

SELECCION DE VARIETADES DE MAIZ POR SU ESCAPE O RESISTENCIA A LA SEQUIA\*

Raúl Rodríguez Sosa\*\*  
Nicolás E. Guillén Astacio  
Manuel de J. Cortez Flores  
Hugo S. Cordova O. \*\*\*

RESUMEN

En el Salvador, se presentan con frecuencia períodos de sequía o "canículas" durante la estación lluviosa; por tal razón se evaluaron veinticinco variedades de maíz para determinar su escape o tolerancia a la sequía. El trabajo se realizó en tres localidades: Centro Universitario de Oriente y Hacienda Gualuca en San Miguel y Hacienda Melara en La Libertad. Se establecieron ensayos de rendimiento bajo sequía atmosférica promedio de 23 días, empleando diseño experimental de bloques al azar con dos repeticiones. Los materiales evaluados fueron: B-3, Maicito x Tuxpeño C17, B-5 x Taverón y Jocoaitique x Tuxpeño C17 que tuvieron un rendimiento promedio para las tres localidades de 4640, 4626, 4560 y 4442 Kg/Ha respectivamente, superando al testigo H-3, que produjo 3858 Kg/Ha, con incrementos de 20%, 20, 18 y 15%.

\* Trabajo presentado en la XXVII, Reunión Anual del PCCMCA, República Dominicana del 23 al 27 de marzo de 1981.

\*\* Técnicos, Fitomejoradores del Programa de Maíz y Ecosifiólogo en el Depto. de Fitotecnia, CENTA/MAG, El Salvador, C.A. respectivamente.-

\*\*\* Especialista en mejoramiento del Programa Regional de Maíz de CIMMYT, Centroamérica y El Caribe.-

INTRODUCCION

En El Salvador se emprendió un estudio de tres años de duración y en el que se estudiaron 25 variedades de maíz, en las cuales se comprenden de polinización libre é híbridos intervarietales; estas se probaron en 6 localidades, con el objeto principal de seleccionar aquellas que mostraran tolerancia y/o escape a la sequía, la cual se manifiesta en la zona Nor-Oriental una vez cada cuatro años.

Los resultados obtenidos se analizaron por su adaptación ambiental, --rendimiento y estabilidad genética, y se concluyó que hubo una variedad con alto potencial de rendimiento y otra con bajo rendimiento, ambas con alta estabilidad genética a través de los años y ambientes en que fueron estudiadas.

## REVISION DE LITERATURA

Los disturbios fisiológicos causados por déficit hídrico en las plantas causa naturalmente reducción o pérdida en los rendimientos de los cultivos; períodos severos de sequía que inciden en cualquier estado del desarrollo de los cultivos ocasionan decrementos hasta de 80% en la tasa de asimilación neta, incremento en la resistencia de difusión de las hojas y pérdidas en el contenido relativo de agua en las hojas (8). Estos efectos son específicos para cada genotipo de planta y necesitan ser evaluados en diferentes estados de crecimiento(1 y 2).

Para optimizar la eficiencia en el uso de agua es importante entender las relaciones planta agua de los cultivos en condiciones de campo(9), ya que la sensibilidad de las plantas a la falta de agua varía con el estado de crecimiento (10); en maíz se encontró que el déficit hídrico causa las mayores pérdidas de rendimiento cuando ocurre durante el llenado de grano(4) existe la posibilidad de que este continúe si la planta tiene la habilidad de acumular sintetatos para cuando los períodos críticos se presenten (7).

Escape por precocidad, morfología, fisiología o genética son algunos de los mecanismos que poseen las plantas de maíz para tolerar o resistir falta de agua en el suelo; existen genotipos superiores adaptables a condiciones de sequía en las cuales las familias de estas poblaciones son las únicas que tienen rendimientos aceptables (5).

Las cruzas simples tienen mayor diversidad genética, muestran mayor estabilidad y rendimiento que las cruzas dobles (3), en esto reside que la variedad de polinización ICTA B-3 de amplia adaptación, pueda substituir otros híbridos y criollos en el oriente de Guatemala donde las condiciones, son secas igual que en el oriente de El Salvador; ambientes para el cual este material fue creado (6).

