Rev. Fitotec. Mex. 12:94—104. 1989

SELECCIONES PARA RESISTENCIA A SEQUIA EN UN COMPUESTO DE MAIZ EN ZACATECAS

J. Ricardo Gutiérrez Sánchez y Maximino Luna Flores[1]

RESUMEN

En 1987 se llevó a cabo una investigación en Zacatecas con el fin de evaluar el comportamiento de siete ciclos de selección familial combinada, derivados del compuesto Calera-74 de maíz (*Zea mays* L.). Tales compuestos fueron obtenidos en condiciones de riego, de sequía y con base en la relación riego-sequía. El objetivo fue determinar los avances genéticos logrados con la selección. Los 21 compuestos, la población original y 3 testigos fueron evaluados en tres condiciones de humedad del suelo: 1) Riego; 2) Sequía en la etapa de floración y 3) Sequía total. Se observaron ganancias en rendimiento en las diversas modalidades de selección, que variaron entre 0.4 y 3.0% por ciclo de selección. Los genotipos seleccionados por el criterio riego/sequía, mostraron el mayor avance en condiciones moderadas y drásticas de sequía, con 1.7 a 3.0%; los genotipos seleccionados bajo sequía exhibieron los mayores incrementos al ser sometidos a sequía drástica, con 2.3%, donde también destacaron las selecciones practicadas en riego, con 3.0%.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Zea mays L.; Avance genético; Selección familial; Genotecnia.

SUMMARY

A research work was carried out in 1987 in Zacatecas, México, to evaluate seven cycles of modified ear-to-row selection obtained from the Calera-74 corn composite (*Zea mays* L.). Selection was practiced under full irrigation, drought stress and based upon the relation irrigation/drought. The objetive was to determine the genetic gain obtained by selection. The 21 populations, the original collection and 3 checks were evaluated under three soil moisture conditions: 1) Irrigation; 2) Drought during the flowering period; and 3) Drought. Increases in yield ranked from 0.4 to 3% by cycle of selection. The genotypes obtained by the irrigation/drought criterion showed the greatest increases under moderate and drastic conditions of drought while genotypes selected under drought and irrigation conditions showed the greatest genetic gains only under the drastic conditions of the trial.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Zea mays L.; Genetic gains; Family selection; Plant breeding.

INTRODUCCION

En el Campo Experimental Zacatecas (CEZAC), se viene aplicando desde 1979, la selección familial de medios hermanos bajo el esquema riego-sequía, en el compuesto de maíz Calera 74 (Comp. Cal. 74). Este compuesto se formó al mezclar la semilla de 48 plantas sobrevivientes de un lote de 520 colectas de maíz criollo de Zacatecas y regiones similares, que fue sembrado bajo temporal en dicho campo experimental en 1974. La causa de tan baja supervivencia fue la siembra tardía y la escasez de lluvia durante el ciclo de cultivo (aproximadamente 200 mm).

El Comp. Cal. 74 es un maíz precoz, con un ciclo de 100 a 105 días a madurez fisiológica, propio para siembras de temporal en el Altiplano de Zacatecas; región donde se siembran un promedio de 200 mil hectáreas

[1] Investigadores de la Red de Maíz del INIFAP-Zacatecas. Apartado Postal No. 18. 98500 Calera de V.R., Zacatecas, México.

de maíz. De esa superficie, entre el 25 y el 35% solamente llega a producir forraje; en el resto el rendimiento de grano oscila entre 300 y 600 kg/ha, principalmente por efecto de la escasez de agua.

El productor temporalero de Zacatecas continúa sembrando maíz, como una de sus actividades más importantes, por el conocimiento que tiene del cultivo, su uso y lo fácil de su comercialización local. Aunque mediante la investigación agrícola se busca ofrecer mejores opciones que el maíz, también es muy importante buscar el mejoramiento de los cultivos que ya se conocen. Uno de los trabajos que se lleva a cabo con este propósito es el mejoramiento genético del Comp. Cal. 74, mediante la metodología anteriormente indicada. El objetivo final es obtener una variedad de maíz precoz, con características adecuadas para el gusto del productor regional, que posea tolerancia a sequía.

