

# Avances en el Mejoramiento de los Maicillos Criollos en El Salvador

Manuel Santos y René Clará V.<sup>1</sup>

*Summary: CENTA initiated its sorghum program in 1968. It began to focus on improvement of the yield potential of the maicillos criollos in 1976. The breeding program has relied on the collection of maicillos criollos and introduction of elite germ plasm to accomplish this goal. Both pedigree and bulk population breeding methods have been practiced in conjunction with selection of desirable genotypes in nurseries that have been intercropped with maize. Approximately 1,200 male lines, 200 female lines, two photoperiod sensitive hybrids, and two random mating populations have been developed. The region's first improved maicillo, San Miguel No. 1, was released in 1983 by CENTA. Other promising lines are 85SCP 900 and ES 727. These improved maicillos are shorter than their criollo ancestors, 20 to 50% higher yielding, and also permit higher maize yields in intercropping. Hybrid dwarf maicillos are being developed and preliminary tests indicate they produce superior yields. CENTA's strong breeding program has contributed significantly to sorghum improvement in the region, primarily through its association with CLAIS.*

## RESUMEN

El Salvador es el país en Mesoamérica donde los maicillos criollos han tenido un amplio uso. El 92% de la superficie sembrada de sorgo se siembra con las variedades criollas y el 72% es bajo el sistema de asocio con maíz. El sorgo es el segundo grano básico de importancia, después del maíz. Grandes avances se han logrado en el mejoramiento de maicillos criollos para siembras en asocio con maíz, reduciéndole la altura de planta, mejorándoles su potencial de rendimiento, tolerancia a plagas, resistencia a enfermedades y calidad de grano para el consumo humano. Se han desarrollado cerca de 1,200 variedades experimentales, cuatro híbridos fotosensitivos y 200 líneas macho estériles. También se está validando las variedades mejoradas ES 727 y 85SCP 900 en finca. Incrementos en el

---

<sup>1</sup> Fitomejorador, Programa Nacional de Sorgo, CENTA, Apartado Postal 885, San Salvador, El Salvador; Fitomejorador, ICRISAT, Apartado Postal. 6-641, México, D.F.

rendimiento del 20 a 50% se han obtenido con los maicillos mejorados comparados a los maicillos criollos.

## INTRODUCCION

En El Salvador, el cultivo de sorgo es el segundo en importancia dentro de los granos básicos después del maíz (Rodríguez, 1984). Anualmente, se están sembrando cerca de 119,000 hectáreas de las cuales el 92% es sembrado de maicillos criollos. El 60% de la población económicamente activa es rural y el 93% de esta población siembra sorgo en terrenos menor de 10 hectáreas. Es decir, el cultivo de sorgo en este país está en manos de pequeños y medianos productores. Al 50% de la superficie sembrada de maíz se le siembra sorgo como una medida de seguridad del pequeño agricultor. Si las condiciones de lluvia son escasas y se pierde el maíz, se logra el sorgo. Si las condiciones son favorables se cosechan ambos cultivos. A veces el grano de sorgo es utilizado para el consumo humano, sólo o mezclado con maíz. Cuando el precio del maíz es alto, los agricultores pequeños venden maíz y usan el sorgo en la alimentación. Sin embargo, cuando el sorgo alcanza un mejor precio, usan maíz en la alimentación y venden sorgo.

## ANTECEDENTES

En el Centro de Tecnología Agrícola (CENTA) de El Salvador, Clará inició los trabajos de mejoramiento en sorgo en 1968 con materiales insensitivos. Este germoplasma fue introducido de CIMMYT, la Universidad de Texas A&M y otras instituciones. En 1974, se conformó una población de apareamiento aleatorio con el gen macho estéril  $ms_3$  donde se involucra genotipos criollos (Santos, 1987). El trabajo de Clará se hizo tardado por poco personal y que se le dio pocos recursos económicos al programa. En 1976, se inició los trabajos de cruzamientos de maicillos criollos por variedades mejoradas para aumentar el potencial de rendimiento de los maicillos criollos. Luego se liberó en 1983 la variedad fotosensitiva mejorada, San Miguel No. 1, la que fue adaptada al asocio con maíz (CENTA, 1983). Esta variedad, tuvo un potencial de rendimiento de 5 t/ha de grano, altura de planta de 2.0 m, color de grano crema, y fue resistente a enfermedades y tolerante a la sequía. San Miguel No. 1 se originó de un cruce entre un sorgo del grupo *caudatum kaura* y el maicillo criollo 'Sapo'.

En la misma época, se identificó los genotipos promisorias ES 199, ES 201, ES 406, ES 412, ES 636, ES 654 y ES 727. Línea ES 727 fue sobresaliente en rendimiento, resistencia a enfermedades y a sequía y tuvo una adaptación amplia.

