

Selección Familiar de Progenies de Hermanos Completos en Poblaciones de Maíz para el Trópico Mexicano¹

M. Sierra, R.E. Preciado*, J.J. Alcázar*, F.A. Rodríguez**

ABSTRACT

During the rainy seasons of 1984 and 1986 Sintético Tropical Dentado, Tuxpeño Tropical Cristalino, and Población Elite Tropical varieties of maize were evaluated in Mexico's humid tropics for their response to full-sib recurrent selection (SRHC) and adaptability. It was detected that the varieties of the second cycle yielded 6% more than the first; and with regard the analysis of stability parameters, stable varieties with higher yield ("desirables") were detected. Finally, varieties of "Sintético Tropical Dentado" showed better yields in humid conditions, while the varieties of "Tuxpeño Tropical Cristalino" and "Población Elite Tropical" proved better in dry conditions.

COMPENDIO

Durante los ciclos de temporal de 1984 y 1986 se evaluaron en 9 y 14 localidades del trópico mexicano, respectivamente, variedades de maíz: Sintético Tropical Dentado, Tuxpeño Tropical Cristalino y Población Elite Tropical con los objetivos de estimar la respuesta a la Selección Recurrente de Hermanos Completos (SRHC) en esas poblaciones de maíz y conocer su adaptabilidad. En la evaluación de 1984 se incluyeron variedades del primer ciclo de SRHC y se separaron los ambientes por tipo de clima; en la evaluación de 1986 se incluyeron variedades del primer y segundo ciclos de selección. De acuerdo con los análisis de estabilidad para las evaluaciones de 1984 y 1986, se detectaron variedades estables y de alto rendimiento ("deseables"). Finalmente, se observó que las variedades de la población "Sintético Tropical Dentado" tuvo mejor comportamiento en climas húmedos, mientras que "Tuxpeño Tropical Cristalino" y "Población Elite Tropical" tuvieron mejor comportamiento en climas más secos.

INTRODUCCION

En la región tropical húmeda y subhúmeda de México se cultivan alrededor de 2.5 millones de hectáreas de maíz, en donde sólo en un 15% al 20% de la superficie se utiliza semilla mejorada, debido principalmente a su escasa disponibilidad en el mercado. Lo anterior plantea la necesidad de formar variedades de polinización libre a través del mejoramiento poblacional, cuyas ventajas son la facilidad

de producción de semilla y que el productor puede utilizarla por varios años.

El mejoramiento poblacional en el cultivo de maíz es importante porque aprovecha la porción aditiva de la variancia genética presente en las poblaciones y porque además genera subproductos que son variedades de polinización libre de alto rendimiento y amplia adaptación (7). En la hibridación, el mejoramiento poblacional también es importante porque se está en posibilidades de obtener líneas superiores que, a su vez, formen mejores combinaciones híbridas.

En los últimos años, una serie de trabajos ha revelado que, mediante la selección recurrente continua, es posible incrementar constantemente el potencial de rendimiento de variedades de polini-

¹ Recibido para publicación el 20 de junio de 1988.

* Ing. Agr. Investigadores del Programa de Maíz del Campo Experimental de Cotaxtla (CECOT); Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (CIFAP), Veracruz/Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) - Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Veracruz, México.

zación libre de maíz, llegando en algunos casos a superar a los híbridos utilizados en un área (9).

Al mejorar las poblaciones de maíz, estas adquieren amplia adaptación y relativamente alta tolerancia a factores adversos como insectos, enfermedades, sequía, otros, que se presentan en algunas regiones (7).

Las frecuencias alélicas pueden ser modificadas por selección y, si un gran número de genes está involucrado, los incrementos por generaciones son pequeños, para lo cual un mayor número de cambios puede ser logrado por selección recurrente continua a través de muchos años (2).

Entre los métodos de mejoramiento poblacional, la selección recurrente de Hermanos Completos es un medio eficiente para mejorar las poblaciones de maíz, debido a que el coeficiente de la variancia genética aditiva entre familias es relativamente grande (1). Con la utilización de este método se han obtenido ganancias hasta del 3% en promedio por ciclo (6, 8).