#### MATERIALES Y METODOS

En colaboración con el programa de maíz del ICTA de Guatemala, CIMMYT, --CENTA-CATIE de El Salvador, se evaluaron durante tres años algunas variedades de maíz previamente seleccionadas por sus características de tolerar o escapar la sequía. En 1978, 1979 y 1980, fueron estudiadas 18, 25 y 25 variedades respectivamente. Se utilizaron diseños experimentales de bloques al azar con dos repeticiones por año. Se establecieron ensayos durante 1978 en las localidades: La Trompina, Jocoro y Tejutla. En 1979 en Chalatenango, Sta. Rosa de Lima y La Trompina. En 1980 en La Libertad y San Miguel, seleccionadas por tener mala distribución de las cantidades de lluvia que a veces se traduce en períodos largo de sequía.

Las variedades que se usaron en los experimentos se describen según lo reportado por Tillmans, I.P. (11), agragándose otro material genético.

1. B<sub>5</sub>: variedad de polinización libre de grano blanco semicristalino, de poco follaje, formada con los segregantes blancos de una población precoz amarilla, cuyo comportamiento bajo condiciones de sequía drástica fue sobresaliente.

2.  $B_3$ : variedad de polinización libre de grano blanco y dentado, tolerante a sequía, formado con las 10 mejores familias de ICTA B-1 evaluadas en 1976 bajo condiciones de sequía drástica en Jutiapa.
3.  $V_3$ : variedad de polinización libre, de grano blanco, formado en CIMMYT con las 10 mejores familias de Tuxpeño-1 cuyo comportamiento fue superior bajo condiciones de sequía drástica.
4.  $(B_3 \times B_5) B_5$ : primera retrocruza de  $B_3 \times B_5$  hacia  $B_5$
5.  $B V_3 \times B_5$
6. (Precoces x Criollo)  $B_5$  la. R: primera retrocruza de precoces por criollo hacia  $B_5$ .
7. Precoz 48 x Lig. Oaxaqueño: cruza de una familia precoz de la población  $B_5$  con una variedad criolla del oriente de Guatemala.
8. PR 77 B Lote 81: variedad de grano amarillo y dentado, de polinización libre, precoz de poco follaje, desarrollada en CIMMYT. (PR=POZARICA)
9. PR 77 B Lote 89 A. variedad de grano blanco de polinización libre y más precoz, altura de planta muy baja, desarrollada en CIMMYT. (PR=PCZARICA)
10. Nueva esparta Mala Hoja: variedad criolla de grano blanco, de polinización libre, su período vegetativo es precoz, poco follaje, proviene del CENTA El Salvador.
11. Taverón: variedad criolla de grano blanco de polinización libre, su período vegetativo es precoz, poco follaje, proviene del CENTA El Salvador.
12. Cincuentaño-5: variedad criolla de grano blanco, de polinización libre, su período vegetativo es precoz, poco follaje, proviene del CENTA El Salvador.
13. A-4: variedad de polinización libre, grano amarillo-semicristalino, de poco follaje, planta de altura mediana, período vegetativo precoz e intermedio, originada en CIMMYT y seleccionado en Guatemala por cuatro generaciones.

14. B-1: variedad que proviene de Tuxpeño (planta baja). Altura 2.15 m. de la base del tallo a la espiga, resiste acame, mazorcas bien formadas, de tipo cilíndrico, con granos blancos, grandes y dentados. Este genotipo fue desarrollado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), adaptado a las zonas tropicales comprendidas entre 0 y 1000 metros (0-3000 pies).
15. H-3: Es un híbrido de cruza doble con tipo de grano semicristalino y de color blanco, altura de planta 2.30 m. período vegetativo de 90 días a la dobla. Está formado por 4 líneas endogámicas de diferente origen. Su período vegetativo se intermedia a relativamente precoz. Tolerante a enfermedades, principalmente achaparramiento. Fue producido en CENTA en 1960.
16. Maicito: Variedad criolla salvadoreña de polinización libre, de grano blanco, traído del CENTA El Salvador.
17. Taverón x Cincuentaño-5: Híbrido intervarietal, grano blanco, altura de la planta mediana y de poco follaje.
18. Taverón x Maicito: cruza intervarietal.
19. Tuxpeño C<sub>17</sub> ; Variedad de polinización libre, de altura de planta - baja ( 160 cm)
20. Rocola x Tuxpeño C<sub>17</sub> Híbridos intervarietales formados por el cruzamiento del Tuxpeño C<sub>17</sub> por variedades criollas.
21. Maicito x Tuxpeño C<sub>17</sub> " " " "
22. Cincuentaño x Tuxpeño C<sub>17</sub> " " " "
23. Jocoaitique x " " " " "
24. B-5 x Precoz -263 Híbridos intervarietales precoces
25. B-5 x Precoz-268 " " "
26. B-5 x Precoz-308 " " "
27. B-5 x Precoz-299 - " " "
28. B-5 x Taverón " " "
29. Compuesto -2 Variedad de polinización libre compuesta por materiales tuxpeño y del caribe.
30. La Lujosa Variedad de polinización libre precoz

