

## COMPORTAMIENTO DE VARIEDADES PRECOCES DE MAÍZ EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA Y ÁRIDA DEL CENTRO-NORTE DE MÉXICO

### BEHAVIOR OF EARLY CORN VARIETIES IN THE SEMIARID AND ARID CENTRAL-NORTHERN REGION OF MEXICO

Maximino Luna Flores<sup>1\*</sup>, José Ricardo Gutiérrez Sánchez<sup>2</sup>, Alfonso Peña Ramos<sup>3</sup>,  
Francisco G. Echavarría Chairez<sup>2</sup> y Javier Martínez Gómez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas. Km 15.5 Carr. Zacatecas-Guadalajara. Cieneguillas, Zacatecas, Zac. Tel. 01(492) 922-4147. <sup>2</sup>Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km 24 Carr. Zacatecas-Fresnillo. C.P. 98500. Calera de V. R. Zac. Tel. 01(478) 985-0198. <sup>3</sup> Campo Experimental Pabellón (INIFAP). Pabellón, Ags. <sup>4</sup>Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 167. Km 1 Carr. Valparaíso-Agua Fria. Valparaíso, Zac.

\* Autor para correspondencia

#### RESUMEN

Se evaluaron en temporal o secano 20 variedades precoces de maíz (*Zea mays* L.) durante los años 1997-1999, en cinco localidades de la región templada semiárida y árida del centro norte de México (250-500 mm de precipitación en 60-100 d; temperatura media 16-21 °C) y en Etla, Oax. (645 mm de precipitación en 80-100 d; temperatura media 20.6 °C). Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, y se registró el rendimiento de grano al que se hicieron análisis de varianza al combinar años con variedades, y localidades con variedades. Se consideró inconveniente el análisis combinado de años, localidades y variedades, debido a que hubo diferente número de observaciones de las variedades en localidades y años. Las variedades más tardías mostraron mayor rendimiento en los ambientes con mayor precipitación y ciclo de cultivo; las de ciclo intermedio y algunas precoces mostraron mayor rendimiento que las tardías en los ambientes con condiciones ecológicas intermedias o deficientes. El rendimiento medio de los maíces criollos usados como testigos fue de los más altos, por lo que se sugiere evaluarlos en sanidad y uniformidad, y rendimiento potencial.

**Palabras clave:** *Zea mays* L., variedades de polinización libre, temporal o secano, regiones semiáridas y áridas.

#### SUMMARY

Twenty early corn (*Zea mays* L.) varieties were evaluated under the rainfed conditions prevailing in the northern highland region of México (250-500 mm of rain, 60 to 100 d of growing season, and mean temperature from 16 to 21°C), and at Etla, Oax. with similar environmental conditions (645 mm of rain in 80 to 100 d, and mean temperature of 20.6 °C). The study was carried out from 1997 to 1999. A randomized complete block design with four replications was used for all locations. The corn yield was analyzed by combining years and varieties, and locations and varieties. The combination of years, locations and varieties was not evaluated because of the variable number of traits through years and locations. The late varieties were more productive in locations with higher precipitation and longer growing season. Intermediate and early varieties over yielded the late

varieties when growing under deficient rainfed conditions. The mean yield of landraces varieties used as controls, was higher than most of the other varieties, thus suggesting a detailed evaluation of these landraces taking into account traits such as plant sanity and uniformity, and yield potential.

**Index words:** *Zea mays* L., open pollinating varieties, rainfed conditions, semiarid and arid regions.

#### INTRODUCCIÓN

La región templada semiárida y árida del centro norte de México (RETSACEN), abarca el estado de Aguascalientes, gran parte de Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Guanajuato, así como partes del norte de Jalisco y sur de Coahuila (Luna y Gutiérrez, 2000). En esta región se siembran en promedio por año 760 000 ha de maíz de temporal o secano. Una zona semejante a la RETSACEN es la conocida como Valles Centrales de Oaxaca, donde el maíz de temporal es el cultivo principal.