Hasta la fecha, el Comp. Cal. 74 se ha sometido a ocho ciclos de selección, los cuales se han evaluado de manera irregular en diversos años y localidades, donde se han observado avances genéticos en el comportamiento de los compuestos derivados de la selección. Sin embargo, no se ha llevado a cabo una evaluación formal con todos los compuestos para observar su comportamiento bajo las mismas condiciones y para tener un mejor estimador del avance por selección, lo cual constituye el objetivo del presente trabajo.

REVISION DE LITERATURA

El método de selección de mazorca por surco modificado está diseñado para aumentar rápidamente la acumulación de genes favorables o separar la aditividad de genes complejos, sin causar excesiva endogamia (Lonnquist, 1964). El mismo autor (1965) indica que los avances genéticos por selección en una población, dependen de la variación genética aditiva presente en ella. Varios autores han obtenido ganancias genéticas al aplicar este método de selección, entre otros: Paterniani (1967), Webel y Lonnquist (1967), Darra *et al.* (1972), Sevilla (1975), Compton y Bahadur (1977), Covarrubias y Márquez (1980), Gutiérrez *et al.* (1980), Gutiérrez (1986). Otros autores señalan no haber tenido ganancias en rendimiento de grano al aplicarlo (Estrada, 1977; Sprague y Eberhart, 1977). Sin embargo, Paterniani (1967) y Estrada (1977) indican que el hecho de no detectar respuesta a la selección mazorca por surco modificado, no se debe a que el método no sea efectivo; así mismo, Márquez (1980), en un análisis sobre la respuesta de los diferentes métodos de selección recurrente, concluye que el método de mazorca por surco modificado es de los más efectivos.

Muñoz (1980) hace una síntesis del concepto sobre resistencia a sequía; explica los posibles modelos de selección bajo el esquema riego-sequía y la utilidad de emplear al rendimiento como criterio de selección, dado que esta variable integra todos los efectos del resto de variables, tanto climáticas como de manejo.

Respecto a la magnitud de las reducciones del rendimiento de grano al pasar de riego a sequía, en trigo, López (1979) la detectó de 50%; en cacahuate, Joaquín (1981) la encontró de 20%; en arroz fue de 63% (Medina y Muñoz, 1984) y en maíz fue de 86% (Hernández, 1986); todos concluyen en sus respectivos trabajos que el rendimiento de grano, tal vez sea el caracter más afectado por causa de la sequía extrema.

Gutiérrez (1986), al estudiar el efecto de la selección de medios hermanos bajo el esquema riego-sequía en una variedad de

maíz, en una localidad favorable detectó una superioridad de 1 a 8% de los sintéticos obtenidos y de 7 a 18% en otra localidad desfavorable. Concluyó además, que las selecciones hechas bajo riego tienen un comportamiento similar en ambientes favorables o desfavorables, mientras que las selecciones hechas en condiciones de sequía, muestran las mayores ganancias en condiciones desfavorables de precipitación.

En los resúmenes de investigación de maíz del CIANOC, de 1980 a 1984, se encuentra la historia de la formación del Comp. de maíz Calera 74, del mejoramiento genético a que ha sido sometido y de los experimentos donde se han evaluado los compuestos. Se mencionan resultados inconsistentes, desde negativos hasta ganancias de 5 a 10% por ciclo de selección. Cortés (1981) obtuvo resultados semejantes.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluaron en total 25 genotipos de maíz: los 21 compuestos de selección familial que se muestran en el Cuadro 1, más el Comp. Cal. 74 original, la colecta Zac. 58

Cuadro 1. Algunas características de los 21 compuestos de selección familial derivados del Comp. Cal. 74 evaluados en el presente estudio.