En la tercera Reunión Anual de la Comisión Latinoamericana de Investigadores de Sorgo (CLAIS) celebrada en Noviembre de 1984 en El Salvador, se le dió el liderazgo en la investigación en mejoramiento de maicillos criollos al CENTA. En esta actividad, se involucraron los programas nacional de sorgo en los países de Guatemala, Honduras y El Salvador más ICRISAT e INTSORMIL. Un objetivo de este esfuerzo fue facilitar el intercambio de germoplasma entre los programas nacionales para aumentar la variabilidad genética. Entre 1985 y 1986 por lo menos unas 1,500 líneas se han evaluado. De estos viveros en El Salvador se han identificado unos 60 genotipos uniformes que se encuentran en evaluación. El sobresaliente fue la 85SCP 900. En 1987 el liderazgo fue transferido a la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras.

### OBJETIVO

El objetivo general del mejoramiento de los maicillos criollos es obtener un estable y mayor rendimiento, mejor calidad de grano para consumo humano, más forraje para alimentación animal y a la vez conservar su adaptación al sistema de asocio con maíz sin perder rendimiento en el maíz.

### VARIETADES DE POLINIZACION LIBRE

Se ha utilizado las metodologías de pedigrí y mejoramiento poblacional para el mejoramiento de los maicillos criollos. En ambos métodos se ha incluido proceso de selección en asocio con maíz, sembrando el sorgo a los 23 días después del maíz. Así el sorgo crece bajo la sombra del maíz hasta que se dobla el maíz a los 90 días (Figura 1). Bajo este método, solamente se ha podido desarrollar un ciclo por año de selección, sembrándose a fines de mayo el maíz y cosechándose el sorgo a fines de diciembre. Las condiciones de ambiente bajo las cuales se da el sistema de asocio maíz-sorgo, se describe también en Figura 1.

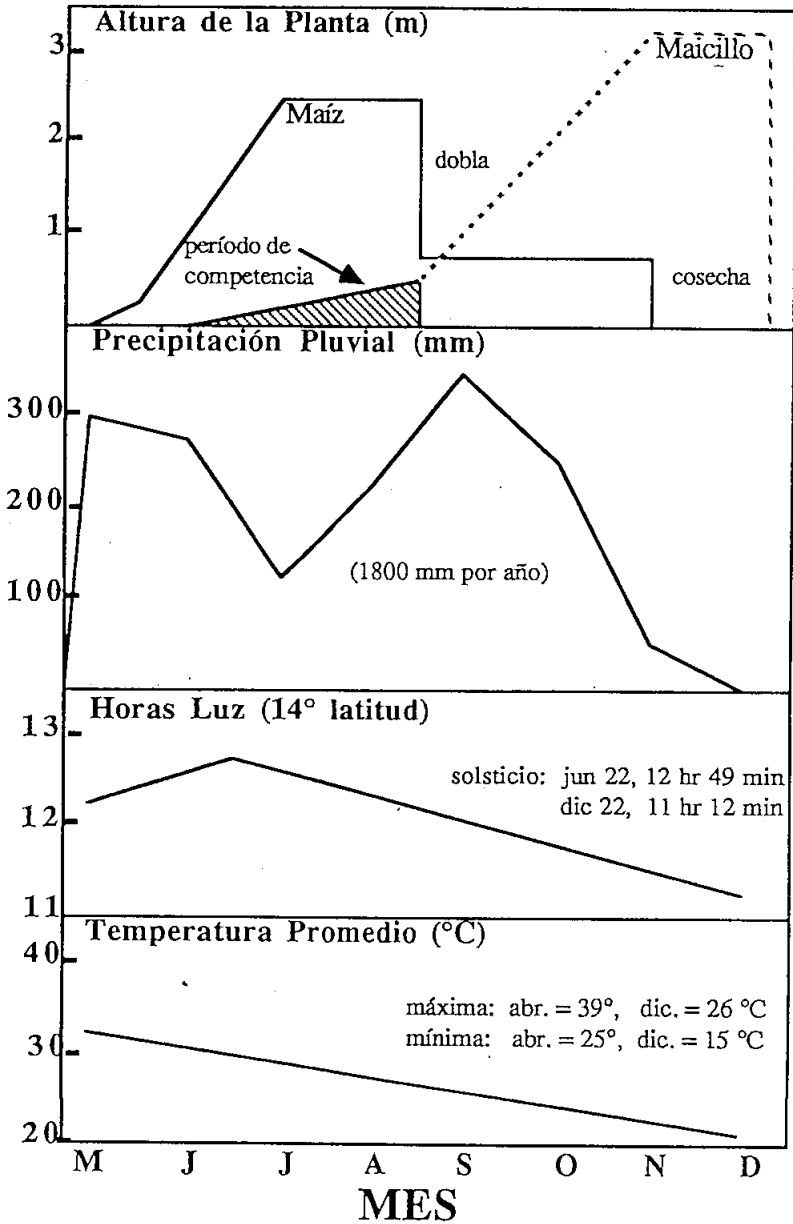


Figura 1. Descripción del sistema de aporque por la altura de planta y factores climáticos que afectan su desarrollo.

