer el comportamiento de los genotipos en los ambientes, al estimar las correlaciones entre los parámetros de estabilidad.

En la Figura 1 (a) se muestra las líneas de regresión correspondientes a las cinco variedades con mayor rendimiento en los cuatro ambientes de prueba. Se puede observar que presentaron pendientes diferentes por la interacción que tuvieron con el ambiente. Los resultados indican que presentaron  $b_i > 1$ , excepto el híbrido H-Jornalero-2 con  $b_i = 1$ ; los híbridos experimentales PN-1, H-Jornalero-1 y H-Jornalero-3 presentaron  $S_{di}^2 = 0$  y los híbridos H.

Cuadro 3. Parámetros de estabilidad para rendimiento, clasificación varietal y promedios de cuatro caracteres agronómicos, de variedades sobresalientes bajo condiciones óptimas, y bajo condiciones limitantes para una estación de crecimiento corto, utilizando como referencia testigos híbridos y variedades comerciales. Metepec, Tecámac, Montecillo y Chapingo, Méx. 1993.

No. Var.	Población		Rendimiento (ton ha <sup>-1</sup> )	Parámetros de estabilidad		DFM (días)	DFP (días)	C <sup>1</sup>
				B <sup>1</sup>	S <sup>2</sup> <sub>di</sub>			
Tardíos								
83	MICH-345		3.7	1.14	-0.05	104	106	5
108	PN - 1	t <sup>2</sup>	5.1	1.66	-0.05	99	101	5
63	MEX-38		4.8	1.55	-0.07	99	101	5
65	MEX-495		4.8	1.55	-0.03	97	99	5
71	MICH-21	h <sup>4</sup>	4.5	1.30	0.44	97	99	2
52	CR. MEZQUITAL SM 14 SEQUÍA		4.3	1.31	-0.09	97	98	5
118	H-JORNALERO-1	t <sup>2</sup>	4.9	1.44	-0.05	96	99	5
107	MONT-92 122X75	t <sup>2</sup>	5.3	1.58	0.33	95	98	6
106	VS-22		5.1	1.40	0.80	95	97	2
119	H-JORNALERO-2	t <sup>2</sup>	5.1	1.25	0.38	94	96	2
70	MEX-581		4.4	1.37	-0.06	93	96	5
120	H-JORNALERO-3	t	4.9	1.28	0.01	93	95	5
82	TLAX-151	h <sup>4</sup>	4.3	1.25	0.01	92	9*5	1
61	HGO-87	h <sup>4</sup>	3.8	1.11	0.27	92	94	2
57	CR. ALMOLOYA DE JUÁREZ		4.8	1.42	1.44	91	94	2
Intermedios								
55	CR. DE JIQUIPILCO		4.3	1.38	-0.04	93	79	5
56	CR. SANTIAGO YECHE		4.2	1.24	1.44	92	85	2
58	CR. ACAMBAY		4.4	1.30	1.46	91	89	2
60	HGO-86		4.6	1.35	0.01	90	92	5
80	PUE-507	h <sup>4</sup>	4.0	1.02	-0.02	90	93	1
39	C.A.B.G.	e <sup>3</sup>	4.0	1.12	0.05	89	90	1
40	P.A.B.G.	e <sup>3</sup>	3.9	1.08	0.06	88	90	1
Intermedios precoces								
79	PUE-502	e <sup>3</sup>	4.3	0.97	0.18	87	89	1
73	PUE-375	e <sup>3</sup>	3.8	1.11	-0.07	85	88	5
74	PUE-382	e <sup>3</sup>	3.9	1.09	-0.02	85	88	1
29	GTO-124	p <sup>5</sup>	1.5	-	-	85	86	-
Precoces								
23	TLAX-278	e <sup>3</sup>	3.9	1.15	-0.05	85	82	5
53	CAFIME SM 13 SEQUÍA	p <sup>5</sup>	1.0	-	-	83	87	-
33	PUE-449	p <sup>5</sup>	1.1	-	-	81	85	-
78	PUE-501	p <sup>5</sup>	1.1	-	-	78	84	-
81	PUE-5221.0	p <sup>5</sup>	1.2	-	-	78	81	-
24	DGO-159	p <sup>5</sup>	1.0	-	-	78	83	-
77	PUE-451	p <sup>5</sup>	1.0	-	-	77	83	-
59	HGO-80	p <sup>5</sup>	1.1	-	-	71	78	-

<sup>1</sup> = Clasificación varietal propuesta por Carballo (1970)

<sup>2</sup> = Testigos (Híbridos experimentales).

<sup>3</sup> = Poblaciones seleccionadas con base en su estabilidad y precocidad.

<sup>4</sup> = Poblaciones de importancia histórica.