Ciclo y año de selección		Ambiente de selección[1]	Alt. de planta (cm)	Días a floración[2]		Días a madurez fisiológica
				M	F	
I	1979	S	166	63	66	95
		R	160	64	66	96
		R/S	163	67	70	102
II	1980	S	163	64	66	96
		R	156	66	68	98
		R/S	162	65	67	98
III	1981	S	170	63	67	98
		R	160	63	66	95
		R/S	155	63	66	95
IV	1982	S	159	61	64	93
		R	169	63	65	94
		R/S	159	62	66	96
V	1983	S	163	63	66	95
		R	158	63	66	95
		R/S	164	66	69	100
VI	1984	S	161	64	67	98
		R	159	62	65	94
		R/S	153	63	66	95
VII	1985	S	157	63	66	95
		R	157	63	65	95
		R/S	162	62	66	96

[1] S = Selección bajo sequía; R = selección bajo riego; R/S = selección por la relación riego sobre sequía.
[2] M: Masculina, F: Femenina.

y su tercer ciclo de selección familial (Zac. 58 III CSFRS), y el híbrido H-204; la evaluación se llevó a cabo empleando el esquema riego-sequía (Muñoz, 1980). De los compuestos de selección familial del Comp. Cal. 74 se anotan algunas características importantes en el Cuadro 1. Además, se puede agregar que en general son genotipos de 11 a 13 hojas, mazorcas de 12 a 16 cm de longitud, 12 a 16 hileras, grano cristalino con 13% de olote y poco prolíficas. El Comp. Cal. 74 original tiene características similares a las de los compuestos de selección derivadas de él, pero es más variable; éste se incluyó en la evaluación para estimar los avances genéticos debidos a la selección. Los genotipos de Zac. 58 son representativos de los más precoces empleados en la región y el H-204 es, hasta ahora, uno de los mejores híbridos recomendados para siembras de temporal en el Altiplano de Zacatecas. Los días a madurez fisiológica del Comp. Cal 74 original han variado de 100 a 105 días de acuerdo a las condiciones ambientales, la de los Zac. 58 de 95 a 100 días y del H-204 de 105 a 110.

El experimento se sembró en terrenos del Campo Experimental Zacatecas (CEZAC), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), ubicado en Calera de Víctor Rosales, Zac., en el ciclo Primavera-Verano 1987.

Se utilizó un diseño experimental de látice triple duplicado 5 x 5; la parcela experimental comprendió dos surcos de 5 m de longitud y 0.76 m de ancho, que es la usual bajo las condiciones ecológicas de la región; en el surco se dejó una planta cada 33 cm.

Los tres tratamientos de humedad utilizados para la evaluación correspondieron cada uno a un experimento individual, siendo éstos: a) Riego; aplicación de seis riegos de auxilio durante el ciclo de cultivo, asegurando humedad aprovechable suficiente durante el ciclo; b) sequía en floración; consistió en la suspensión de riegos de auxilio durante 30 días desde poco antes de la floración hasta poco después de ésta; c) sequía total; solamente se regó para sembrar y se aprovecharon las escasas precipitaciones ocurridas durante el ciclo de cultivo. Se sembró el 9 de abril; con ello, los experimentos no se expusieron a lluvias de verano y se logró un control apropiado de la humedad programada, como se puede observar en la Figura 1. Para construir estas figuras se registró la lluvia diaria, se determinó la capacidad de campo y el punto de marchitamiento permanente del suelo y mediante el método gravimétrico se determinó la humedad del suelo en las capas 0-30 y 30-60 cm (Figura 2).

Para obtener el rendimiento se cosecharon 15 plantas con competencia completa por parcela; considerando que los genotipos involucrados en el trabajo contienen madamente el mismo porcentaje de olote, se registraron por parcela los pesos de mazorca al 12% de humedad. Se hizo un análisis de cada experimento y se empleó la prueba Tukey para comparar las medias de rendimiento por parcela. También se calculó el coeficiente de regresión del rendimiento, contra los ciclos de selección; dicho coeficiente, expresado en porcentaje sobre el rendimiento de la variedad original, permitió estimar el avance promedio por ciclo.

RESULTADOS Y DISCUSION

El rendimiento medio por planta obtenido bajo las tres condiciones de humedad mostró una reducción gradual según el nivel de humedad (Figura 2). Como era de esperarse, el rendimiento fue mayor en riego (133 g) y menor en sequía total (45 g); en ésta última se observó un rendimiento medio del 66% en relación al obtenido bajo riego (Cuadro 2).