Cuadro 1. Características agronómicas de los maicillos mejorados sembrados en la postrera, en Santa Cruz Porrillo, 1978.

Variedad <sup>†</sup>	Floración (días)	Altura (cm)	Panoja (cm)	Panoja <sup>‡</sup> (tipo)	Grano (color)	Grano (tamaño)	Cosecha (días)
ES 198	70	145	26	SC	crema	mediano	100
ES 199	69	122	24	SC	crema	mediano	99
ES 200	65	211	31	SC	crema	grande	95
ES 201	55	166	31	SA	crema	grande	85
ES 406	73	222	29	C	blanco	mediano	103

<sup>†</sup>Todas las líneas provienen de la población ES PF-1 con excepción a ES 406 lo cual es una selección de la cruz (CENTA S-1\*Sapo).

<sup>‡</sup>SC= Semi-Compacta; SA= Semi-Abierta; C= Compacta.

Fuente: Informe Anual del CENTA, 1978.

Al realizar los primeros cruzamientos entre los maicillos criollos y sorgos mejorados en ambas metodologías se identificó que la mayor parte de los criollos complementaban los genes de testa,  $b_1$  y  $B_2$ , que se encuentran en las variedades mejoradas de tipos *milos* y *kafir*. También, se ha determinado que cuando se cruzaron los maicillos criollos por la línea macho estéril AES 1, todos los híbridos fueron fértiles o sea los maicillos restauraron fertilidad en citoplasma de *milo*. Ya para 1978, se obtuvieron los primeros criollos mejorados doble y triple enanos (Cuadro 1).

En 1976, también se inició el mejoramiento poblacional utilizando la esterilidad genético de  $ms_3$  proveído por la población PR BR1 de Puerto Rico. La nueva población formada, ES PFI, se desarrolló recombinado en ella 56 maicillos criollos más 26 variedades insensitivas de sorgo mejorado. El proceso de selección se realizó en asocio con maíz en donde solamente el maíz fue fertilizado. Para 1979 se identificó un avance genético por ciclo de selección menor del 4.7%, por tanto se decidió recombinar nuevos progenitores criollos y mejorados. Para 1983 se formó la nueva población ES PF2 ( $ms_3$ ) con la cual se está nuevamente trabajando. La ES PF2 fue derivado de ES

PF1, recombinando los  $ms_3$  de ésta con 48 maicillos criollos y 26 sorgos mejorados insensitivos y tardíos.

Cuadro 2. Comportamiento de tres maicillos mejorados en siembra simultánea con maíz en San Francisco Menéndez, 1980.

Variedad	Sorgo (t ha <sup>-1</sup> )	Maíz H-3 (t ha <sup>-1</sup> )
ES 199	4.58 a*	3.93 a
ES 200	3.74 a	2.89 b
ES 406	3.56 a	3.04 b
Maicillo Criollo (testigo)	3.12 b	2.54 b

\*Promedios dentro de la misma columna con la misma letra no son significativos al nivel de  $P=0.05$  según la prueba de Duncan.

Fuente: Clará et al., 1983.

Las nuevas variedades de criollos mejorados doble enanos fueron sometidos a evaluaciones bajo siembras en asocio con maíz. En 1979 se identificó que estos maicillos enanos permitían desarrollar al maíz su mejor potencial de rendimiento, tanto en siembras simultánea como en aporque; es decir, que compiten menos con el maíz que los maicillos criollos (Cuadro 2). La variedad ES 199 presentó buenos rendimientos en siembra simultánea con maíz H-3 con una fertilización de 78 kg N ha<sup>-1</sup> aplicado al maíz (Cuadro 2).

Luego se compararon las variedades ES 199, ES 200, ES 406 y un criollo local en los dos sistemas simultáneo y aporque. Los resultados confirmaron que los criollos mejorados doble y triple enanos responden mejor a siembras simultáneas con maíz, mientras que al aporque sus rendimientos decrecen significativamente, principalmente el triple enano ES 406 (Cuadro 3).

Los maicillos criollos mejorados, con mayor altura de planta, tienden a responder mejor a siembras al aporque del maíz.

Después de evaluar una serie de líneas nuevas de criollos mejorados bajo el sistema de aporque (Cuadro 4), se determinó que las variedades de mayor altura de planta compiten menos con el maíz y producen bien. Este equilibrio se logró con la variedad de sorgo ES 654 y maíz H-3. Estos resultados nos indican que si deseamos ganar buen rendimiento de sorgo bajo el sistema de asocio con maíz, no debemos abandonar el mejoramiento de las variedades altas con un gen de enanismo (1dw), pero también debemos mejorar las variedades altas en sus componentes de rendimiento, tolerancia a enfermedades y menor interacción con el maíz.