<sup>5</sup> = Variedades para una estación de crecimiento corta, seleccionadas con base en los promedios de rendimiento y precocidad observados en Metepec, Tecamac, Montecillo y Chapingo, Méx.

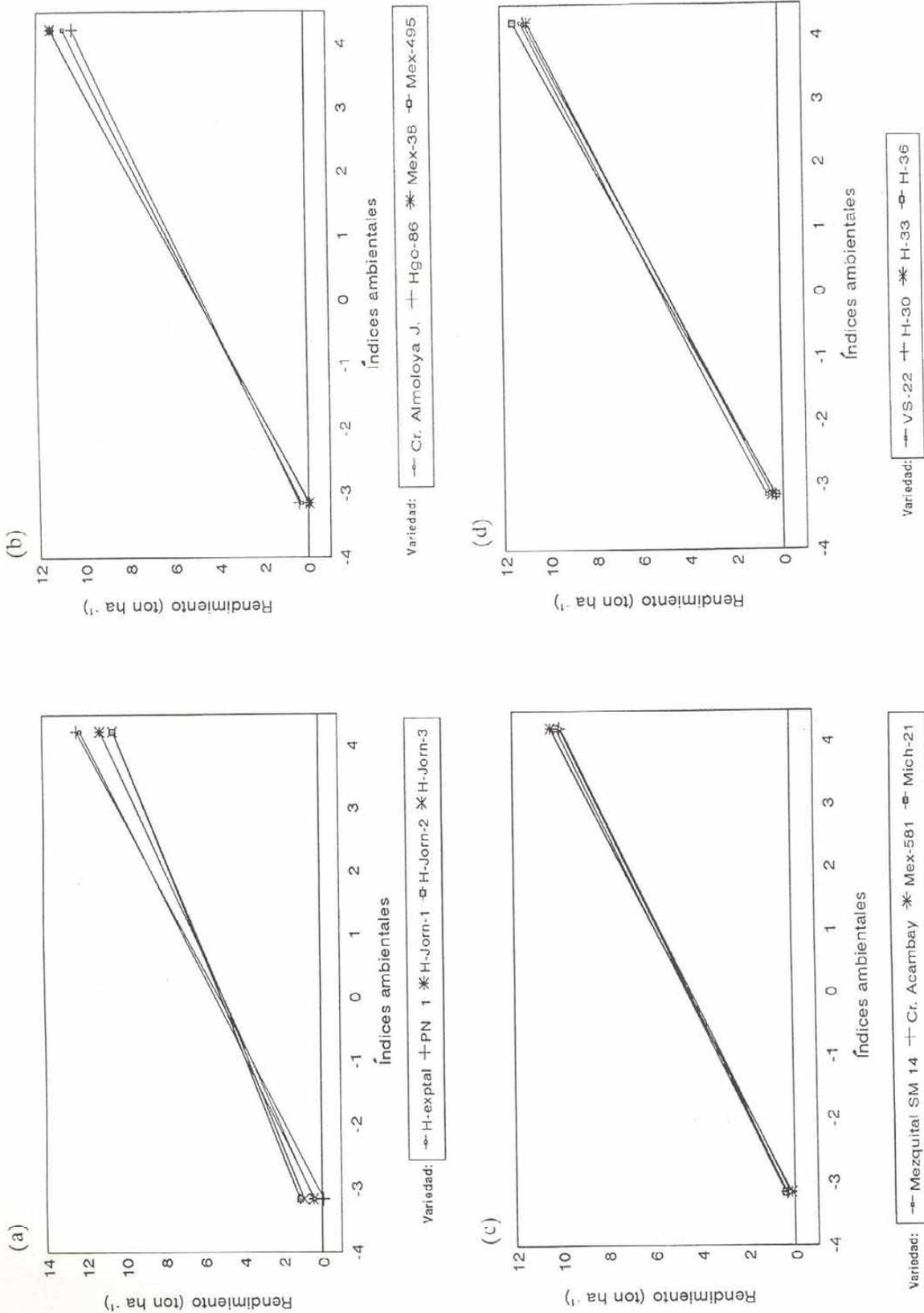


Figura 1. Líneas de regresión del rendimiento promedio sobre índices ambientales de variedades sobresalientes de maíz en cuatro ambientes de prueba del Estado de México. 1993.

Exptal y H-Jornalero-2 mostraron  $S^2_{di} > 0$ . En la Figura (1)b, las variedades Hgo-86, Mex-38 y Mex-495 presentaron  $b_i > 1$  y  $S^2_{di} = 0$ , y el Cr. Almoloya de Juárez presentó un  $b_i = 1$  y  $S^2_{di} > 0$ . En la Figura 1 (c,d) se observa cierto grado de similitud en las líneas, pero los parámetros de estabilidad hicieron evidente sus diferencias; Cr. Acambay, Mich-21, VS-22 y H-33 presentaron  $b_i = 1$  y  $S^2_{di} > 0$ , Mezquital SM-14 sequía y Mex-581 se definieron con  $b_i > 1$  y  $S^2_{di} = 0$ , y los híbridos H-30 y H-36 se ubicaron con  $b_i > 1$  y  $S^2_{di} > 0$ .