Los climas dominantes en la RETSACEN son de los tipos subtropical semiárido o árido templado (Medina *et al.*, 1998), donde la precipitación media anual varía en general de 300 a 600 mm, y 60 a 70 % de ella ocurre desde fines de junio hasta fines de septiembre en la mayoría del área; el ciclo de cultivo es de 90 a 120 d (Luna y Gutiérrez, 2000). De la lluvia 70 % se registra antes de que las plantas de maíz alcancen la antesis, y después de ésta solamente reciben 30 %, lo que causa sequía terminal. El clima de los Valles Centrales de Oaxaca es del tipo subtropical semiárido semicálido (Medina *et al.*, 1998), con una

precipitación media anual de 645 mm y un ciclo de cultivo de 120-130 d.

En algunas partes de la RETSACEN y en los Valles Centrales de Oaxaca se presenta lo que comúnmente se conoce en México como canícula o sequía intraestival. Tanto en ésta como en la sequía terminal, la falta de agua coincide frecuentemente con las etapas fenológicas de floración y llenado del grano del maíz de temporal, que son las etapas más sensibles a la sequía (Dampney y Aspinall, 1976). En la RETSACEN los suelos no almacenan agua por más de 8 d, debido a que la profundidad generalmente es menor de 75 cm y el contenido de materia orgánica es menor de 1 % (Luna y Gutiérrez, 2000). Por estas razones ocurre sequía terminal o intermedia en el cultivo de maíz de temporal (Luna y Gutiérrez, 2000), que disminuye la formación de óvulos en los sacos embrionarios y el peso del grano (Dampney y Aspinall, 1976; Shaw, 1977). Las temperaturas medias en el ciclo de cultivo varían de 16 a 21 °C, aunque en la mayoría de los años varían de 17 a 19 °C, con temperaturas medias mínimas de 9 a 12 °C (Medina *et al.*, 1998). En los Valles Centrales de Oaxaca la temperatura media anual es de 20.6 °C.

Tales características ecológicas son la causa de que en la RETSACEN se obtenga un bajo rendimiento unitario de maíz de temporal y que además se pierda por sequía un porcentaje medio anual superior a 30 % (INEGI, 2003). Sin embargo, en la región se sigue sembrando una gran superficie cada año, que autoemplea a más de 300 mil familias (INEGI, 2003) para asegurar con ello algo de grano y rastrojo para su propia alimentación y la de sus animales, y cuando es posible para vender o intercambiar con otras familias (Ramírez, 1993; Luna, 2003).

Las condiciones ecológicas antes señaladas son diferentes a las de otras regiones del país para el cultivo de maíz de temporal (Ortega, 1976; Luna y Gutiérrez, 2000), por lo que se tienen que llevar a cabo programas de mejoramiento genético y estrategias de cultivo específicos para aprovechar la poca agua disponible. Una de las formas de lograrlo es la siembra de variedades adaptadas a las condi-

ciones ecológicas, de ciclo vegetativo corto y tolerancia a sequía.

Los objetivos del presente trabajo fueron. Evaluar el rendimiento de variedades precoces de maíz en diferentes condiciones de temporal de la RETSACEN y en los Valles Centrales de Oaxaca, y determinar si alguna de las variedades supera en rendimiento a las que se siembran actualmente en los lugares de prueba, con el fin de recomendarla a los productores para su siembra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se inició en 1997 en Sandoval, Ags., Francisco I. Madero, Dgo. y Etla, Oax.; continuó en 1998 en los mismos lugares, más Valparaíso y Villanueva, Zac.; y en 1999 en Calera y Valparaíso, Zac. No fue posible sembrar los tres años en las seis localidades, porque en algunas de ellas el temporal comenzó después de las fechas límite de siembra. En el Cuadro 1 se presentan algunas características ecológicas de las localidades de estudio.

Se probaron 20 variedades de polinización libre muy precoces (Cuadro 2); 12 corresponden a variedades nuevas formadas en los campos experimentales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en Calera, Zac., Pabellón, Ags. y Valle del Guadiana, Dgo., de 90 a 100 d a madurez fisiológica; la variedad Bolita Sequía, formada por el M. C. Flavio Aragón Cuevas en los Valles Centrales de Oaxaca que es más tardía que las anteriores (120 d a madurez); la variedad VS-101, formada por el Dr. José Guevara Calderón en el Bajío y que es de 115 d a madurez. Como testigos se usaron las variedades mejoradas comerciales VS-201 y Cafime de 110 d a madurez, VS-202 y H-204 de 105 d, V-209 de 100 d, así como el criollo local en cada localidad de prueba.