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de 18 variedades de maíz en tres localidades durante 1980.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 5%
Repeticiones	3	32,596,773.70	10,865,591.23	10.39**	2.79
Tratamientos	17	52,679,573.06	3,098,798.41	2.96**	1.85
Error	50	52,286,426.54	1,045,728.53		
Total	70	137,562,773.30			

$\bar{X}$  = 3429.15      significativo al 1% de probabilidades.

S = 1022.61

CV= 29.82

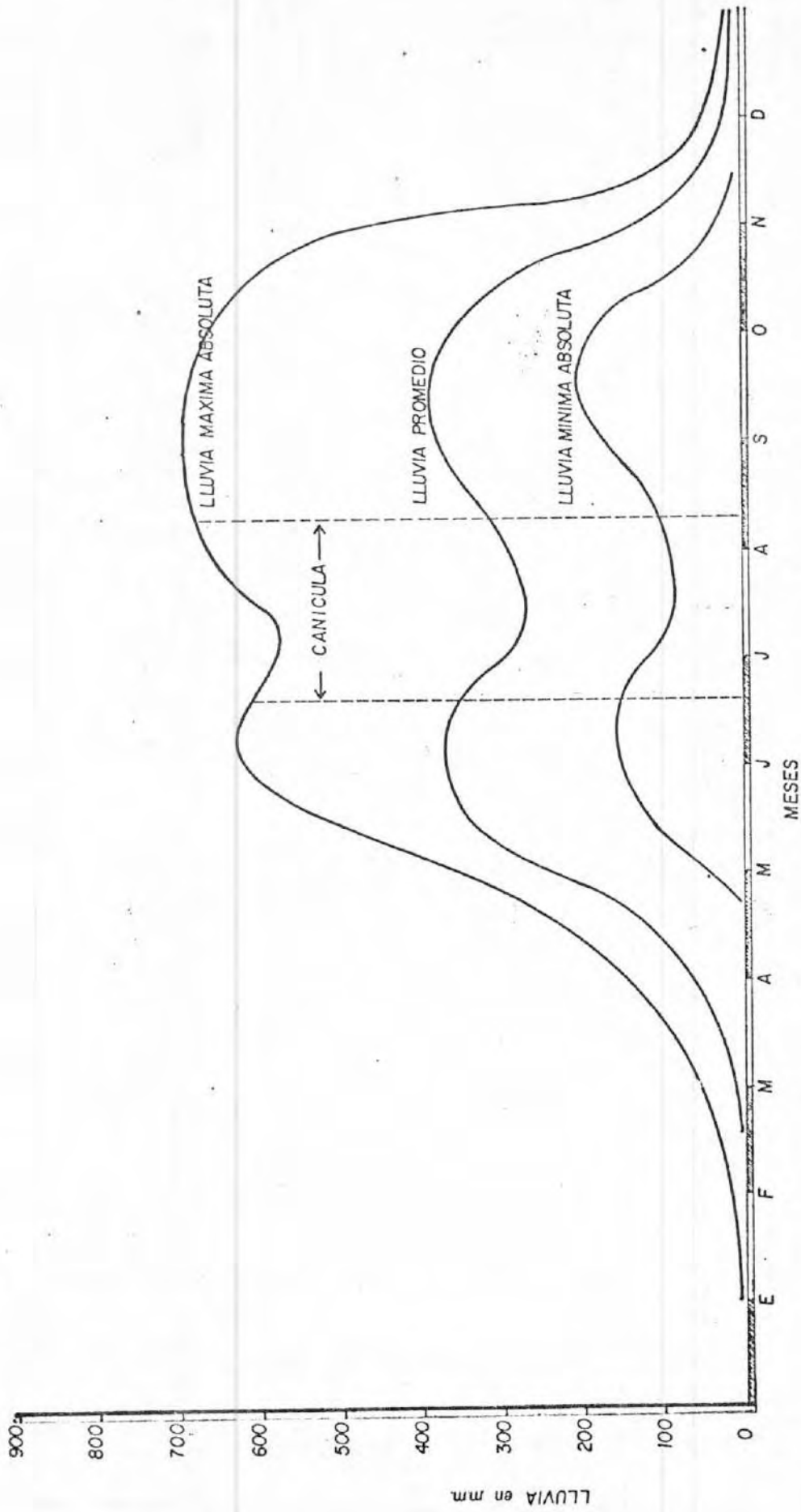
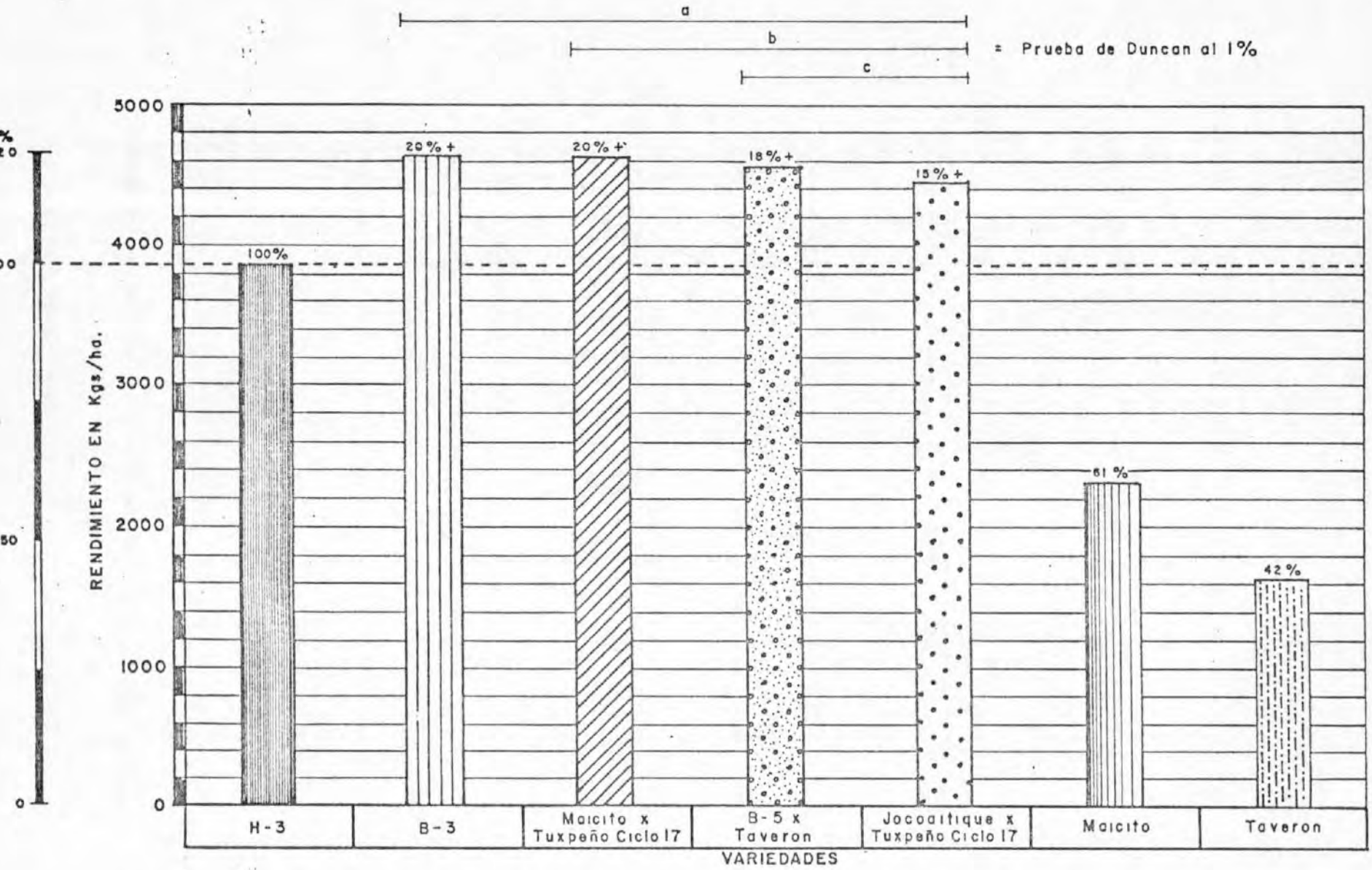