En la Figura 1 (a-d) las pendientes de regresión de las variedades presentaron coeficientes de regresión igual y mayores que 1.0 y desviaciones de regresión igual y mayores que cero. Estos resultados sugieren que al presentar mejor respuesta en buenos ambientes, es recomendable utilizarlos bajo condiciones ambientales óptimas.

En condiciones ambientales favorables, las colectas encontradas en la situación 5 son las más deseables por que su respuesta en rendimiento se incrementa considerablemente al mejorar gradualmente el ambiente, ya que su  $b_i > 1$  y tienen  $S^2_{di} = 0$ ; pero a medida que el ambiente se torna desfavorable, su respuesta decrece considerablemente; esta misma tendencia se hace un tanto impredecible por las fuertes desviaciones con respecto a la regresión en la situación 6, resultados similares encontraron Carballo y Márquez (1970) y Mejía (1971), indicando que en ambientes favorables, serían deseables los genotipos con un rendimiento alto,  $b_i > 1$  y  $S^2_{di} = 0$ . Márquez (1991) al analizar la correlación entre los parámetros de estabilidad, señala que la selección de colectas para un programa de mejoramiento genético dirigido a una zona geográfica, depende del tipo de poblaciones que se desee obtener y el tipo de ambientes en los que se utilizarán.

Los resultados obtenidos permitieron la identificación, clasificación, y selección de colectas promisorias consideradas aptas para iniciar un programa de mejoramiento genético, y ser incorporadas a programas de mejoramiento genético de maíz para Valles Altos Centrales de México.

En dichas regiones, las poblaciones Mich-21 y Tlax-151 se han utilizado en los programas de mejoramiento genético de maíz con gran intensidad, derivándose de la población Mich-21 gran cantidad de líneas que son la base de diferentes variedades mejoradas, por tanto, para aumentar las fuentes de germoplasma, se podría utilizar las 23 colectas que se detectaron, además de Mich-21 y Tlax-151.

El primero de tres grupos de colectas promisorias seleccionadas para integrarlas como poblaciones base para iniciar un programa de mejoramiento genético ó para reforzar los programas existentes para Valles Altos Centrales de México quedó constituido por las colectas más sobresalientes para el carácter rendimiento en los cuatro ambientes de prueba: Mex 38, Mex-495, Mex. 581, Cr. de Almoloya de Juárez, Cr. de Acambay, Cr. del Mezquital. SM14 Sequía, Cr. de Jiquipilco, Cr. de Santiago Yèche, Hgo-86 y Mich-21; un segundo grupo quedó formado por colectas que presentaron rendimientos medios, sobresaliendo por su estabilidad y precocidad: Compuesto de Amplia Base Genética (CABG), Población de Amplia Base Genética (PABG), Pue-502, Pue-375, Pue-382 y Tlax-278 y un tercer grupo de colectas cuyo comportamiento en estudios previos ha sido relevante y se considera conveniente seguirlas utilizando: Tlax-151, Hgo-87 y Pue-507. También, se detectaron las variedades: Gto-124, Cafime SM13 Sequía, Pue-449, Pue-301, Pue-552 y Dgo-159, para ambientes con potencial restringido, en condiciones similares al establecimiento de un periodo de lluvias tardío, utilizándose como criterio de selección su rendi-

miento y precocidad en ambientes limitantes (Cuadro 3), cuya importancia se encuentra al considerar que las condiciones meteorológicas en Valles Altos Centrales de México no son siempre idóneas para cultivar maíz, por el establecimiento del periodo de lluvias tardío, entre otros factores. Estas variedades se encontraron entre las más rendidoras en Montecillo que fue la localidad con las condiciones meteorológicas y edáficas (salinidad y alcalinidad) y de manejo más desfavorables, los híbridos experimentales H-Jornalero-2 y H-Jornalero-3 también sobresalieron en rendimiento en esta localidad, lo cual se explica por la amplia variabilidad en su constitución genética intervarietal, la cual les permitió adaptarse y sobresalir en condiciones desfavorables.