Cuadro 1. Características ecológicas de las localidades donde se llevó a cabo el estudio.

Localidad	Latitud N		Longitud W		Altitud (msnm)	Precipitación media anual (mm)	Temperatura media anual
	Grados	Minutos	Grados	Minutos			
Calera, Zac.	22	54	102	40	2197	420	14.0
F. I. Madero, Dgo.	24	1	104	44	1890	450	15.0
Sandoval, Ags.	21	40	102	10	2000	500	16.0
Valparaíso, Zac.	22	47	103	34	1950	570	23.5
Villanueva, Zac.	22	21	102	53	1900	460	19.3
Etla, Oax.	17	10	96	50	1600	645	20.6

Fuentes: Medina *et al.*, 1998; García, 1988.

Cuadro 2. Características de 20 variedades de maíz de temporal evaluadas en la región semiárida y árida de México.

Variedad	Días a antesis media	Altura media de planta (cm)	Lugar de Formación
VS-101	66	160	Celaya, Gto.
VS-201(T)	64	160	Pabellón, Ags.
VS-202 (T)	60	155	Pabellón, Ags.
V-209 (T)	58	150	Calera, Zac.
H-204 (T)	61	145	Pabellón, Ags.
VS-204	59	152	Durango, Dgo.
V-210	62	140	Pabellón, Ags.
V-211	67	150	Pabellón, Ags.
VS-212	64	155	Pabellón, Ags.
Caerzac 85 I	57	140	Calera, Zac.
CSM			
Caerzac 85 II	56	140	Calera, Zac.
CSM			
Caerzac 85 III	55	140	Calera, Zac.
CSM			
Cafime (T)	65	155	F. I. Madero, Dgo.
Zac. 58	57	135	Colecta de Sombrerete, Zac.
Zac. 58 III CSF	58	140	Calera, Zac.
Zac. 58 III CSF	57	145	Calera, Zac.
ICSV			
V-209 ICSPC	59	135	Calera, Zac.
V-209 ICSV	59	145	Calera, Zac.
Bolita Sequía	572	165	Etla, Oax.
Criollo Local (T)	64	160	De cada localidad

CSM= Ciclo de selección masal; CSF= Ciclo de selección familiar; ICSPC = Primer ciclo de selección por plantas cuateras;; ICSV = Primer ciclo de selección visual.

Se usó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de dos surcos de 5 m de largo y 76 cm de ancho, cada una con 32 plantas. Se hicieron las labores de cultivo recomendadas por el INIFAP en cada localidad: barbecho, rastreo, siembra, fertilización y dos escardas. Las fechas de siembra fueron: en 1997, Sandoval, el 4 de julio; Fco. I. Madero, el 30 de julio; Etla, el 28 de junio. En 1998, Sandoval, el 6 de julio; Fco. I. Madero, el 10 de julio; Etla, el 23 de junio; Valparaíso, el 8 de julio; Villanueva, el 9 de julio. En 1999, Valparaíso, el 12 de julio; Calera, el 11 de julio. En cada lugar se fertilizó con la fórmula recomendada por el INIFAP; en Etla con la dosis 92N-46P-00K y en las demás localidades con la dosis 40N-40P-00K.

De las variables medidas, aquí solamente se presentan los resultados de rendimiento de grano a 12 % de humedad, en kg ha<sup>-1</sup>. Debido a que los resultados provinieron de diferente número de años y localidades, se hicieron análisis de varianza mediante el procedimiento GLM de SAS, como lo indica Martínez (1994), para variedades y años en promedio de localidades y para variedades y localidades en promedio de años. Con estos análisis se obtuvo el rendimiento de las variedades en los diferentes ambientes de prueba, que era lo que se buscaba. Se hizo la comparación de medias mediante la prueba de la DMS ( $P < 0.05$ ). Para

tal fin se consideraron las varianzas y número de repeticiones de las medias en comparación, mediante la fórmula:  $DMS_{(0.05)} = t (s_i + s_j) / n_i + n_j$ ; donde  $t$  es el valor tabulado de las tablas de  $t$  al 0.05;  $s_i$  es la desviación estándar de la media  $i$  y  $s_j$  la de la media  $j$ ;  $n_i$  y  $n_j$  son el número de observaciones del que provienen el valor de la media  $i$  y la media  $j$ , respectivamente; de esta forma se evitó hacer comparaciones mediante el error conjunto. Se hizo un análisis de parámetros de estabilidad (Eberhart y Russell, 1966) y la clasificación de las variedades con base en el criterio indicado por Carballo y Márquez (1970).