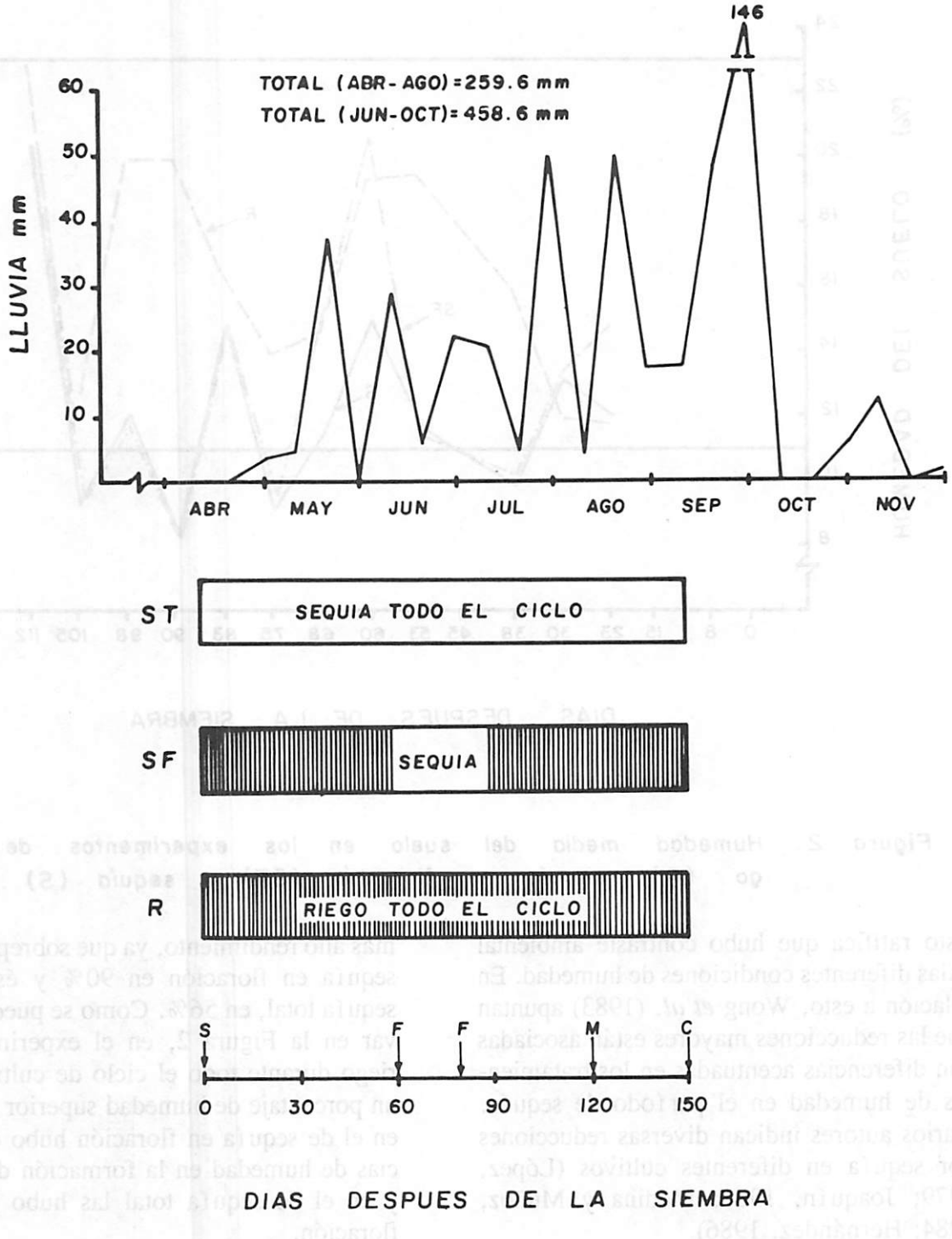


Figura 1. Lluvia decenal (mm) y algunas características de los experimentos de riego (R), sequía en floración y sequía total; (S) siembra, (F-F) floración, (M) madurez y (C) cosecha.