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Estimar la respuesta a la selección recurrente de Hermanos Completos en las poblaciones de "Sintético Tropical Dentado" (STD), "Tuxpeño Tropical Cristalino" (TTC) y "Elite Tropical" (PET).
- Definir la adaptabilidad de las variedades experimentales obtenidas por selección recurrente de Hermanos Completos.

MATERIALES Y METODOS

La selección recurrente en las poblaciones de maíz STD, TTC y PET fue realizada por el programa de maíz para el trópico húmedo de México, con sede en el Campo Experimental Cotaxtla (CECOT) del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Veracruz (CIFAP-VER.), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), México.

Características de las poblaciones

La población STD está constituida por la raza Tuxpeño y se caracteriza por tener grano blanco dentado, planta de altura intermedia, ciclo biológico intermedio con alto potencial de rendimiento y adaptable a áreas tropicales bajas.

La población TTC es de grano blanco cristalino y semicristalino, de planta baja, ciclo intermedio, constituida por germoplasma "Tuxpeño" y "Cristalino Cubano", con alto potencial de rendimiento y buen comportamiento en zonas tropicales.

La PET se integró con dos compuestos germoplásticos de amplia base genética a partir de colecciones de criollos tropicales sobresalientes en ensayos nacionales. Es una planta alta, de ciclo biológico tardío y presenta cierta variación fenotípica como en la mazorca.

Procedimiento

En el Cuadro 1 se presenta el esquema de selección recurrente donde se hace referencia a las actividades desarrolladas en función del tiempo, donde se pueden observar la continuidad del mejoramiento poblacional, la obtención de variedades de polinización libre y el logro de líneas que se pueden utilizar en programas de hibridación (5 y 6). A continuación se describen las fases presentadas:

Formación de familias de Hermanos Completos (HC). Para el primer y segundo ciclos de selección se realizó un mínimo de 400 progenies de HC en cada una de las tres poblaciones, para lo cual se etiquetaron individualmente las plantas por familias y se efectuaron cruza entre pares de plantas, constituyendo cada par una familia de HC. En la cosecha fueron seleccionadas 250 familias por población (6).

Evaluación de familias. La evaluación de familias se hizo durante los ciclos agrícolas de primavera-verano (temporal) de 1982 y 1984 para el primer y segundo ciclo de selección respectivamente, en cinco localidades comprendidas en el área tropical de la zona sur del país y una en Ciudad Obregón, Sonora, en la zona norte (Cuadro 2). La selección de familias se hizo con base en el rendimiento, altura de planta y mazorca, sanidad en plantas y mazorca, acame; y se tuvo especial cuidado en las características agronómicas que a continuación se detallan para cada una de las poblaciones:

STD Grano dentado y buena cobertura de mazorca.

TTC Buena cobertura de mazorca.

PET Menor altura de planta y mazorca.

Cuadro 1. Esquema de trabajo en la obtención de variedades experimentales por selección recurrente de hermanos completos en las poblaciones sintético-tropical-dentado, tuxpeño-tropical-cristalino y población élite tropical.

Año y ciclo	Actividad	Localidad
1982 A	Formación de Hermanos Completos 1er. CSR	Cotaxtla
1982 B	--Evaluación de Hermanos Completos	Zona Sur
	--Formación de líneas S ₁	Cotaxtla
1983 A	Formación de variedades experimentales F ₁	Cotaxtla
	--Primer ciclo de recombinación de líneas S ₁	Cotaxtla
	--Avance endogámico a S ₂	Hibridación
1983 B	--Obtención de variedades F ₂	Cotaxtla
	--Segunda recombinación	
1984 A	--Formación de H.C. 2º CSR	Cotaxtla
1984 B	--Evaluación de H.C. 2º CSR	Zona Sur
1985 A	--Formación de variedades experimentales 2º CSR	Cotaxtla e Iguala
1985 B	--Avance generacional de variedades a F ₂	Cotaxtla e Iguala
1986 B	--Evaluación de variedades (F ₂) del 2º CSR	Zona Sur

Notas:

- HC = Progenies de Hermanos Completos
 CSR = Ciclo de selección recurrente.
 A = Ciclo agrícola otoño-invierno (riego).
 B = Ciclo agrícola primavera-verano (temporal)
 Zona Sur = Comprende geográficamente los estados del Sureste de la República Mexicana
 Cotaxtla = Campo Experimental Cotaxtla en el estado de Veracruz, México
 Iguala = Campo Experimental Iguala en el estado de Guerrero, México

Recombinación de familias para avance cíclico.