En cada ambiente de prueba se registró la precipitación pluvial (mm) ocurrida en el ciclo de cultivo en la estación climatológica de cada ambiente. La precipitación pluvial se comparó con el rendimiento de grano.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron diferencias significativas entre años, localidades y variedades y en la interacción variedades por localidades; la interacción variedades por años no resultó significativa (Cuadro 3). Estos resultados indican que el rendimiento de al menos una variedad fue diferente en dos o más localidades.

Cuadro 3. Cuadrados medios de los análisis de varianza combinados del rendimiento de 20 variedades de maíz evaluadas en diferentes años y localidades de la región semiárida y árida de México.

Factor de variación	Variedades x años	Variedades x localidades
Años	16.20 **	-----
Localidades	-----	20.85 **
Repeticiones	0.17 ns	0.10 ns
Variedades	1.17 **	1.07 **
Variedades x años	0.76 ns	-----
Variedades x localidades	-----	1.09 **
Error experimental	0.63	0.46

\*\* Significativo a 0.01 de probabilidad; ns = no significativo a 0.05 de probabilidad.

### Efectos simples de años, localidades y variedades

Los rendimientos medios (en kg ha<sup>-1</sup>) que se obtuvieron en los tres años de prueba fueron significativamente diferentes: 1439 en 1998; 1126 en 1997; 894 en 1999. La precipitación pluvial y el ciclo de cultivo basado en la humedad disponible, en promedio de las localidades de prueba fueron: 338 mm y 78 d, en 1998; 290 mm y 65 d, en 1997; 245 mm y 59 d, en 1999.

La localidad con mayor rendimiento medio fue Etla, Oax., seguida de Valparaíso, Zac. y Sandoval, Ags. (Cuadro 4). En Etla se registró en promedio mayor precipitación y mayor ciclo de cultivo que en las otras localidades; los valores más bajos de ambos factores ocurrieron en Calera, Villanueva y Madero. Estos resultados indican que

hubo una relación directa entre la cantidad de lluvia y el rendimiento.

*Cuadro 4. Rendimiento promedio de 20 variedades de maíz, precipitación pluvial y ciclo de cultivo en seis localidades de la región semiárida y árida de México.*

Localidad	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Precipitación media (mm)	Ciclo de cultivo (d) <sup>†</sup>
Etla, Oax.	1705 a	425	82
Valparaíso, Zac.	1472 b	343	77
Sandoval, Ags.	1320 c	316	71
Calera, Zac.	987 d	250	60
Villanueva, Zac.	822 e	214	65
Madero, Dgo.	713 f	183	55

<sup>†</sup> Con base en el periodo en que se registró la precipitación.

Valores con la misma letra son iguales entre sí (DMS, 0.05).

Las variedades con los rendimientos medios más altos fueron las más tardías, con excepción de la variedad precoz VS-202 (T) (Cuadro 5). La mayoría de las variedades tardías necesitaron 5 a 7 d más que las más precoces para alcanzar 50 % de antesis. Entre las variedades con mayor rendimiento estuvieron dos testigos mejorados y el promedio de los criollos locales; la buena disposición de éstos últimos se atribuye a que son variedades adaptadas a las condiciones de cultivo específicas de cada lugar. Al respecto, se ha demostrado que con frecuencia los maíces criollos superan o igualan en rendimiento a las variedades mejoradas (Muñoz *et al.*, 1998), los cuales pueden ser aprovechados por otros productores y en programas de mejoramiento genético. El hecho de que el testigo precoz VS-202 haya mostrado un alto rendimiento es importante, porque con esta variedad es posible lograr un rendimiento aceptable tanto en condiciones de buen temporal como en temporal deficiente; además, en siembras tardías tiene menos riesgo de daño por heladas tempranas que las variedades tardías. En general, las variedades con menor rendimiento medio fueron las más precoces; entre ellas destaca Caezac 85 III CSM por ser aún más precoz que VS-202, la cual se diseñó para lugares donde ocurren dos o tres lluvias en el ciclo de cultivo y que permiten a los productores obtener algo de grano y asegurar forraje para su ganado o para venta.