FIG 1.- PROMEDIOS MENSUALES Y CANTIDADES MAXIMAS, MINIMAS ABSOLUTAS DE LLUVIA PARA EL CASERIO LA TROMPINA



RENDIMIENTO RELATIVO DE LAS CUATRO MEJORES VARIETADES DE MAIZ COMPARADAS CONTRA H3, MAICITO Y TAVERON EN LOS DEPARTAMENTOS DE SAN MIGUEL, LA LIBERTAD.. EL SALVADOR, C. A.



## M 5-7

## 2. Adaptación y rendimiento de variedades de maíz seleccionadas por su escape o tolerancia a sequía.

Promedio de tres localidades durante el año de 1980

Variedades	Días a flor	Alt. en cm		Rend. en Kg/Ha.	% relativo al H-3	Aspecto mazorca
		Planta	Mazorca			
B-3	55	186	89	4640	120	1.6
Maicito x Tuxpeño C17	48	184	90	4626	120	1.4
B-5 x Taverón	48	199	98	4560	118	1.3
Jocoaitique x Tuxpeño C17	52	192	98	4442	115	2.0
Rocola x Tuxpeño C17	52	184	89	4241	109	1.5
Compuesto-2	55	173	79	3972	103	2.0
H-3 (Testigo)	55	189	94	3858	100	1.5
La Lujosa	49	176	81	3831	99	2.5
B-5	53	183	89	3558	92	2.6
B-5 x Precoz-263	46	184	88	3416	89	1.8
ICTA HP-71	47	188	90	3351	87	1.6
ICTA A-4	51	176	81	3246	84	3.0
ICTA B-7	51	201	95	3049	79	2.0
B-5 x Precoz-299	46	186	88	2874	74	2.2
Tuxpeño C17	52	160	68	2824	72	2.5
ICTA A-10	46	168	74	2572	67	3.0
Cincuentaño x Tuxpeño C17	45	184	83	2523	65	2.7
Maicito	46	190	92	2337	61	2.8
Taverón	44	217	99	1638	42	2.8

Cuadro 3. Heterosis para rendimiento y características agronómicas de materiales precoces de maíz en El Salvador.

VARIEDADES	Rend./Kg/Ha	%Heterosis*	Días a flor		Alt.planta	
			50% Ant.	Reduc.**	cm.	Reduc.**
Maicito x Tuxpeño C17	4626	164	48	4	184	6
B-5 x Taverón	4560	128	48	5	199	18
Jocoaitique x Tuxpeño C17	4442	157	52	0	192	25
Rocola x Tuxpeño C17	4241	150	52	0	184	33
Taverón x Tuxpeño C17	3603	128	49	3	179	38
B-5	3558	100	53	--	183	--
Tuxpeño c17	2824	100	52	--	160	--
Maicito	2337	83	46	6	190	--
Taverón	1638	57	44	9	217	--

\* % Heterosis sobre progenitor de mayor rendimiento

\*\* Reducción de días a flor comparado con progenitor más tardío.