De las 50 a 70 familias seleccionadas por población (20% a 30% de presión de selección), fueron derivadas líneas S₁, con las cuales se establecieron lotes de desespigamiento con fines de recombinación, donde el macho fue constituido por un compuesto mecánico balanceado de las familias seleccionadas, y la hembra por cada una de las líneas sembradas individualmente. Para un segundo ciclo de recombinación se hizo igual, sólo que en lugar de utilizar líneas S₁ se usaron familias de medios hermanos.

Formación de variedades experimentales. Las variedades experimentales se formaron mediante la recombinación genética de las 10 familias seleccionadas en cada localidad por población y a través

de localidades; la nomenclatura para cada variedad experimental fue: iniciales de la localidad en que se evaluaron las progenies, ejemplo: Iguala (IG); iniciales de la denominación de la población, ejemplo: "Sintético Tropical Dentado" (STD); y el año en que se evaluaron las progenies (82), que conducen a la nomenclatura de la variedad IG STD 82.

Evaluación de las variedades experimentales.

Las variedades experimentales del primer y segundo ciclo de selección recurrente fueron evaluadas durante los ciclos de temporal de 1984 y 1986, respectivamente. Las localidades de evaluación se muestran en el Cuadro 3, donde se registra el tipo de clima, altura sobre el nivel del mar, temperatura y precipitación anual y las coordenadas geográficas respectivas.

Cuadro 2. Localidades de evaluación de progenies de Hermanos Completos de las poblaciones de maíz STD, TTC y PET en los ciclos agrícolas primavera-verano (temporal) 1982 y 1984.

Localidad	Población de maíz		
	STD	TTC	PET
Cotaxtla, Veracruz	1, 2	1, 2	1, 2
San Andrés Tuxtla, Veracruz	1, 2	1, 2	1, 2
Ocozocuaatla, Chis	1, 2	1, 2	2
Villa Flores, Chis	1	-	1
Iguala, Gro	1, 2	2	1, 2
Campeche, Camp	-	1	-
Santiago Ixcuintla, Nay.	-	-	1
Cd. Obregón, Son	1, 2	1, 2	2
Costa de Jalisco	2	2	2

1 Evaluación de progenies de Hermanos Completos Primavera-Verano (temporal) 1982 (1er. ciclo)

2 Evaluación de progenies de Hermanos Completos Primavera-Verano (temporal) 1984 (2do. ciclo)

Germoplasma utilizado. Se incluyeron en la evaluación las variedades del primer y segundo ciclo de selección recurrente, las variedades sintéticas denominadas CGB[†] y los genótipos-testigo.

Análisis estadísticos. Se hicieron análisis de variancia para la variable rendimiento de grano en las evaluaciones del primer ciclo de selección (temporal de 1984) y del segundo ciclo (temporal de 1986); y se caracterizaron los genótipos en función de su respuesta al ambiente mediante la metodología de parámetros de estabilidad, propuesto por Eberhart y Russell (3).

En la evaluación del temporal de 1986, se hicieron las pruebas de "t" para la variable rendimiento de grano en las comparaciones siguientes: Variedades del primer ciclo *versus* variedades del segundo ciclo, variedades del segundo ciclo F₁ *versus* variedades del segundo ciclo F₂, variedades del segundo ciclo *versus* variedades sintéticas (CGB[†]) y variedades del segundo ciclo *versus* testigos.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 4 se presenta el rendimiento medio y los parámetros de estabilidad de las variedades experimentales del primer ciclo de selección durante el temporal de 1984 en 14 localidades comprendidas en el área tropical de la zona sur de México. Se puede observar que de los 32 genótipos evaluados, 20

resultaron ser estables; de éstos fueron superiores al 0.05 de probabilidad (genótipos "deseables") las variedades: OCOZ STD-82, IG STD-82 y VF STD-82 de la población "Sintético Tropical Dentado"; TH TTC-82, COT TTC-82, OCOZ TTC-82, SAT TTC-82 y CAMP TTC-82 de la población "Tuxpeño Tropical Cristalino" y las variedades sintéticas CGB-23 y CGB-21. También se observa que nueve genótipos se caracterizaron por tener buena respuesta en todos los ambientes pero son inconsistentes.