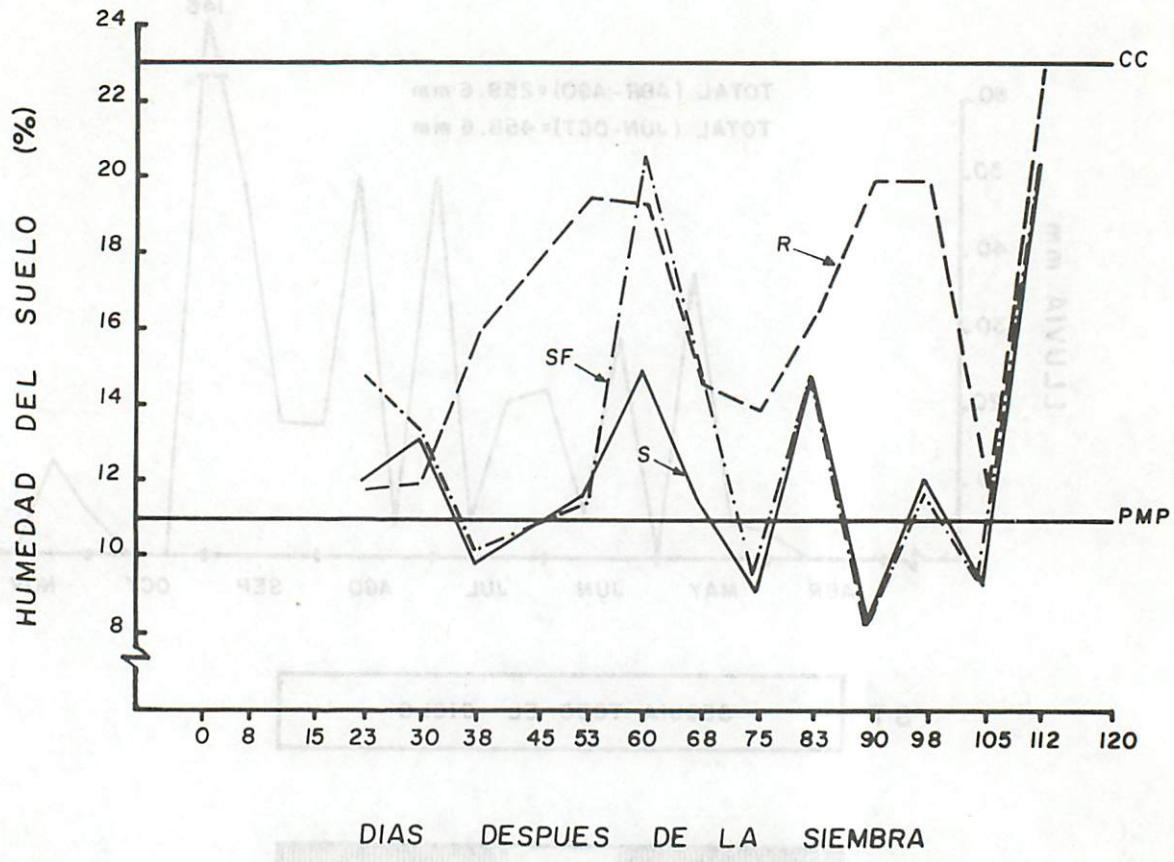


Figura 2. Humedad media del suelo en los experimentos de riego (R), sequía en floración (SF) y sequía (S).

Esto ratifica que hubo contraste ambiental enlas diferentes condiciones de humedad. En relación a esto, Wong *et al.* (1983) apuntan que las reducciones mayores están asociadas con diferencias acentuadas en los tratamientos de humedad en el período de sequía. Varios autores indican diversas reducciones por sequía en diferentes cultivos (López, 1979; Joaquín, 1981; Medina y Muñoz, 1984; Hernández, 1986).

En el Cuadro 2 se observan diferencias significativas entre los rendimientos de grano obtenidos con algunos compuestos de selección respecto a otros, así como sobre el Comp. Cal. 74 Original. Como era de esperarse, en promedio, bajo riego se obtuvo el más alto rendimiento, ya que sobrepasó al de sequía en floración en 90% y éste al de sequía total, en 56%. Como se puede observar en la Figura 2, en el experimento de riego durante todo el ciclo de cultivo hubo un porcentaje de humedad superior al PMP; en el de sequía en floración hubo deficiencias de humedad en la formación del grano y en el de sequía total las hubo desde la floración.