\*\*\* Reducción de altura de planta comparado con progenitor más alto

Cuadro 4. Análisis de varianza combinado de 12 variedades durante 1979-1980

F.de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.C.	
					1%	5%
Localidades	4	13.16	3.29	1.03 <sup>NS</sup>	2.54	3.68
Rep. (localidades)	5	15.96	3.19	5.40**	2.38	3.37
Tratamientos	11	52.00	4.73	4.46**	1.97	2.59
Trat. x Loc.	44	46.67	1.06	1.79*	1.61	1.96
Error	55	32.58	0.59			
Total	119	160.38				
$\bar{X}$	=	3.63				
C.V.	=	21%				

Cuadro 5      Media de rendimiento de materiales tolerantes a sequía

Variedades	Media de rendimiento por año			Media de rend. en Tm/Ha	
	1978	1979	1980	1979-1980 10 localid.	1978-79-80 16 localid.
B-3	3.79	4.38	4.63	4.51	4.27
Compuesto-2	4.67	4.52	3.97	4.25	4.39
V-3 x B-5	5.58	4.25	3.41	3.83	4.41
B-5	5.11	3.28	3.55	3.42	3.98
A-4	3.43	4.00	3.77	3.89	3.73
B-7	4.34	3.82	3.04	3.43	3.73
Taverón	2.81	2.21	1.63	1.92	2.22
Maicito	3.17	2.92	2.33	2.63	2.81
H-3 (Testigo)	4.75	3.70	3.82	3.76	4.09
B-5 x Taverón	---	3.43	4.55	3.99	----
Maicito x Tuxpeño C <sub>17</sub>	---	3.32	4.62	3.97	----
Taverón x Tuxpeño C <sub>17</sub>	---	3.74	4.01	3.88	----
C.V.	16.0%	17.5%	29.82	21.0	
M.D.S.	612	765	2109	680	kg/Ha
M.D.S.	0.612	0.765	0.2109	0.680	Tm/Ha

## RESULTADOS Y DISCUSION

La figura 1, ilustra graficamente el período dentro del cual puede ocurrir la sequía o canícula en El Salvador; aproximadamente desde el 19 de junio hasta el 16 de agosto; período en el que se sembraron los ensayos.

En el cuadro 1, aparece el análisis de varianza correspondiente a los rendimientos del cuadro 2, en el que se presenta información general de características agronómicas para 19 variedades de maíz de polinización libre é híbridos intervarietales; nótese que existieron diferencias significativas al 1% entre variedades y su comportamiento entre localidades (las que están incluidas dentro de las repeticiones)

En lo que respecta a los rendimientos se observa que las variedades B-3, (Maicito x Tuxpeño C<sub>17</sub>), (B-5 x Taverón) y (Jocoaitique x Tuxpeño C<sub>17</sub>) fueron las de mayor rendimiento de grano, con 4640, 4626, 4560 y 4442 Kg/Ha respectivamente, superando al testigo H-3 que rindió 3.858 Kg/Ha (figura 2).

En el cuadro 3 se comparan cinco híbridos intervarietales y sus respectivos progenitores, con la idea de demostrar: ganancias en rendimiento, disminución de días a floración masculina y disminución en altura de planta. Las observaciones están basadas en la ganancia en porcentaje de heterosis sobre el progenitor de mayor rendimiento, reducción de días a floración comparando con el progenitor más tardío: y reducción de altura de planta comparado con el progenitor mas alto. Es notable la ganancia de vigor híbrido y la reducción en altura de planta en la mayoría de híbridos, siendo poca la disminución de días a floración.

En el cuadro 4 se observa el análisis de varianza combinado con 12 variedades durante los años 1979 y 1980. Se enlistan los rendimientos sujetos al análisis; sobresaliendo altamente significativa la interacción localidad x tratamiento, la que se ve reflejada por el comportamiento del Taveron que tiene el menor rendimiento en todos los años y localidades estudiadas, y el B-3 que se comporta más estable a través de los diversos ambientes en que se estudió; corroborándose también la alta significancia de los tratamientos con los otros análisis de varianza mostrados en este trabajo en los que siempre B-3 estuvo en los primeros lugares; El coeficiente -----

\* Este período de canícula se caracteriza por un período dentro de la época lluviosa en el cual las cantidades de lluvia son mínimas

de variación 21%, indica la diversidad de ambientes a que se sometieron las variedades evaluadas, que están representadas por los diferentes lugares en que se colocaron las réplicas Rep. (localidades) que, tiene también el F calculado con significancia el 1%.