#### Interacción de las variedades con años y localidades

En 1997 y 1998 hubo cierta coincidencia entre las variedades de mayor rendimiento, así como entre las de menor rendimiento, lo cual no ocurrió en 1999 (Cuadro 6). Es decir, un buen número de variedades con alto rendimiento en 1997 y 1998 fueron las de menor rendimiento en 1999 y viceversa; y algunas que tuvieron el mayor rendimiento en 1999 fueron las de menor rendimiento en 1997 y 1998. Sin embargo, hubo variedades que mantuvieron un

buen nivel de rendimiento en los tres años, como fue el caso de las variedades 1, 8, 13 y 18. A estos casos podría atribuirse la falta de significancia de la interacción variedades x años.

*Cuadro 5. Rendimiento y días a floración de 20 variedades de maíz en promedio de localidades y años en la región semiárida y árida de México.*

Variedad	Rend. (kg ha <sup>-1</sup> )	Días a antesis
19 Bolita sequia	1740 a	72
13 Cafime (T)	1609 ab	65
1 VS-101	1516 abc	66
20 Criollos locales (T)	1516 abc	64
2 VS-201 (T)	1480 abcd	64
3 VS-202 (T)	1436 abcd	60
7 VS-210	1323 bcde	62
18 V-209 ICSV	1306 cdef	59
8 VS-211	1225 cdefg	67
4 V-209	1190 cdefg	58
12 Caezac 85 IIICSM	1134 defg	55
10 Caezac 85 ICSM	1125 defg	57
11 Caezac 85 II CSM	1113 efg	56
6 VS-204	1075 efg	59
9 VS-212	1053 efg	64
16 Zac. 58 III CSF ICSV	1034 efg	57
5 H-204	1012 efg	61
17 V-209 ICSPC	971 fg	59
15 Zac. 58 III CSF	952 g	58
14 Zac. 58	900 g	57

T = testigo.

Valores con la misma letra son iguales entre sí (DMS, 0.05).

*Cuadro 6. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) de 20 variedades de maíz en promedio de localidades en tres años de prueba en la región semiárida y árida de México.*

1997		1998		1999	
Var.	Rend.	Var.	Rend.	Var.	Rend.
2	1491 a	19	2374 a	12	1200 a
19	1470 a	20	2075 a	10	1086 ab
13	1433 ab	13	2018 ab	9	1070 ab
1	1333 abc	1	1884 abc	18	1009 bc
3	1300 abc	2	1753 abcd	11	1000 bc
18	1251 abc	3	1731 abcd	8	1000 bc
20	1219 abc	7	1657 abcde	14	1000 bc
4	1160 bc	18	1485 abcdef	16	985 bcd
7	1160 bc	8	1464 acdef	1	964 bcde
16	1116 bc	4	1351 cdefg	13	948 bcde
11	1030 bc	6	1326 cdefg	3	943 bcde
8	1000 bc	10	1314 cdefg	15	940 bcde
17	994 bc	12	1252 cdefg	5	930 bcdef
5	974 bc	11	1213 defg	17	900 bcdef
15	972 bc	9	1113 defg	4	892 bcdef
6	966 bc	5	1070 efg	2	850 cdef
9	949 bc	16	1000 efg	7	821 cdef
12	934 bc	17	986 g	19	785 def
14	889 c	15	945 g	20	772 ef
10	884 c	14	860 g	6	707 f
Precip.*	290		338		245
Ciclo de cultivo	**65		78		59

\* En mm en el ciclo de cultivo; \*\*En días, determinado por el periodo de lluvias.

Valores con la misma letra en la misma columna son iguales entre sí (DMS, 0.05).