Finalmente, los genótipos NAY PET-82 y TH STD-82 tuvieron mejor respuesta en ambientes desfavorables y consistentes. Lo anterior demuestra que el mejoramiento de las poblaciones permite obtener variedades de maíz de polinización libre de alto rendimiento y amplia adaptación a las áreas tropicales de México, lo cual concuerda con lo sugerido por varios investigadores (5, 6); así también el uso de los parámetros de estabilidad (3) permitió caracterizar a los genótipos en función de la respuesta al ambiente.

El Cuadro 5 muestra las medias de rendimiento para los grupos de variedades del primer ciclo de selección, separándose los ambientes de climas húmedos y secos de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (4) en 1981. Puede verse en términos generales que los grupos de variedades de las poblaciones "Sintético Tropical Dentado", "Tuxpeño Tropical Cristalino", "Población Elite Tropical" y "Sintéticos Experimentales", superaron al promedio de los testigos comerciales en 12%, 14%, 7% y 8%, respectivamente, lo que demuestra el potencial genético de las poblaciones, sobre todo STD y TTC que son más avanzadas desde el punto de vista del mejoramiento.

En ambientes húmedos, se encontró una superioridad con respecto al promedio de los testigos del 17%, 16%, 2% y 6% para los grupos de variedades STD, TTC, PET y Sintéticos, respectivamente; mientras que en ambientes secos hubo una superioridad del 7%, 11%, 8% y 7% con respecto a los testigos para STD, TTC, PET y Sintéticos, respectivamente. Se observa pues que en climas húmedos el grupo superior fue el de STD, lo que era de esperarse por su origen genético (raza Tuxpeño) y geográfico (costa del golfo de México) de la población. En climas secos, fueron superiores los grupos de variedades de TTC y PET. Con respecto a la PET, ésta tuvo mejor comportamiento en ambientes secos, seguramente

Cuadro 3. Localización de ensayos uniformes de variedades experimentales del primer y segundo ciclo de selección recurrente de Hermanos Completos en poblaciones tropicales de maíz en el ciclo agrícola primavera-verano (temporal) 1984 y 1986.

Localidad	Clima*	ASN M** (m)	Precipitación media anual (mm)	Temperatura media anual (°C)	Latitud norte	Longitud oeste
Cotaxtla, Veracruz (1, 2)	Aw ₁ (a) (e)g	15	1 300	25.0	18° 50'	96° 10'
San Andrés Tuxtla, Ver (1)	Am(Wi ^h) (e) (g)	360	1 996	24.5	18° 27'	95° 11'
Campeche, Camp (1)	Awo ^h (w) (i)	8	1 016	26.1	19° 51'	90° 33'
Uxmal, Yuc (1, 2)	Awo	30	1 200	26.0	20° 59'	89° 39'
Chetumal, Q R (1, 2)	Aw ₁ ^h (x) i	6	1 300	26.0	18° 30'	88° 17'
Ocozocuahtla, Chis (1)	Aw ₁ ^h (w) (i)g	864	898	23.6	16° 46'	93° 22'
Villa Flores, Chis (1)	Aw ₁ ^h (w) (i)g	610	1 198	24.6	16° 14'	93° 16'
Venustiano Carranza, Chis (1)	(A) C (W ₂ ^h) (w) big	1 100	1 151	19.1	16° 11'	91° 52'
Soconusco, Chis (1)	Am (w) big	137	2 489	26.0	14° 55'	92° 15'
Costa Oaxaqueña, Oaxaca (1, 2)	Aw ₂ (w) i	190	1 699	26.9	16° 21'	98° 3'
Iguala Gro (1)	Awo (w) (i ^h) g	635	1 086	26.7	18° 22'	99° 33'
Costa de Jalisco, Jal (1, 2)	Aw ₁	400	1 000	24.4	19° 30'	104° 27'
Apatzingán, Mich (1)	BS ₁ (h) w (w) (i ^h) g	500	700	20.1	19° 5'	102° 21'
Colima, Col (1)	Awo	494			19° 15'	103° 43'
Oxa, Camp (2)	Awo					
Tikimul, Camp (2)						
Justicia Social, Yuc (2)	Awo					
Ebano, S L P (2)						