El cuadro 5 muestra las medias de rendimiento por año, dos años (1979-1980) y tres años (79-80-81). Las variedades B-3, Compuesto-2, (V-3 x B-5), B-5, (B-5 x Taverón) y (Maicito x Tuxpeño C<sub>17</sub>) se consideran materiales promisorios; con rendimientos promedios de 4.27, 4.39, 4.41, 3.98, 3.99 y 3.97 Tm/Ha respectivamente, sobresaliendo las dos primeras - que se han comportado estables durante los tres años de prueba. Estos resultados demuestran que existen variedades sobresalientes a través de las tres años de evaluación, a pesar que han estado bajo condiciones de precipitación pluvial diferente; los híbridos intervarietales más precoces y las variedades de intermedias a tardías pueden ser la mejor alternativa para el agricultor, ya que estas escapan, tienen tolerancia genética o es posible que existan mecanismos fisiológicos y /o morfológicos para que la planta logre sobrevivir a niveles muy bajos en el contenido de agua del suelo.

#### CONCLUSIONES

Los antecedentes de los materiales evluados con mejor respuesta, son excelentes debido a que al iniciarse este proyecto se seleccionaron fuentes de germoplasma de amplia variación genética y fueron sometidos a condiciones de "sequía drástica", lo cual explica su comportamiento bajo estas condiciones adversas.

Las variedades blancas Compuesto-2 y B-3 con rendimientos de 4.39 y 4.37 Tm/Ha respectivamente, superaron al testigo H-3 que rindió 4.09 Tm/Ha, aunque estadísticamente son iguales, existe un incremento de 7% y 4%. Los híbridos intervarietales (B-5 x Taverón) y (Maicito x Tuxpeño C<sub>17</sub>) con rendimientos de 3,99 y 3.97 Tm/Ha, fueron estadísticamente iguales al H-3 con la ventaja de ser más precoces y altura de planta baja.

Otras ventajas de estas variedades sobre el testigo H-3 son:

a) B-3 y Compuesto -2, son variedades de polinización libre, que le permite al agricultor seleccionar su propia semilla para el próximo año.

b) (B-5 x Taverón) y (Maicito x Tuxpeño C<sub>17</sub>) son híbridos intervarietales precoces con un rendimiento superior si se compara con las variedades criollas tradicionales Maicito y Taverón.

c) La producción de semilla certificada es más fácil y el costo de producción más bajo, ya que dos son variedades de polinización libre y los otros híbridos intervarietales.

#### BIBLIOGRAFIA

1. BOYER, J.S. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean, and sunflower at various leaf water potentials. *Plant physiol.* 46:1970:233-235 p.
2. BRIX, H. The effect of water stress on the rates of photosynthesis and respiration in tomato plants and Loblolly pine seedling. *Physiol. plant* 15: 1962: 10-20 p.
3. CORDOVA, H. Uso de parámetros de estabilidad para evaluar el comportamiento de variedades. Guatemala, Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola, 35 p., 1978.
4. DOWNEY L.A. Effect of gypsum and drought stress on maize (Zea mays L.). I. Growth, Light absorption and yield. *Agronomy Journal* 63: 1971: 569-572.
5. Fischer, K.S. Potential for genetic improvement in the performance of maize grown under limited moisture. Mexico. International center for improvement of Corn and Wheat papers 9 p. 1977.
6. MERCK, E.F. Evaluación de rendimiento y estabilidad de 17 materiales experimentales de maíz (Zea mays L.) en el Sur oriente del país, Jutiapa, 1977. Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos, Guatemala 1977: 75 p.
7. PHERSON Mc. H.G y MAYER J.S. Regulation of Grain Yield by photosynthesis in maize subjected to water deficiency. *Agron. J.* 69 .1977; 714-718.

8. SANDHU B.S. y HORTON, M.L. Response of OATTS to water Deficit I. Physiological characteristics. Agronomy Journal 69; 1977: 357-360 p.
9. SANDHU, B.S. y HORTON, M.L. Response of oates to water deficit. II Growth and yield characteristics. Agronomy Journal 69:1977: 361-364 p.
10. SLATYER, R.O Physiological significance of internal water relations to crop yield. In Eastin et al eds. phsiological aspects of crop yield Am. Soc. Agronomy, Madison, Wis. 1969: p 53-88.
11. TILLMANS, I.P. Evaluación de variedades e híbridos precoces de maíz (Zea mayz L.) Seleccionados bajo condiciones limitadas de humedad, Tesis Ing. Agrónomo Fac. de Agronomía Univ. de - San Carlos, Guatemala 1979; 57 p.