De la interacción variedades x localidades se deriva la irregularidad de la posición del rendimiento de las variedades en las localidades (Cuadro 7). Sólo algunas variedades mostraron posiciones semejantes en algunas localidades, como fue el caso de la variedad 2 (VS-201) en Sandoval, Madero y Etla; la 13 (Cafime) en estas mismas y en Valparaíso y Villanueva; la 14 (Zac. 58) con rendimientos bajos en las cuatro primeras localidades. En Etla, Oax. se registró la mayor precipitación y el mayor ciclo de cultivo; aquí, la variedad 19 (Bolita Sequía) y el Criollo local mostraron los rendimientos más altos, aunque fueron las más tardías (Cuadro 2). En este lugar fue donde se formó la variedad Bolita Sequía, y donde las variedades formadas en la RESTACEN mostraron rendimientos no aceptables en relación con el Criollo local y con la variedad Bolita Sequía.

De lo anterior se puede decir que en la RETSACEN, de condiciones ecológicas homogéneas (Ortega, 1976), existe interacción genotipo medio ambiente en el maíz de temporal, por lo que no es conveniente generalizar recomendaciones de variedades para siembras de maíz en las condiciones de esta región. Las variedades más tardías rindieron más que las precoces cuando llovió más y el ciclo de cultivo fue mayor; las precoces mostraron un rendimiento mayor que las tardías cuando la lluvia fue esasa y ésta se registró en un periodo corto. Estos resultados coinciden con los observados por Peña y Cortés (1988).

Una nueva variedad tardía (VS-101) y varias precoces (V-209 ICSM, Zac. 58 IIICSF ICSV y Caezac 85 IIICSM)

rindieron igual que los testigos de la misma precocidad, por lo que se pueden agregar a la lista de variedades recomendadas para siembras en la RETSACEN, toda vez que es escaso el número actual de estas variedades; apenas dos para condiciones deficientes (VS-202 y V-209) y dos para condiciones intermedias (Cafime y VS-201).

También se observó que los criollos tuvieron rendimiento promedio alto, lo que sugiere hacer un estudio específico sobre ellos, para observar si cuentan con otros atributos que permitan recomendarlos de inmediato para siembras comerciales más amplias y tal vez usarlos en programas de mejoramiento genético.

### Parámetros de estabilidad

Los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966) confirman en alto grado lo observado con los análisis de varianza, ya que en general las variedades más tardías fueron clasificadas como de buena respuesta en ambientes favorables y consistentes; las de menor rendimiento con buena respuesta en ambientes desfavorables, y seis variedades resultaron estables aunque ninguna de alto rendimiento (Cuadro 8). Esto significa que en los lugares donde se espera una buena precipitación y un ciclo de cultivo de aproximadamente 80 d o más con lluvia, se deben sembrar las variedades más tardías. En Etla, Oax. la mejor variedad fue Bolita Sequía, pero en la RTSACEN, para condiciones como las de Valparaíso, que tiene mejor precipitación y mayor ciclo de cultivo que en las otras localidades

Cuadro 7. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) de 20 variedades de maíz en promedio de años en seis localidades de la región semiárida y árida de México.

Sandoval		Madero		Etla		Valparaíso		Calera		Villanueva	
Var.	Rend.	Var.	Rend.	Var.	Rend.	Var.	Rend.	Var.	Rend.	Var.	Rend.
2	1620 a	2	1061 a	19	4140	1	1887	8	1270	12	1111
18	1550 ab	13	1050 a	20	3155	8	1710	3	1250	14	1007
4	1512 ab	19	1032 a	13	2775	18	1703	20	1240	9	987
3	1495 ab	3	952 ab	1	2630	13	1695	14	1202	11	883
17	1462 ab	7	812 bc	2	2290	10	1690	10	1130	3	869
13	1460 ab	12	796 bcd	7	2190	3	1627	1	1124	13	854
11	1415 abc	18	770 bcd	3	2030	11	1620	4	1090	10	843
20	1415 abc	1	765 bcde	6	1685	12	1581	9	1060	17	840
7	1380 abc	4	716 cdef	18	1535	9	1520	16	954	16	831
16	1375 abc	10	702 def	8	1485	2	1480	13	946	1	830
19	1355 abc	8	681 def	4	1280	4	1350	6	945	3	814
15	1260 abc	5	652 defg	5	1182	7	1388	5	910	5	795
8	1250 abc	11	646 defgh	10	1080	16	1370	12	903	20	763
1	1225 abc	17	567 efgh	16	1015	15	1365	17	896	18	755
6	1200 abc	20	560 fgh	12	1000	20	1343	19	883	2	744
9	1175 abc	9	552 fgh	9	995	5	1313	11	871	19	743
10	1175 abc	15	525 fgh	11	980	14	1270	18	866	15	740
12	1170 abc	16	495 gh	17	920	19	1215	7	836	8	740
5	1045 bc	14	470 gh	14	870	6	1186	2	828	6	878
14	900 c	6	453 h	15	835	17	1037	15	818	7	617
pp	316		183		425		345		250		214
Ciclo	71		55		82.5		77.5		60		65