En el experimento de riego, los más altos rendimientos se obtuvieron con los ciclos de selección VI, VII y V, aunque en algunos otros ciclos también sobresalieron algunas modalidades de selección. De los 13 genotipos de mayor rendimiento, cinco correspon-

Cuadro 2. Rendimiento de grano por planta (g) de los genotipos evaluados en tres condiciones de humedad.

Genotipo		Condición de humedad[1]			
Ciclo	Origen	Riego (R)	Sequía en floración (SF)	Sequía total (S)	Indice S/R (%)
I	CSFS	129	72	51 a	40*
	CSFR	131	80	56 a	43*
	CSFRS	133	64	32	24
II	CSFS	139 a	78	47	34*
	CSFR	134 a	58	38	28
	CSFRS	132	77	36	27
III	CSFS	142 a	67	46	32
	CSFR	125	63	47	38*
	CSFRS	145 a	78	56 a	39*
IV	CSFS	128	66	49	38*
	CSFR	134 a	64	51 a	38*
	CSFRS	126	67	39	31
V	CSFS	137 a	78	49	36
	CSFR	136 a	66	56 a	41*
	CSFRS	134 a	87a	48	36*
VI	CSFS	142 a	68	47	33*
	CSFR	139 a	56	56 a	40*
	CSFRS	142 a	64	43	30
VII	CSFS	139 a	71	52 a	37*
	CSFR	141 a	83 a	46	33*
	CSFRS	133	83 a	38	29
Cal-74 Original		129	63	40	31
Zac. 58 III CSFRS		112	64	20	18
Zac. 58 Original		96	55	25	26
H-204		137 a	86 a	60 a	44*
	Promedio	133	70	45	34

[1] Cantidades con la letra "a" dentro de cada columna, son estadísticamente iguales (P<0.05) según la prueba de Tukey.

* Significativo según la prueba de Tukey.

dieron a compuestos provenientes de selecciones en riego, cinco a selecciones en sequía y tres al diferencial R/S. En el experimento de sequía en floración, sobresalieron dos genotipos del ciclo VII y uno del V; de éstos, uno correspondió a selecciones bajo riego y dos al diferencial R/S. En el de sequía total, hubo compuestos de casi todos los ciclos de selección que mostraron un comportamiento significativo; cuatro de los compuestos provinieron de selecciones bajo riego, dos bajo sequía y uno al diferencial R/S. Entre los testigos, el Comp. Cal. 74 Original, el Zac. 58 Original y el Zac. 58 III CSFRS, en los tres experimentos mostraron bajos rendimientos; en cambio, el H-204 sobresalió en los tres. Lo anterior dió como resultado que al obtener los índices S/R (Cuadro 2), seis de los valores más altos corresponden a los compuestos seleccionados bajo riego, cuatro a los seleccionados bajo sequía y dos al diferencial R/S.

En el Cuadro 3 se muestra el rendimiento de los compuestos obtenidos al seleccionar bajo riego, cuando la evaluación se llevó a cabo en riego, con sequía en floración y con sequía total. El avance genético varió según la condición de humedad del ambiente de evaluación; así puede apreciarse que en la prueba bajo riego el avance fue de 1.3% por ciclo, en la de sequía en floración 0.8% y en la de sequía total 3.0%. En el Cuadro 4 se muestran los resultados de los compuestos de selección generados bajo condiciones de sequía; como en el caso anterior, también en éste el mayor avance genético se obtuvo en el experimento de sequía total, con 2.3% por ciclo de selección; en el experimento de riego, el avance fue de 1.1% y en el de sequía en floración 0.6%. En el Cuadro 5 se muestran los rendimientos por ciclo de los compuestos obtenidos de acuerdo al índice R/S; en este caso el mayor avance genético se obtuvo en el experimento con sequía en floración, con 3.0% por ciclo; en el ensayo

Cuadro 3. Rendimiento (g/planta) de siete ciclos de selección familial de medios hermanos, obtenidos en condiciones de riego, del maíz Comp. Cal. 74, y evaluados en tres condiciones de humedad.

Ciclo de selección	Riego	Sequía en floración	Sequía total
0	129	63	40
1	131	80	56
2	134	58	38
3	125	63	47
4	134	64	51
5	136	66	56
6	139	56	56
7	141	83	46
Promedio	133	66	49
B [1]	1.7	0.5	1.2
AG (%)[2]	1.3	0.8	3.0

[1] Coeficiente de regresión; [2] Avance genético promedio por ciclo de selección.

