

Programa de Mejoramiento de Sorgo del ICRISAT para Mesoamérica

René Clará V. y María de los Angeles González M.¹

RESUMEN

El programa de Mejoramiento de ICRISAT/Mesoamérica, después de 12 años de trabajo ha logrado impactar en la región, mediante la difusión de nuevo germoplasma, entrenamiento y asistencia técnica. Los objetivos de cada proyecto están enfocados a las necesidades básicas de los diferentes países de la región y los logros están llegando a cubrir demandas apremiantes en los países. En el desarrollo de variedades de polinización libre, hay 9 variedades insensitivas ya liberadas en zonas intermedias y bajas de los países de la región, en Valles Altos con la colaboración del INIFAP de México, se están validando 4 nuevas variedades con calidad de grano para el consumo humano y tolerantes al frío, para criollos mejorados (landrace), con la colaboración del CENTA de El Salvador, se está validando la variedad mejorada ES-727. En cuanto a híbridos, se ha dado asistencia técnica para la liberación y producción de semilla de 2 híbridos. Atrás de todo esto se forman 2 ensayos uniformes que se distribuyen en la región, uno de Variedades y otro de híbridos, donde se involucran sólo materiales élite y los países seleccionan los que tienen mejor adaptación y convengan a sus objetivos e ICRISAT/Mesoamérica pone a disposición el germoplasma para la producción de su semilla. Aparte de esto, también da asistencia técnica a los programas en el manejo, evaluación, selección de genotipos y producción de semilla. Además el programa de entrenamiento en México ha entrenado hasta la fecha 35 becarios en cursos de 3 meses y 10 científicos visitantes en cursos de 3 semanas.

INTRODUCCION

La mayor parte del cultivo de sorgo en Mesoamérica está localizado en la zona subtropical y tropical entre altitudes de 0-

¹ Fitomejorador de Sorgo Asociado ICRISAT/Mesoamérica. Asistente del programa de Mejoramiento ICRISAT/Mesoamérica.

1500 m. México absorbe la mayor parte de la superficie sembrada de sorgo (Cuadro 1). En Panamá, Costa Rica, República Dominicana y México, el sorgo se produce bajo el sistema de cultivo puro usando principalmente híbridos fotoinsensitivos. El resto de los países usan mayormente variedades de sorgo fotosensitivo bajo sistemas intercalados, principalmente con maíz. En el caso de México existe en el altiplano una zona semiárida, de 1.3 millones de hectáreas potencialmente para el cultivo de sorgo.

Aunque el cultivo de sorgo tiene un tercer nivel de importancia dentro de los granos básicos en la mayoría de los países de Mesoamérica, casi todos son deficitarios en su producción, es decir, que la mayoría de ellos tienen que importar grano de sorgo para cubrir la demanda interna.

Por otra parte, también en la mayoría de los países el sorgo es cultivado por agricultores de escasos recursos, en forma individual o agrupados en núcleos de producción. Para el caso del sorgo fotosensitivo que se siembra intercalado principalmente con maíz, es sembrado exclusivamente por pequeños agricultores de Centroamérica y Haití.

ICRISAT está trabajando en Mesoamérica tratando de cubrir la amplia versatilidad del cultivo. En este sentido desarrolla un programa de mejoramiento genético y agronomía, en colaboración con los programas nacionales de la región.

OBJETIVO

Generar germoplasma que contribuya a la formación de variedades e híbridos de alto potencial de rendimiento y estabilidad para disposición de los países de Mesoamérica.

ANTECEDENTES

El programa de mejoramiento de sorgo del ICRISAT/Mesoamérica, nació en el CIMMYT gracias a la iniciativa del Dr. Elmer Johnson en 1973, enfocado a la adaptación de sorgos a Valles Altos tolerantes al frío, principalmente al altiplano de México. El soporte inicial fue obtenido del International Development Research Center of Canada en 1973, por un período de dos años y más tarde se

extendió a dos años más, finalizando en diciembre de 1976. El Dr. Shree P. Singh llegó a trabajar a este programa bajo este proyecto. En 1977 el ICRISAT de la India asume el liderazgo y soporte de este proyecto de sorgo con las facilidades administrativas prestadas por el CIMMYT de México. De esta forma el enfoque de la investigación en mejoramiento de Valles Altos toma un mayor auge y se desarrollan más actividades con la colaboración de la Universidad de Chapingo, dirigidas a tipos de grano de consumo humano y animal. El Dr. S. P. Singh se retiró a fines de mayo de ese año.

En Octubre de 1977 (Guiragossian, 1978), el Dr. Vartan Guiragossian llegó a sustituir al Dr. Singh. En 1988 visitó Centroamérica, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Brazil, con el propósito de recoger información e identificar problemas del cultivo y así, extender las actividades de ICRISAT, al desarrollo de híbridos y variedades para zonas bajas e intermedias tropicales.

Fue desde entonces cuando ICRISAT extendió sus servicios a Mesoamérica, quedando Sudamérica atendida solamente con el envío de germoplasma y alguna visita de asistencia técnica que fuera solicitada. Los servicios que el ICRISAT ha venido prestando a los programas nacionales son: asistencia técnica, germoplasma y financiamiento para actividades técnicas.

PROYECTOS DE MEJORAMIENTO

I. Mejoramiento de sorgo para Valles Altos.

Fue el primer proyecto que se inició en el programa, está enfocado a los Valles Altos de México de baja precipitación pluvial y con temperaturas frías durante el ciclo del cultivo. La principal limitante es la falta de polinización durante anthesis.