Cuadro 3. Comportamiento de tres maicillos mejorados en dos sistemas de cultivo con maíz en La Libertad, 1980

Variedad	Simultáneo (t ha <sup>-1</sup> )	Aporque (t ha <sup>-1</sup> )
ES 200	3.45	1.33
Maicillo Criollo (testigo)	3.02	0.87
ES 199	2.33	0.95
ES 406	1.90	1.47
SE		0.69
CV		26%

Fuente: Clará et al., 1983.

Cuando el mejoramiento en los maicillos criollos fue avanzando se implementó el programa de INTSORMIL en Honduras para trabajar también en el mejoramiento de estos maicillos. Con la asistencia del ICRISAT/CLAIS se organizó un mecanismo de evaluación regional de los maicillos criollos mejorados que en El Salvador, Guatemala y Honduras se generaban. Entre los programas se formó el Vivero Regional de Mejoramiento manejado por el método de pedigrí y el Ensayo Regional de Sorgos Fotosensitivos Adaptables al Asocio y Relevo con Maíz, para evaluarse las variedades generadas bajo los sistemas de siembra simultáneo, aporque y relevo con maíz. Estos ensayos fueron coordinados por CENTA los años 1984 y 1985 y por SRN en 1986.

Cuadro 4. Evaluación preliminar de rendimiento de 18 variedades nuevas de sorgo en asocio con maíz San Andrés, El Salvador 1982.

Variedad	Sorgo			Maíz			Sorgo + Maíz \$US/ha	Relación al Testigo (%)
	Altura (m)	Ingreso t ha <sup>-1</sup> \$US/ha <sup>†</sup>		Altura (m)	Ingreso t ha <sup>-1</sup> \$US/ha <sup>‡</sup>			
ES 637	1.4	1.3	232	2.8	3.3	845	1077	139
ES 650	2.2	1.4	247	2.5	3.1	806	1053	137
ES 638	1.4	1.3	234	3.1	3.1	814	1048	136
ES 648	1.6	1.9	337	2.8	2.3	608	945	129
ES 635	1.3	0.9	158	3.0	3.2	837	996	126
ES 644	1.6	1.3	234	2.9	2.5	660	894	118
ES 634	1.8	1.3	230	2.9	2.5	647	878	116
ES 652	1.9	1.2	212	2.9	2.6	679	891	116
ES 642	1.4	0.8	140	3.0	2.9	764	905	114
ES 633	1.7	1.1	200	2.9	2.5	658	858	112
ES 646	1.7	1.2	220	2.9	2.4	611	831	109
Maíz H-3	-	-	-	3.2	3.2	842	842	107
ES 649	1.9	0.8	148	2.8	2.6	676	824	105
ES 199	1.5	1.0	182	2.8	2.4	624	806	105
ES 201	2.2	0.8	142	2.9	2.6	684	826	105
ES 647	1.5	1.0	173	3.0	2.4	621	794	103
ES 406	2.0	0.8	137	2.9	2.6	673	810	103
ES 639	1.5	0.9	153	2.8	2.5	642	795	102
Sapo	2.8	0.7	133	2.7	2.5	655	788	100
ES 641	1.4	0.6	101	3.2	2.5	637	738	92

CV, % = 30.8

†Sorgo: \$US 0.18 /kg.

‡Maíz: \$US 0.26 /kg.

Los resultados del Ensayo Regional conducido en 1985 se presentan en los Cuadros 5 y 6. El objetivo de este ensayo fue desarrollar materiales con adaptación amplia, no solo a ambientes geográficos sino también varios sistemas de cultivo. Las variedades fueron evaluados en seis localidades, dos en cada país: Guatemala, Honduras y El Salvador.



Cuadro 5. Comportamiento de treinta y seis sorgos fotosensitivos en tres sistemas de cultivo con maíz, 1985.