1 Evaluación ciclo primavera-verano (temporal) de 1984 (1er ciclo)

2 Evaluación ciclo primavera-verano (temporal) de 1986 (2do ciclo)

* Clasificación climática de Koopen modificada por García (4)

** Altura sobre el nivel del mar.

Awo = El más seco de los cálidos subhúmedos, cociente precipitación/temperatura (P/T) < 43.2

Aw₁ = Intermedio entre Awo y Aw₂, cociente P/T entre 43.2 y 55.3Aw₂ = El más húmedo de los subhúmedos, cociente P/T > 55.3

Am(w) = Cálido húmedo con porcentaje de lluvia invernal < 5.

BS₁ = Seco o árido con lluvias en verano o cociente P/T > 22.9

debido a que el origen de esta población corresponde a ambientes secos en un lato porcentaje.

Por lo que se refiere a las características agronómicas de las variedades, en el Cuadro 5 se observa en cuanto a días a floración que la mayoría de los materiales que registran valores similares al testigo V-454, son de planta baja. Respecto al porcentaje de acame, es relativamente bajo, y con excepción del CGB-16, el resto de los genótipos tiene porcentajes menores; en cuanto al porcentaje de mazorcas con mala cobertura, se observan valores de 7 hasta 16 que sugieren que la cobertura es aceptable para estas variedades. El porcentaje de mazorcas podridas, no obstante la variación de ambientes, fue relativamente bajo. Finalmente, las calificaciones visuales de planta y mazorca y sanidad de las mismas fueron altas, lo que indica que presentaron buen aspecto y además buena sanidad.

En el Cuadro 7 se presenta el rendimiento medio y los parámetros de estabilidad de variedades de maíz del primer y segundo ciclo de selección recurrente de Hermanos Completos, conducidos durante el temporal de 1986 en nueve localidades del área tropical. Puede verse que de los genótipos superiores al 0.05 de probabilidad, 18 resultaron ser estables (3), de los que destacan los obtenidos del segundo ciclo de selección recurrente: SAT TTC-84 en F₁ y F₂, formados con la recombinación de las 10 mejores progenies de la población "Tuxpeño Tropical Cristalino", seleccionados en San Andrés Tuxtla, Veracruz (SAT) bajo una presión ambiental de altas temperaturas y alta humedad relativa (clima Am) (4), fuerte presencia en forma natural de *Helminthosporium turcicum* en planta y *Diplodia maydis* en mazorca. Lo anterior indica que la localidad de San Andrés Tuxtla, Veracruz, es importante en la selección de progenies con miras a generar variedades estables y de alto

Cuadro 4. Rendimiento promedio y parámetros de estabilidad de variedades experimentales del primer ciclo de selección recurrente de Hermanos Completos. Ciclo primavera-verano (temporal) 1984.