pp = Precipitación media (mm); Ciclo en días determinado por el periodo de lluvias.  
Valores con la misma letra en la misma columna son iguales entre sí (DMS, 0.05).

Cuadro 8. Parámetros de estabilidad y clasificación de 20 variedades de maíz según el criterio de Carballo y Márquez (1970).

No.	Variedad	Rendimiento medio (kg ha <sup>-1</sup> )	bi	Sdi	Clasificación
19	Bolita sequia	1.740	2.29 > 1	0.233=0	Mejor respuesta en buenos ambientes y consistente (MRBAC)
20	Criollo local	1.516	2.55 > 1	0.615=0	MRBAC
13	Cafime	1.608	1.32 > 1	0.904=0	MRBAC
1	VS 101	1.516	1.60 > 1	0.883=0	MRBAC
2	VS 201	1.480	1.49 > 1	0.577=0	MRBAC
3	VS 202	1.436	0.89=1	0.013=0	Estable
7	VS 210	1.323	1.38 > 1	0.906=0	MRBAC
18	V 209 ICSV	1.306	1.07=1	0.937=0	Estable
8	V 211	1.225	0.80=1	0.933=0	Estable
4	V 209	1.190	0.89=1	0.913=0	Estable
12	Caezac 85 IIICSM	1.134	0.59 < 1	0.920=0	Mejor respuesta en ambientes desfavorables y consistente (MRADC)
10	Caezac 85 ICSM	1.125	0.56 < 1	0.896=0	MRADC
11	Caezac 85 IICSM	1.113	0.71=1	0.867=0	Estable
6	VS 204	1.075	1.09=1	0.971=0	Estable
9	VS 212	1.053	0.45 < 1	0.890=0	MRADC
16	Zac. 58 IIICSF ICSVC	1.034	0.72=1	0.871=0	Estable
5	H 204	1.012	0.55 < 1	0.968=0	MRADC
17	V 209 ICSPC	871	0.53 < 1	0.889=0	MRADC
15	Zac. 58 IIIVDG	952	0.49 < 1	0.872=0	MRADC
14	Zac. 58	900	0.36 < 1	0.860=0	MRADC

de la región, fueron mejores las variedades de ciclo intermedio: Cafime (T), VS-101 y VS-201 (T). Se confirma el buen rendimiento de los testigos (Luna y Gutiérrez, 1998) y se agrega la nueva variedad VS-101. Como se observó en los análisis de varianza, en el análisis de parámetros de estabilidad también sobresalió en el primer grupo el promedio de los criollos locales, por lo que se confirma la recomendación de su estudio posterior para determinar su aprovechamiento.

Las variedades estables, por su mayor precocidad que las referidas en el párrafo anterior, son las más aptas para sembrarse en las condiciones ecológicas irregulares, sobre todo cuando el ciclo de cultivo es de 100-105 d. Las variedades más precoces, no obstante su relativamente bajo rendimiento, pueden ser útiles en siembras donde solamente se registran 2 ó 3 aguaceros en 50-60 d, ya que miles de productores siguen sembrando maíz en estas condiciones ecológicas, tanto para grano como para rastrojo.