Variedad	Simultáneo		Aporque		Relevo		Promedio		
	La	Jutiapa	Las	San	Jutiapa	Nuevo	(t/ha)	B <sub>i</sub>	Sd <sup>2</sup> <sub>i</sub>
	Lujosa		Playitas	Andrés		México			
	(t/ha)	(t/ha)	(t/ha)	(t/ha)	(t/ha)	(t/ha)			
ES 730	1.9	2.9	1.2	7.0	1.7	2.0	2.8	2.12	1.11
ES 731	1.8	2.1	0.9	6.7	1.7	2.4	2.6	1.92	1.67
ES 790	1.9	2.9	1.4	5.2	2.1	1.1	2.4	1.59	0.16
ES 727	1.6	2.4	1.2	6.3	1.8	1.1	2.4	1.97	0.90
Salpor	0.9	2.6	1.8	4.5	1.7	2.1	2.2	1.18	0.34
ES 826	1.9	3.1	1.1	3.7	1.8	1.5	2.2	0.09	-0.10
ES 1001	1.7	1.6	1.3	5.5	2.0	0.9	2.2	1.73	0.44
Paquete	1.4	2.5	1.2	3.5	2.0	2.3	2.1	0.84	-0.03
Cubano	0.7	2.2	1.2	5.4	1.7	1.5	2.1	1.68	0.59
ES 1013	1.4	2.6	0.7	4.6	1.9	1.7	2.1	1.50	0.01
84CM 161	1.8	2.5	0.9	3.3	2.2	1.2	2.0	0.95	-0.12
ESHG 69	0.4	3.9	0.3	1.7	2.2	3.1	1.9	0.74	1.87
ES 733	1.3	3.4	0.6	4.2	1.3	0.9	1.9	1.62	-0.02
84CM 6	2.1	2.6	1.4	2.4	2.2	0.8	1.9	0.57	0.07
ES 981	1.4	2.5	0.9	3.7	1.7	1.3	1.9	1.15	-0.14
Corona	0.9	2.4	0.3	4.2	2.0	1.5	1.9	1.49	-0.03
ES 1012	1.2	2.6	0.8	3.3	1.8	1.4	1.8	1.04	-0.18
84CM 46	2.6	3.5	0.8	1.9	1.5	0.8	1.8	0.60	0.84
84CM 131	1.8	3.5	0.7	1.6	2.4	1.0	1.8	0.60	0.71
ES 729	0.8	3.2	0.5	3.4	1.8	1.0	1.8	1.41	-0.12
ES 1486	1.4	2.1	0.8	3.5	1.4	1.4	1.8	1.02	-0.08
ES 732	1.1	2.3	0.6	2.4	1.8	1.9	1.7	0.69	-0.03
84CM 20	0.8	2.5	0.5	1.8	2.5	1.4	1.6	0.74	0.29
ESHG 70	0.6	3.7	0.2	1.3	2.1	1.4	1.6	0.79	1.18
Cacho de Chivo	0.7	2.6	0.7	2.6	1.7	1.0	1.5	0.98	-0.10
ES 479	0.6	1.9	1.3	2.9	1.6	0.9	1.5	0.85	-0.03
84CM 85	1.1	2.2	1.3	1.6	2.0	0.8	1.5	0.36	0.03
Gringo	1.0	2.3	1.2	2.2	1.8	0.6	1.5	0.66	-0.02
ES 1126	0.7	1.7	0.8	3.0	1.6	1.1	1.5	0.90	-0.09
ES 1630	0.7	2.8	0.6	2.1	2.0	0.5	1.4	0.92	0.16
84CM 5	0.9	1.3	0.9	2.5	1.5	0.8	1.3	0.66	-0.07
84CM 62	1.0	1.6	1.3	0.7	2.3	1.1	1.3	0.10	0.16
ES 406	0.7	2.7	0.4	1.3	1.6	1.0	1.3	0.62	0.27
84CM 14	1.2	2.0	0.4	1.3	2.0	0.8	1.3	0.40	0.14
ES 728	--	1.7	0.4	2.2	0.5	0.8	1.1	0.78	0.08
84CM 129	0.5	1.0	0.9	0.6	1.4	0.6	0.8	0.02	0.03
Promedio	1.2	2.5	0.9	3.2	1.8	1.3	1.8		
SE	0.5	0.7	0.3	1.2	0.3	0.4	0.6		
CV, %	40	26	27	35	17	34	34		

Fuente: Datos no publicados, Ensayo Regional de Sorgo Fotosensitivos Adaptables al Asocio y Relevo con Maíz (CLAIS) 1985.

Cuadro 6. Comportamiento de maíz en dos sistemas de cultivo con treinta maicillos mejorados y seis maicillos criollos, 1985.