Genealogía	Rendimiento (kg/ha)	Bi	S ² di	Grado de estabilidad
Ocoz Std-82	4 792*	= 1	= 0	Variedad estable
Cgb-23	4 768*	= 1	= 0	Variedad estable
Ig Std-82	4 711*	= 1	= 0	Variedad estable
Cot Ttc-82	4 680*	= 1	= 0	Variedad estable
Vl Std-82	4 671*	= 1	= 0	Variedad estable
Th Ttc-82	4 618*	= 1	= 0	Variedad estable
Ocoz Ttc-82	4 564*	= 1	= 0	Variedad estable
Sat Ttc-82	4 549*	= 1	= 0	Variedad estable
Camp Ttc-82	4 531*	= 1	= 0	Variedad estable
Cgb-21	4 430*	= 1	= 0	Variedad estable
Cgb-20	4 357**	= 1	= 0	Variedad estable
Ig Pet-82	4 357**	= 1	= 0	Variedad estable
Cgb-17	4 352**	= 1	= 0	Variedad estable
Sat Pet-82	4 279**	= 1	= 0	Variedad estable
Cot Pet-82	4 264**	= 1	= 0	Variedad estable
Sat Std-82	4 199**	= 1	= 0	Variedad estable
Cgb-18	4 172	= 1	= 0	Variedad estable
Cgb-24	4 070	= 1	= 0	Variedad estable
Cgb-19	3 908	= 1	= 0	Variedad estable
Vs-525 (1)	3 898	= 1	= 0	Variedad estable
Cgb-16	4 820*	= 1	> 0	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente
Cot Std-82	4 501*	= 1	> 0	" "
V-454 (1)	4 489*	= 1	> 0	" "
Th Pet-82	4 383*	= 1	> 0	" "
H-507 (1)	4 355**	= 1	> 0	" "
Vl Pet-82	4 298**	= 1	> 0	" "
V-524 (1)	3 858	= 1	> 0	" "
Test Regional	3 565	= 1	> 0	" "
V-424 (1)	3 548	= 1	> 0	" "
Nay Pet-82	4 395*	< 1	= 0	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes
Th Std-82	4 263**	< 1	= 0	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes

(**) DMS 0 01 = 631

(*) DMS 0 05 = 444

(1) = Testigos

rendimiento. Otro grupo importante son las variedades Combinada 1 F₁ y F₂ y Combinada 2 F₁ y F₂, que sugiere otra forma de explotar efectos aditivos al acumular genes favorables de familias sobresalientes a través de localidades en el trópico mexicano en las poblaciones STD, TTC y PET, las cuales al recombinarse dieron origen a las variedades combinadas. También es importante señalar que de los genótipos superiores, la mayoría proviene de la población TTC, lo que demuestra que ésta tuvo mejor comportamiento a través de los ambientes de evaluación.

Finalmente, en el Cuadro 8 se registran las comparaciones y pruebas de "t" para la variable rendimiento de grano en los diferentes grupos durante el temporal de 1986. En la primera comparación se observa que las variedades del segundo ciclo de selección superaron en un 6% a las variedades del primer ciclo con un valor de "t" calculado de 2.69 altamente significativo, lo que demuestra un avance en la obtención de variedades y en la eficiencia del método en la mejora de las poblaciones (1, 2). Al respecto, varios autores han encontrado ganancias del

Cuadro 5. Rendimiento de grano en kilogramos por hectárea en diferentes grupos de variedades, separados por tipo de clima en la zona sur de México. Ciclo primavera-verano (temporal) 1984.

Grupo de variedad	Rendimiento (kg mz/ha)					
	Climas Aw ₁ Aw ₂ y Am (húmedos)	Relat. (%)	Climas Awo y Bs (secos)	Relat. (%)	General (húmedos y secos)	Relat. (%)
STD	4 198	117	5 108	107	4 522	112
TTC	4 151	116	5 332	111	4 586	114
Sintéticos	3 809	106	5 144	108	4 329	107
Testigos	3 587	100	4 785	100	4 030	100
Criollo	3 068	83	4 489	94	3 565	88

Cuadro 6. Características agronómicas de variedades sobresalientes del primer ciclo de selección recurrente (1984 B).