### CONCLUSIONES

Las variedades más tardías mostraron mayor rendimiento en los ambientes con mayor precipitación y mayor ciclo de cultivo; las de ciclo intermedio y algunas precoces mostraron mayor rendimiento que las tardías en los ambientes con condiciones ecológicas intermedias o deficientes. Algunas variedades nuevas igualaron en rendimiento a las que se siembran actualmente. El rendimiento medio de los maíces criollos usados como testigos fue de los más altos, por lo que se sugiere estudiarlos para ver si cuentan con otros atributos, como sanidad y uniformidad en sus caracteres y determinar con ello su uso futuro.

La nueva variedad VS-101, de la misma precocidad que los testigos Cafime y VS-201, recomendadas actualmente para siembras de temporal en la región templada semiárida y árida del centro norte de México, puede sumarse a la lista de variedades recomendadas para siembras de temporal del Altiplano de Zacatecas y regiones similares, donde llueven 350 a 450 mm en un periodo de 75-90 d; también se puede sugerir su siembra en áreas de temporal deficiente del Altiplano cuando el temporal comience pronto y se pueda sembrar antes del 30 de junio.

La nueva variedad precoz (95 d a madurez) V-209 ICSV puede recomendarse para siembras donde llueven 250-250 mm en 60-75 d; Caezac 85 IIICSM y Zac. 58 IIICSF ICSV pueden sugerirse para siembras donde la precipitación es aún más deficiente.

### AGRADECIMIENTOS

A Flavio Aragón Cuevas, Víctor Manuel Castro Robles, Jesús López Hernández y Jesús Pérez Pizaña, por su ayuda en la realización de los experimentos.

### BIBLIOGRAFÍA

- Carballo C A, F Márquez S (1970) Comparación de variedades de maíz del Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5(1):129-146.
- Dampney H B, D Aspinall (1976) Water deficit and inflorescence development in *Zea mays* L. *Ann. Bot.* 40:23-35.
- Eberhart S A, W A Russell (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
- García E (1988) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. UNAM. Instituto de Geografía. México, D.F. 246 p.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2003)** Anuario Estadístico del Estado de Zacatecas. Edición 2002. INEGI. Aguascalientes, Ags. 450 p.
- Luna F M, J R Gutiérrez S (1998)** Mejoramiento genético de maíz de temporal en la región centro norte de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 21(2):147-158.
- Luna F M, J R Gutiérrez S (2000)** Investigación fisiotécnica de maíz de temporal en la región alta del norte de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 23:195-210.
- Luna F M (2003)** ¿Porqué no se deja de producir maíz en México? *In: El Campo no Aguanta Más*. R Shwentenius, M A Gómez, J L Calva (coords). CIESTAAM-UACH. Chapingo, Edo. de Méx. pp: 115-132.
- Martínez G A (1994)** Experimentación Agrícola, Métodos Estadísticos. UACH. Chapingo, Edo. de Méx. 357 p.
- Medina G G, J A Ruiz C, R A Martínez P (1998)** Los climas de México: Una estratificación ambiental basada en el componente climático. Libro Técnico núm. 1. INIFAP-CIRPAC. Zapopan, Jal. 104 p.
- Muñoz O A, A Santacruz V, J I Olvera, H O Taboada G, J A Cuevas S (1998)** Diversidad de maíz en los nichos ecológicos y culturales de México. Serie: Didáctica de la Etnobotánica núm. 1. UACH. Chapingo, Edo. de Méx. pp:283-297.
- Ortega P R A (1976)** Reorganización del mejoramiento genético de maíz del INIA. Seminario: Análisis de los Agroecosistemas de México. Chapingo, Edo. de Méx. pp:55-64.
- Peña R A, J R Cortés N (1988)** Efecto de la precipitación pluvial en Los Llanos de Durango. *Rev. Fitotec. Mex.* 11(1):18-24.
- Ramírez M C (1993)** La producción agropecuaria en la Franja Agrícola Zacatecana. *In: La Agricultura Regional en el Estado de Zacatecas*. M C Ramírez y C Gallegos V. (eds). CRUCEN-UACH. Chapingo, Edo. de Méx. pp:23-46.
- Shaw R H (1977)** Climatic requirements. *In: Corn and Corn Improvement*. G E Sprague (ed). Am. Soc. Agron. Madison, Wis. U.S.A. pp:591-623.