Variedad	Simultáneo		Aporque		Promedio (t ha <sup>-1</sup> )
	La Lujosa (t ha <sup>-1</sup> )	Jutiapa (t ha <sup>-1</sup> )	Las Playitas (t ha <sup>-1</sup> )	S. Andrés (t ha <sup>-1</sup> )	
84CM 161	1.0	1.2	5.1	6.3	3.4
ES 479	0.8	1.0	4.8	5.4	3.0
84CM 6	0.6	1.2	5.0	4.6	2.8
ES 406	1.0	1.5	4.3	4.5	2.8
ESHG 70	0.5	1.3	5.3	4.1	2.8
ES 728	0.6	1.1	4.8	4.7	2.8
Gringo	0.5	1.1	5.2	4.2	2.8
84CM 5	1.1	0.7	4.8	4.4	2.7
84CM 131	0.8	1.3	4.8	4.1	2.7
Cubano	0.6	1.0	3.6	5.7	2.7
84CM 129	1.0	1.1	4.8	4.0	2.7
ES 727	0.5	1.0	3.8	5.5	2.7
ES 1012	1.0	1.4	5.6	2.7	2.7
ES 1630	1.0	1.5	4.7	3.4	2.7
ESHG 69	0.5	1.0	4.8	4.3	2.6
84CM 85	1.3	1.1	4.9	3.1	2.6
ES 1126	0.7	1.4	4.1	4.1	2.6
ES 981	0.8	1.3	3.8	4.3	2.6
ES 732	0.6	1.3	4.3	4.0	2.5
ES 733	0.5	1.3	3.8	4.5	2.5
84CM 14	0.9	1.3	5.3	2.4	2.5
ES 1486	0.7	1.1	3.9	4.1	2.5
Salpor	0.5	1.0	5.7	2.6	2.4
84CM 62	0.7	0.9	4.2	3.8	2.4
ES 1001	0.5	1.2	3.8	4.1	2.4
ES 731	0.5	1.1	5.0	2.9	2.4
ES 1013	0.6	1.4	3.3	4.2	2.4
ES 730	0.4	1.4	4.0	3.7	2.3
Cacho de Chivo	0.5	1.1	4.0	3.7	2.3
ES 826	0.6	0.9	3.0	4.5	2.3
ES 790	0.6	1.3	3.4	3.7	2.2
84CM 20	0.6	1.0	3.5	3.6	2.2
Corona	0.3	1.1	4.3	3.0	2.2
Paquete	0.6	0.8	4.2	2.9	2.1
84CM 46	0.3	1.2	0.3	3.9	1.5
ES 729	0.2	0.9	0.5	4.0	1.4
Promedio	0.7	1.1	4.2	4.0	2.5
SE	0.2	0.2	0.8	1.1	-
CV, %	26	17	18	23	-

Fuente: Datos no publicados, Ensayo Regional de Sorgo Fotosensitivos Adaptables al Asocio y Relevo con Maíz (CLAIS) 1985.

Las líneas experimentales que mostraron rendimientos estables según los parámetros de Eberhart y Russell (1966) fueron 84CM 161, ES 1012 y ES 1486 (Cuadro 5). La genología de 84CM 161 fue (TAM428\*San Bernardo III)-17-1-1 F<sub>5</sub>. Dos otras líneas que respondieron muy bien, particularmente en ambientes favorables, fueron ES 730 (2.8 t/ha) y ES 727 (2.4 t/ha). También aparecen involucrados por primera vez en Centroamérica, dos híbridos fotosensitivos provenientes de cruzamiento de una hembra fotosensitiva por un maicillo criollo mejorado, ESHG 69 y ESHG 70. Estos híbridos fueron generados por CENTA y tienen genealogía AKurgi x San Miguel No. 2 y AÍsní x ES 200, respectivamente.

### HIBRIDOS

El desarrollo de híbridos inició en el año de 1977 cuando se realizó el cruzamiento de la línea AES 1 por 56 criollos existentes en la colección en esa época. La línea BES 1 fue introducida de CIMMYT en 1974 y luego fue la primer línea de sorgo androesterilizada en CENTA. El objetivo fue el de encontrar líneas "B" entre los maicillos criollos, pero todas las F<sub>1</sub> evaluadas, fueron completamente fértil o sea que todas fueron líneas "R". También la mayor parte de ellas mostraron complementación de genes para presencia de testa o sea tuvieron el genotipo  $B_1B_1b_2b_2$ . Solamente los criollos Cubano de Piña, maicillo del Cura y Salpor de Bola tuvieron el gen  $b_1$ .

En 1978 se introdujo del Africa, a través del Dr. Obilana, las líneas fotosensitivas y machos estériles ISNI y Kurgi. Para esa época también ya se contaba con líneas avanzadas de maicillos criollos doble enano mejorados. Estas se cruzaron con Kurgi e ISNI, para buscar líneas B en este nuevo germoplasma. Efectivamente se encontraron androestériles y fértiles en la generación F<sub>1</sub>. Con las respuestas androestériles se aprovechó para hacer la primera retrocruza en el proceso de esterilización de líneas "A". La mayoría de las líneas con gen  $ms_c$  proviene de selecciones hechos de ES PF1 donde supuestamente este gen fue introducido. Las respuestas fértiles se incrementó nuevamente semilla de los híbridos para evaluación en varias localidades.

Para 1979-80 se evaluaron una serie de híbridos fotosensitivos desarrollados en Santa Cruz Porrillo y San Andrés. Varios de ellos mostraron esterilidad parcial por lo cual

fueron eliminados. También en esa época varias líneas A en el bloque de retrocruzamientos mostraron esterilidad parcial y éstas fueron eliminadas. La esterilidad parcial en los híbridos experimentales continuó apareciendo en los siguientes años y por lo tanto se decidió evaluarlos en varios ambientes, principalmente en zonas bajas e intermedias. Finalmente, se desarrolló cuatro híbridos fértiles y de los cuales se evaluó ESHG 69, junto con ES 406, y San Miguel No. 1 y un maicillo criollo como testigo en diferentes dosis de fertilización (Paul et al., 1985). Los resultados demostraron que el híbrido produjo los mejores rendimientos en siembra al aporque del maíz. La dosis de nitrógeno que produjo los rendimientos más altos de granos fue la de 75 kg N ha<sup>-1</sup> fraccionado en dos aplicaciones mitad en la siembra y mitad al aporque del maíz.