Orden (número)	Genealogía	Días a flor (d)	Alt. planta (cm)	Porcentaje			Calificación		Sanidad	
				acame	mala cob.	mazorca pod.	planta	mazorca	planta	mazorca
1	CGB-16	60	244	16	16	7	9	9	8	8
2	OCOZ STD-82	58	223	9	10	8	8	7	8	8
3	CGB-23	59	234	10	11	7	9	9	8	8
4	IG STD-82	59	221	11	10	8	8	8	8	8
5	COT TTC-82	58	212	12	10	6	8	8	8	8
6	VF STD-82	59	225	8	13	7	8	8	8	8
7	TH TTC-82	60	215	5	9	7	8	8	7	9
8	OCOZ TTC-82	58	211	11	12	6	8	8	7	9
9	SAT TTC-82	59	216	9	13	6	9	8	8	8
10	CAMP TTC-82	59	216	10	7	8	8	8	7	8
11	COT STD-82	59	221	6	11	8	8	8	7	8
12	V-454 (I)	59	236	15	9	8	9	8	7	8
13										

Calificación, sanidad de planta y mazorca; escala de calificación de 1 a 9, 9 para lo mejor y 1 para lo peor

3% en promedio de rendimiento por ciclo de selección (5, 6, 8).

En la segunda comparación se observa que las variedades experimentales F₁ resultaron ser estadísticamente superiores a las variedades F₂ con un porcentaje relativo del 108% y un valor de "t" calculado de 4.16. Ello indica que hay un decremento en rendimiento al pasar las variedades de F₁ a F₂ (variedades genéticamente estables), lo que sugiere que las variedades deben evaluarse preferentemente en F₂. En la tercera comparación, se observa que las variedades experimentales del segundo ciclo de selección rindieron estadísticamente igual que las sintéticas experimentales denominadas CGB^a, lo que

demuestra que la formación de variedades sintéticas con líneas endogámicas representa otra buena alternativa para capitalizar el potencial genético y, por lo tanto, otra alternativa en cuanto a metodología de mejoramiento. La cuarta comparación hace referencia a la superioridad de las variedades del segundo ciclo de selección con respecto de los testigos que es bastante halagadora (26%) y con un alto potencial para que algunas de ellas puedan ser utilizadas comercialmente, objetivo final del mejoramiento.

Lo anterior demuestra la importancia del mejoramiento de la población en la obtención de variedades de maíz de polinización libre de alto rendimiento (1, 7, 9). Finalmente, la comparación

Cuadro 7. Rendimiento y parámetros de estabilidad en variedades de maíz del primer y segundo ciclo de selección recurrente en la zona sur del país. Ciclo primavera-verano (temporal) (1986).

No. de orden	Genealogía	Rendimiento (kg/ha)	Bi	S ² di	Grado de adaptabilidad
1	Sat Ttc-84 F ₁	3 300*	= 1	= 0	Estable
2	Sat Ttc-84 F ₂	3 229*	= 1	= 0	Estable
3	Combinada 2 F ₁	3 227*	= 1	= 0	Estable
4	H-511	3 186*	> 1	= 0	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistentes.
5	Th ₂ Pet-84 F ₂	3 131*	= 1	= 0	Estable
6	Combinada 1 F ₁	3 106*	= 1	= 0	Estable
7	La Huerta Ttc-84 F ₂	3 103*	= 1	= 0	Estable
8	Ig Ttc-84 F ₂	3 044*	= 1	= 0	Estable
9	Lc-27 x D-471	3 034*	= 1	= 0	Estable
10	Cot Ttc-84 F ₂	3 018*	= 1	= 0	Estable
11	Cd. Obregón Ttc-82	3 016*	= 1	= 0	Estable
12	Combinada 1	2 982*	= 1	= 0	Estable
13	Combinada 2	2 888*	= 1	= 0	Estable
14	Th Std-84 F ₁	2 880*	> 1	= 0	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistentes.
15	Ocoz Ttc-84 F ₂	2 868*	= 1	= 0	Estable
16	Th Ttc-84	2 839*	= 1	= 0	Estable
17	Cot Std-84 F ₂	2 829*	= 1	= 0	Estable
18	Cgb-23	2 779*	= 1	= 0	Estable
19	Th ₂ Pet-84 F ₁	2 759*	= 1	= 0	Estable
20	Cgb-16	2 745*	= 1	= 0	Estable
21	Th Ttc-82	2 729	= 1	= 0	Estable
22	Cd. Obregón Std-82	2 698	= 1	= 0	Estable
23	Ocoz Std-82	2 647	= 1	= 0	Estable
24	Vf Std-82	2 644	= 1	= 0	Estable
25	Ocoz Std-84	2 621	= 1	= 0	Estable
26	La Huerta Std-84	2 610	= 1	= 0	Estable
27	Th ₁ Pet-84	2 607	= 1	= 0	Estable
28	Sat Std-84	2 598	= 1	= 0	Estable
29	Criollo Regional	2 598	= 1	= 0	Estable
30	Ig Std-84	2 500	= 1	= 0	Estable
31	Ig Std-82	2 489	= 1	= 0	Estable
32	V-454	2 278	= 1	= 0	Estable
33	Vs-525	2 257	= 1	= 0	Estable
34	V-455	1 659	< 1	= 0	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes
35	D-471	1 383	< 1	= 0	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes.