Cuadro 4. Rendimiento (g/planta) de siete ciclos de selección familial de medios hermanos, obtenidos bajo condiciones de sequía, del maíz Comp. Cal. 74; y evaluados en tres condiciones de humedad.

Ciclo de selección	Riego	Sequía en floración	Sequía total
0	129	63	40
1	129	72	51
2	139	78	47
3	142	67	46
4	128	66	49
5	137	78	49
6	142	68	47
7	139	71	52
Promedio	136	70	48
B[1]	1.4	0.4	0.9
AG(%)[2]	1.1	0.6	2.3

[1] Coeficiente de regresión; [2] Avance genético promedio por ciclo de selección.

Cuadro 5. Rendimiento (g/planta) de siete ciclos de selección familial de medios hermanos, obtenidos bajo condiciones de riego/sequía, del maíz Comp. Cal. 74, y evaluados en tres condiciones de humedad.

Ciclo de Selección	Riego	Sequía en Floración	Sequía total
0	129	63	40
1	133	64	32
2	132	77	36
3	145	78	56
4	126	67	39
5	134	87	48
6	142	64	43
7	133	83	38
Promedio	134	73	42
B[1]	0.7	1.9	0.7
AG(%)[2]	0.5	3.0	1.8

[1] Coeficiente de regresión; [2] Avance genético promedio por ciclo de selección.

de riego el avance promedio fue de 0.5% y con sequía total de 1.8%.

En general, se aprecia que los sintéticos R/S, obtenidos por su menor reducción del rendimiento en sequía en relación a riego, exhibieron los mayores avances genéticos, principalmente cuando se probaron bajo condiciones limitadas de humedad (sequía en floración y sequía total). Considerando que la intensidad de la sequía aplicada en el lote de selección, del cual se derivaron los sintéticos R/S, comprendió en cada ciclo 40 días de sequía abarcando la etapa de floración, se esperaba que el mayor avance en las pruebas lo exhibieran en este tipo de ambiente (Cuadro 5); esto concuerda con lo expresado por Muñoz (1980). Los compuestos seleccionados en sequía (Cuadro 4) mostraron las mayores ganancias bajo sequía total; esto coincide con lo obtenido por Muñoz y González (1976), Acosta y Nuñez (1972) y con los resultados de un ciclo de selección en el Comp. Cal. 74, según Cortés (1981).

Interesantemente los sintéticos obtenidos bajo riego mostraron los mayores avances bajo condiciones de sequía total (Cuadro 3). Esto deja entrever que los mecanismos que regulan la resistencia a la sequía en el Comp. Cal. 74, pueden ser diferentes a los observados por Muñoz y González (1976). Es decir, que al seleccionar ya sea en riego, en sequía o por la diferencia entre ambas condiciones, no se obtengan resultados similares, porque en el proceso de selección se están seleccionando diversas características morfológicas. En relación a esto, Gutiérrez (1986) observó en sintéticos seleccionados bajo el esquema riego-sequía, que selecciones bajo riego mostraron ganancias significativas, tanto en localidades favorables como desfavorables; mientras que las selecciones practicadas bajo sequía mostraron los mejores avances solamente en condiciones de cultivo desfavorables.

CONCLUSIONES

Las conclusiones derivadas del presente trabajo son las siguientes:

Los compuestos del maíz Compuesto Calera 74 obtenidos bajo las diversas modalidades y criterios de selección, mostraron diferentes grados de avances genéticos en el rendimiento de grano al ser evaluados en tres condiciones contrastantes de humedad. Tanto los genotipos seleccionados bajo sequía, como los seleccionados bajo riego, respondieron favorablemente en siembras con sequía drástica. De acuerdo al comportamiento de los genotipos identificados por su mayor rendimiento, se puede esperar que posean mecanismos de tolerancia a la sequía distintos a los indicados por otros autores.

BIBLIOGRAFIA

Acosta S., R. y R. Núñez E. 1972. Investigaciones sobre maíz de temporal en el Valle de México. Contribución de la Rama de Suelos del Colegio de Postgraduados de Chapingo, México.