Posteriormente Argueta y Baides (1984) evaluaron en condiciones de finca los híbridos promisorios ESHG 69 y ESHG 70 junto con la variedad San Miguel No. 1 y el criollo Corona. En esta ocasión no se encontró diferencia significativa en el rendimiento de grano entre variedades e híbridos, pero siempre los híbridos y San Miguel No. 1 permitieron que el maíz expresa mejores rendimientos.

Paul et al. (1985) evaluaron a nivel regional los híbridos ESHG 69 y ESHG 70 junto con seis variedades criollas en ensayo de asocio con maíz. Los híbridos fueron superiores en Jutiapa, Guatemala y Nuevo México, El Salvador, con 3.9 y 3.7 t ha<sup>-1</sup> respectivamente pero en el análisis combinado los rendimientos no fueron significativos al de las variedades.

En ese mismo año ambos híbridos se incluyeron en el Ensayo Regional de Sorgos Fotosensitivos Adaptables al Asocio y Relevo con Maíz. Este ensayo consistió en 10 maicillos mejorados de Honduras, 18 de El Salvador y 6 maicillos criollos de Guatemala. En siembras simultáneo los híbridos ESHG 69 y ESHG 70 comportaron superior en rendimiento (Cuadro 5). En Jutiapa, Guatemala, éstos fueron superiores en rendimiento (3.9 y 3.7 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente) y ESHG 70 permitió que el maíz expresa buenos rendimientos (Cuadro 6). Sobre las dos siembras de relevo con maíz, el híbrido ESHG 69 (3.1 t ha<sup>-1</sup>) fue

superior en rendimiento seguido por ES 731 (2.4 t ha<sup>-1</sup>) y 'Paquete' de Guatemala (2.3 t ha<sup>-1</sup>).

En cuanto al desarrollo de líneas macho estériles en germoplasma de criollos mejorados, se estuvieron manejando cerca de 200 pares de líneas A y B ya en la segunda retrocruza en 1984. Hubo una eliminación de un 10% de plantas en un surco de 30 plantas por la recuperación de fertilidad. Esta eliminación en cada ciclo se está reduciendo y las líneas A están estabilizándose como macho estériles. Este trabajo fue suspendido a partir de 1985 por el problema de falta de recursos pero con la ayuda del ICRISAT se reactivará en 1988.

### INVESTIGACION ACTUAL

El programa de sorgo del CENTA actualmente está trabajando con sorgos criollos en colaboración con ICRISAT/Mesoamérica. En 1987 se han establecido ensayos en 4 localidades. Uno de los lugares es la Estación Experimental de San Andrés donde está sembrado el vivero de mejoramiento que consiste de 945 familias fotosensitivos. Este vivero está sembrado en asocio con maíz. Las generaciones en 40% son F<sub>3</sub> y el resto oscilan entre F<sub>5</sub> a F<sub>7</sub>. También se tienen un vivero de 509 híbridos procedentes del bloque de cruzamientos del año anterior para obtener semilla F<sub>2</sub>. Se tienen dos ensayos de evaluación preliminar de rendimiento. Uno es un látice con 49 maicillos criollos colectados de campo de agricultores. Estas están sembradas en asociado con maíz al aporque. Se está haciendo una descripción varietal de esta colección de maicillos. El otro ensayo es un látice con 81 familias avanzadas seleccionadas en el ciclo anterior (86-B). Algunas de éstas también se evalúan en el ensayo ISPS-3 del programa de agronomía del CLAIS-86. Algunos genotipos parecen muy prometedores.

En la localidad de Texistepeque, Santa Ana, al Occidente de El Salvador, se están evaluando 25 variedades que se ha determinado poseer características agronómicas sobresalientes. Este ensayo está repetido en Metalío, Sonsonate, ambos en la costa occidental del país, donde está sembrado en asocio con maíz.

En la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo, San Vicente, al Oriente del país se ha establecido el bloque de cruzamiento entre los maicillos criollos y los sorgos mejorados fotosensitivos. Por lo menos se espera hacer 2,000 cruzamientos. Estos cruzamientos son muy importantes ya que se aumentará la variabilidad genética. También se está aumentando la variabilidad genética en la población ES PF2 involucrándole nuevos progenitores de maicillos criollos y mejorados. Luego seguirá con el proceso de selección bajo el sistema de siembra al aporque del maíz.

### LOGROS

El avance genético logrado en el mejoramiento de los maicillos criollos, ha sido productivo y se ha liberado San Miguel No. 1 en 1983, el primer maicillo mejorado en Mesoamérica. Esta variedad mantiene un alto potencial de rendimiento en asocio con maíz y ya se está produciendo suficiente semilla para los agricultores. También se usa esta línea en el mejoramiento genético de maicillos criollos.