DMS 0.01 = 749

DMS 0.05 = 570

Cuadro 8. Comparación y prueba de "t" para la variable rendimiento de grano en variedades experimentales en nueve localidades de la zona sur de México. Ciclo primavera-verano (temporal) (1986).

No.	Comparación	Rend. (kg/ha)	Relativo (%)	"t" calc.	No.	Comparación	Rend. (kg/ha)	Relativo (%)	"t" calc.
1	Variedades 1er ciclo	2 704	100	2 69**	4	Variedades 2do. ciclo	2 859	126	7.68**
	Variedades 2do. ciclo	2 859	106			Testigos	2 267	100	
2	Variedades 2do. ciclo F1	3 098	108	4.16**	5	Variedades 2do. ciclo TTC	3 017	133	8.94**
	Variedades 2do. ciclo F2	2 859	100			Combinadas	2 935	129	6.50**
						Pt. T	2 869	127	5.86**
3	Variedades 2do. ciclo F2	2 859	104	1.26NS		STD	2 673	118	4.84**
	Variedades sintéticas	2 762	100			Testigos	2 267	100	4.84*

t 0.05 = 1.96; t 0.01 = 2.58

** Significancia de la comparación al 0.01 de probabilidad.

NS = No significativo.

anterior es desglosada por grupos de variedades del segundo ciclo de selección de acuerdo a las poblaciones, con respecto al promedio de los testigos, y se observa una superioridad del 33%, 29%, 27% y 18% para los grupos de variedades de las poblaciones TTC, combinadas, PET y STD, respectivamente; y demuestra la efectividad de la selección recurrente de Hermanos Completos en la formación de variedades (1) y el potencial genético de las poblaciones.

CONCLUSIONES

- Se obtuvieron genótipos "deseables" del primer y segundo ciclo de selección recurrente.
- Las variedades del segundo ciclo de selección rindieron un 6% más que las variedades del primer ciclo.
- Las variedades tuvieron un decremento en rendimiento del 8% al pasar de F_1 a F_2 .
- Las variedades del segundo ciclo de selección recurrente superaron en un 26% al promedio de los testigos.

LITERATURA CITADA

1. COMPTON, W.A.; LONNQUIST, J.H. 1982. A multiplicative selection index applied to four cycles of full-sib recurrent selection in maize. *Crop Science* 22: 981-983.
2. COMSTOCK, R.E. 1978. Quantitative genetics in maize breeding. In *International Maize Symposium Genetics and Breeding (1977)*. Urbana-Champaign, University of Illinois.
3. EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6:36-40.
4. GARCIA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3 ed. 252 p.
5. HALLAUER, A.R. 1980. Relation of quantitative genetics to applied maize breeding. *Brazil Journal of Genetics* 3:207-233.
6. HALLAUER, A.R.; MIRANDA, J.B. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press.
7. LONNQUIST, J.H. 1979. Convergent-divergent selection for area improvement in maize. *Crop Science* 19:602-604.
8. MOLL, R.H.; STUBER, C.W. 1971. Comparisons of response to alternative selection procedures initiated with two populations of maize (*Zea mays* L.). *Crop Science* 2:706-711.
9. OYERVIDES, G.M. 1981. Programa de maíz del CIAB. INIA, SARH. p 124-127.