Compton, W.A. and K. Bahadur. 1977. Ten cycles of progress from modified ear to-row selection. Crop Sci. 17: 378-380.

Cortés N., J.R. 1981. Selección recurrente para tolerancia a sequía en el Compuesto de maíz Calera-74. Tesis M.C. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Covarrubias P., J. y F. Márquez S. 1980. Comparación de los métodos de selección masal y familial para adaptabilidad en una variedad criolla de maíz. Resúmenes VIII Congreso Nacional de Fitogenética, SOMEFI. Uruapan, Mich. México. p. 28.

Darra, L.L., S.A. Eberhart, and L.H. Penny. 1972. A maize breeding study in Kenya. Crop Sci. 12: 605-608.

Estrada M., A. 1977. Selección masal y selección modificada de mazorca por surco en dos variedades de maíz de la raza Zapalote Chico. Tesis M.C. Colegio Superior de Agricultura Tropical, Cárdenas, Tabasco. México. 164 p.

Gutiérrez S., J.R. 1986. Comportamiento en campo y tolerancia a marchitez permanente y a presión osmótica de poblaciones de maíz seleccionadas bajo el sistema riego-sequía. Tesis de M.C. C.P. Chapingo, México. 125 p.

_____, V.M. Castro R., M. Luna F. y R. Wong R. 1980. Cuatro ciclos de selección masal y familial combinada en una variedad de maíz (*Zea mays* L.) bajo el esquema riego-sequía en Durango. Memoria VIII Congreso Nacional de Fitogenética, SOMEFI. Uruapan, Mich. México. pp. 175-188.

Hernández S., H. 1986. Respuesta bajo el sistema riego-sequía de poblaciones de maíz seleccionadas en la región de Chiautla, Pue. Tesis de M.C. C.P. Chapingo, México. 109 p.

Joaquín T., I.C. 1981. Estudio de variedades de cacahuate *Arachis hypogea* L. bajo el método riego-sequía. Tesis M.C., C.P. Chapingo, México. 173 p.

Lonnquist, J.H. 1964. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. Crop Sci. 4: 227-228.

_____. 1965. Métodos de selección útiles para mejoramiento dentro de poblaciones. Trad. M.G. Gutiérrez. Fitotecnia Latinoamericana 2: 1-10.

López C., C. 1979. Investigación sobre resistencia a la sequía en cebada *Hordeum vulgare* L. y trigo *Triticum aestivum* L. Tesis Profesional, UACH. Chapingo, México. 252 p.

Márquez S., F. 1980. Sistemas de selección combinada, familial e individual en el mejoramiento genético del maíz (*Zea mays* L.). Fitotecnia 4: 1-83.

Medina Ch., S. y A. Muñoz O. 1984. Interacción variedad por riego-sequía en arroz y trigo. Agrociencia 58: 11-28.

Muñoz O., A. 1980. Resistencia a la sequía y mejoramiento genético. Ciencia y Desarrollo 33: 26-35.

_____ y V.A. González H. 1976. Mejoramiento de maíz en el CIAMEC. IV. Obtención de sintéticos resistentes a sequía y heladas. Memoria VI Congreso Nacional de Fitogenética, SOMEFI. Monterrey, N.L., México. pp. 131-147.

Paterniani, E. 1967. Selection among and within half-sib families in a Brazilian population of maize. Crop Sci. 7: 212-216.

Sevilla P., R. 1975. Selección mazorca-hilera modificada en una variedad de Maíz de la Sierra Peruana. Informativo del Maíz, Número Extraordinario. Vol. 1: 22-26.

Sprague, G.F. and S.A. Eberhart. 1977. Corn breeding. *In*: Corn and Corn Improvement. G.F. Sprague, (ed.). pp. 305-362. Am. Soc. Agron. Inc. Publisher. Madison, Wisconsin, USA.

Webel, O.D. and J.H. Lonnquist. 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn. Crop Sci. 7: 651-655.

Wong R., R., A. Muñoz O. y L.E. Mendoza O. 1983. Efecto de la sequía sobre características vegetativas, reproductivas y de eficiencia en variedades de sorgo. Agrociencia 51: 101-114.