Se han identificado las dos variedades promisorias, ES 727 y 85SCP 900. La primera está en la última etapa de validación en la zona de Occidente del país. Esta ya está aceptada por el agricultor debido a su tolerancia a la sequía y en el año 1986 éste salvó la producción de grano en la mencionada región. En este año, el invierno se interrumpió la última semana de septiembre; pero esta variedad ha respondido perfectamente. La otra variedad, está iniciando su validación con muchas perspectivas. Ambas variedades son doble enanas ( $\pm 1.7$  m altura), de grano blanco para el consumo humano y se adoptan al asocio con maíz. Estas nuevas variedades indican que las características de adaptación al sistema de asocio con maíz, alto potencial de rendimiento y estabilidad y calidad de grano está bien incorporadas en el germoplasma del programa de mejoramiento de maicillos criollos.

Desde que se iniciaron los trabajos de mejoramiento en el CENTA, el programa de sorgo ha producido cerca de 1,200 genotipos uniformes, registrados y en germoplasma criollo. En cuanto a la formación de híbridos, dos híbridos experimentales (ESHG 69 y ESHG 70) han sido desarrollados y se espera

seguir avanzando en sus evaluaciones para validarlos y liberar también el de mejor rendimiento, estabilidad, calidad de grano y características agronómicas en el asocio con maíz y que compita menos con el maíz.

## FUTUROS TRABAJOS EN EL MEJORAMIENTO

En cuanto al mejoramiento de variedades fotosensitivas en el futuro, se enfocará las actividades a incorporar genes de resistencia a enfermedades, principalmente cenicilla causada por *Peronosclerospora sorghi*, reducción de la altura de la planta, aumento del largo de la panoja y tamaño de la semilla y adaptación al asocio con maíz, puesto que las variedades adaptables a este cultivo también se adaptan a siembras en asocio con frijol.

La altura de planta que juega un papel importante en el asocio con maíz, habrá que bajar la de los criollos a un nivel que permita la obtención de buen rendimiento, forraje y grano y a genotipos que da menor competencia con el maíz. La calidad de grano de los criollos es buena para el consumo humano y el pericarpio es grueso (ZZ) en la mayor parte de variedades. En cuanto a los componentes de rendimiento habrá que aumentar el largo de panoja de los criollos, para también aumentar el número de granos. La densidad específica del grano también hay que mejorarla. También hay que bajar la altura de planta, e incrementar el número de panojas por superficie, con el fin de mejorar el rendimiento de grano. Hay que cambiar el color de la planta a amarillo y glumas castañas para mejorar la calidad del grano, pues los criollos tienen hojas y glumas de color púrpura y están en un ambiente húmedo se manchan los granos con pigmentos fenólicos.

## RECONOCIMIENTO

Los autores quieren reconocer a los ingenieros Edgar Salguero (ICTA) y Rigoberto Nolasco (SRN), por su colaboración y contribución de información acerca del ensayo de los treinta y seis sorgos fotosensitivos en tres sistemas de cultivo con maíz reportado en este informe. También, reconocemos al doctor Dan Meckenstock por asesorar la planificación y por contribuir con 10 líneas de sorgo para este ensayo.

## BIBLIOGRAFIA

- ARGUETA, B. y E. Baides.: 1984. Informe preliminar de trabajos de validación, transferencia en el área de Metalio, Guaymango, 1983. Informe final, CENTA/MAG.
- CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGRICOLA. 1983. Informe anual. San Andrés, El Salvador.
- CLARA, R., R.H. Córdoba, y H. Coto. 1983. Formación de variedades de sorgo adaptables al asocio con maíz. p.244-255. *En* Memoria plant breeding methods and approaches in sorghum workshop for Latin America. Memoria taller INTSORMIL, INIA, ICRISAT. 10 al 16 abril 1983. CIMMYT, El Batán, México.
- EBERHART, S.A. y W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varietes. *Crop. Sci.* 6:357-360.
- PAUL C.L. et al. 1985. La comparación de los sistemas de producción con sorgo [*Sorghum bicolor*, (L.) Moench] y maíz (*Zea mays* L.) asociados más importantes en Centroamérica y el Caribe. p. 87-108. *En* Annual Report of the Agronomist ICRISAT's Regional Sorghum Program for Latin America.
- RODRIGUEZ, R. 1984. El estado actual y potencial del sorgo en El Salvador. p. 71-99. *En* R. Reyes, R. Sánchez y F.A. Tario (eds.) Memoria III Reunión de la Comisión Latinoamericana de Investigadores de Sorgo. CENTA y ICRISAT, San Salvador, El Salvador, 18 al 24 nov. 1984. CENTA, San Andrés, El Salvador.
- SANTOS, M., 1987. Mejoramiento genético de maicillos criollos adaptables al asocio con maíz. *En* Memoria XXXIII del PCCMCA. Guatemala, Guatemala, 30 de marzo al 1 de abril, 1987. ICTA, Guatemala.