Es necesario señalar que sólo se utilizó híbridos y variedades mejorados como testigos, que por su constitución genética era de esperarse que en ambientes óptimos superaran en rendimiento a las variedades evaluadas y poblaciones originales "Criollos" y que en ambientes limitantes sucediera lo contrario. Muñoz *et al.* (1976) señalan que la superioridad de los criollos respecto a los híbridos está determinada por su mayor precocidad y la habilidad para adaptarse a condiciones ambientales limitantes. Además se debe considerar que es necesario seleccionar por tipo de germoplasma; es decir, seleccionar de entre las variedades las mejores variedades, y de entre las poblaciones originales seleccionar las más sobresalientes, a criterio del investigador.

### CONCLUSIONES

Fueron identificados 16 genotipos con alta capacidad de rendimiento, precoces y estables, para una estación de crecimiento óptimo. Éstos se consideran adecuados para iniciar un programa de mejoramiento genético nuevo, e integrar poblaciones base para fortalecer los pro-

gramas de mejoramiento genético de maíz para Valles Altos Centrales de México.

Para ambientes con potencial restringido, en condiciones ambientales similares al establecimiento de un periodo de lluvias tardío, se identificó ocho colectas sobresalientes, utilizando como criterio de selección su rendimiento y precocidad.

### BIBLIOGRAFÍA

- Bucio A., L.** 1966. Environmental and genotype-environmental components of variability. I. Inbred lines. *Heredity* 21(3):387-397.
- Carballo C., A.** 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y de la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, Edo. de Méx. 73 p.
- \_\_\_\_\_. y **F. Márquez S.** 1970. Comparación de variedades de maíz de E01 Bajío y de la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5(1):129-146.
- Castillo G., F.** 1993. La variabilidad genética y el mejoramiento de los cultivos. *In: Ciencia. Revista de la Academia de la Investigación Científica. Méx. No. especial*, pp: 69-79.
- Eberhart, S. A. and W. A. Russell.** 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40.
- Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson.** 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. J. Agric. Res.* 14:742-754.
- Gamez V., A.J., M.A. Ávila P., H. Angeles A., C. Díaz H., H. Ramírez V., A. Alejo J., A. Terrón I.** 1996. Híbridos y variedades de maíz liberados por el INIFAP hasta 1996. SAGAR. INIFAP. Publicación especial No. 16 Toluca, México. 102 p.
- Márquez S., F.** 1991. Genotécnica vegetal: métodos teoría y resultados. Tomo III. AGT. México, D.F. 500 p.

- Martínez Z., G., F. Castillo González y J. D. Molina Galán. 1992.** Estabilidad en el maíz Zac-58 a través de selección masal. *In: Resúmenes del XIV Congreso Nacional de Fitogenética.* Castillo G., F. y M. Livera M. (comps.). SOMEFI. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Méx. p. 306.
- Mejía A., H. 1971.** Selección de genotipos de maíz por rendimiento y estabilidad para áreas de temporal del Valle de Puebla. Tesis. ENA. Chapingo, Méx. 70 p.
- Molina G., J. D. 1993.** Comentarios a la plática "La variabilidad genética y el mejoramiento de los cultivos". *In: Ciencia. Revista de la Academia de la Investigación Científica.* Méx. No. especial, pp. 81-83.
- Muñoz O., A., V. A. González H., M. Livera M., A. López H. y J. Ron P. 1976.** Mejoramiento de maíz en el CIAMEC-II. Ampliación de la base germoplásmica y su aprovechamiento considerando caracteres agronómicos y rendimiento. *In: Memorias del VI Congreso Nacional de Fitogenética.* Cervantes S., T., M. Luna F., J. L. Rodríguez O., L. Mendoza O., T. A. Kato Y., y A. Muñoz O. (comps.). SOMEFI. Monterrey, N. L., México. pp. 113-123.
- Ortega P., R. 1985.** Recursos genéticos para el mejoramiento de maíz en México. 1ª parte: Análisis general. *Germen* 3:19-36.
- \_\_\_\_\_, **G., F. Castillo G. y J. M. Hernández C. 1991.** Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. *In: Avance en el estudio de los recursos fitogenéticos de México.* Ortega P., R., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H., y M. Livera M. (eds.). SOMEFI. Chapingo, Méx. pp. 161-165.
- Silva C., E. G. 1992.** Estudio agronómico y taxonómico de colecciones de la raza de maíz "Cónico": su colección central y perspectivas de uso en el mejoramiento genético. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 116 p.
- Vasal, S.K. and S. Taba. 1988.** Conservation and utilization of maize genetic resources. *In: Proceedings. Plant Genetic Resources. Indian Perspective.* Paroda, R.S., R.R. Arora and K.P.S. Chandel. (eds.). National Symposium on Plant Genetic Resources. March 3-6, 1987. NBPGR, New Delhi. pp. 91-107.
- Yates, F. and W. G. Cochran. 1938.** The analysis of groups of experiments. *J. Agric. Sci.* 3:556-580.