OBJETIVOS

1. Introducción de germoplasma con tolerancia al frío de Valles Altos de Africa Oriental.
2. Conversión a fotoinsensitividad por cruzarlo con genotipos insensitivos.

3. Desarrollo de genotipos con tolerancia al frío y con rendimientos estables, buena calidad de grano para el consumo humano y resistencia a sequía, fusarium y bacteriosis.
4. Desarrollo de líneas A, B y R con buena tolerancia al frío, buenas características, buena calidad de grano y buena habilidad combinatoria para la formación de híbridos.

El proceso de conversión fue iniciado debido a que la tolerancia al frío de Valles Altos, proviene de variedades fotosensitivas de Africa Oriente, principalmente de Etiopía. En este sentido estas variedades son sembradas en El Batán, México, dentro de un invernadero de plástico negro para reducirles el día (luz) y hacerlas florear para cruzarlas con sorgos fotosensitivos susceptibles o con alguna tolerancia al frío. Cuando un sorgo susceptible al frío es sembrado en Valles Altos en temporal, el polen no funciona, pero sus estigmas generalmente son receptivos, entonces ha recibido una emasculación ecológica y es apto para producir grano con polen fértil.

En la mayoría de los casos, con 2-3 retrocruzamientos son suficientes para incorporar fuerte resistencia al frío en genotipos susceptibles fotoinsensitivos. Actualmente se cuentan genotipos como VA-110, BTP-28, IC/CI-4, IC/CI-8, etc., con buena tolerancia al frío e insensitivos, que se están utilizando como donantes de este carácter para incorporarlo en variedades élite de zonas bajas, para mejorar la calidad de grano, rendimiento, estabilidad y características agronómicas de las variedades de Valles Altos. El carácter de precocidad se le está dando énfasis, utilizando genotipos como Milo precoz, VA-110, PP-290, Kafir, SAR-24 y otros precoces, para incorporar genes de precocidad a las poblaciones de mejoramiento de Valles Altos. Además en el ciclo Batán 87 fueron seleccionados en el pedigrí 46 genotipos precoces con tolerancia al frío que también serán utilizados como fuentes de precocidad. Como el temporal en Valles Altos está limitado a un período corto (fines de mayo - fines de septiembre) y baja precipitación pluvial (50 mm), los genotipos precoces de pocas necesidades de agua resultan importantes.

La calidad de grano para consumo humano también es importante en Valles Altos de México, principalmente en la

actualidad el sorgo se está utilizando como materia prima en productos alimenticios de panificación, cerveza y tortillas. La mejor calidad de grano se encuentra en las variedades de zonas bajas del ICRISAT, por esta razón se utilizan incorporándoles genes de resistencia al frío. Muchas otras características, como tolerancia a sequía, fusarium, bacteriosis y otras; también se toman de las variedades de zonas bajas. El desarrollo de líneas A, B, y R para Valles Altos también están condicionados al germoplasma de zonas bajas para obtener buenos híbridos. Es importante en este sentido el tener tolerancia al frío en líneas B, aunque éstas no tengan buenas características agronómicas, pueden tomarse de las líneas B de zonas bajas utilizándolas como recurrente en un proceso de retrocruzamiento en Valles Altos.

II. Mejoramiento de sorgo para zonas intermedias y bajas.

Este tipo de mejoramiento está enfocado a las áreas tropicales bajas de todos los países de Mesoamérica, lo cual constituye el grueso de la producción de este cultivo.

OBJETIVOS

1. Introducción de germoplasma de zonas bajas de fuentes como ICRISAT/Texas, etc.
2. Desarrollo de genotipos con rendimientos estables, precocidad, características agronómicas favorables, resistentes a sequía, barrenadores, mohos del grano, mildiu, enfermedades foliares e insectos de la panoja.
3. Desarrollo de líneas A, B y R con buena habilidad combinatoria para la formación de híbridos con alto potencial de rendimiento, estabilidad y buena calidad de grano para el consumo humano.
4. Evaluar genotipos introducidos y mejorados en los varios ambientes de Mesoamérica con la colaboración de los programas nacionales.
5. Evaluar la calidad del grano y alimentos de él en líneas élite, variedades liberadas e híbridos.
6. Estudiar la economía de la preparación y uso de alimentos de

sorgo por comunidades de pequeños agricultores.

7. Asistir programas nacionales en el desarrollo de genotipos mejorados de sorgo a través de asistencia técnica, supervisión y planificación de la investigación.

Este proyecto se inició en 1977 y fue tomando mayor fuerza a través de los años. Es el proyecto de mayor demanda de actividades y recursos por su amplitud de acción. También es donde ICRISAT ha logrado más impacto. Todo es debido al apoyo recibido de ICRISAT con el material genético que allá desarrolla. En términos generales, mejoramiento para variedades de zonas intermedias y bajas existe bastante, entonces el programa de mejoramiento de Mesoamérica capitaliza este programa y lo combina para lograr avances específicos para la región. Lo mismo sucede con el germoplasma recibido de Estados Unidos y de otros países.

Fuentes de rendimiento, estabilidad, calidad de grano, sequía y tolerancia a enfermedades son recibidas del Centro de ICRISAT en la India. Resistencia a plagas, enfermedades, buenas características agronómicas de planta para variedades y para líneas B y R se obtienen de germoplasma de Texas A&M, ICRISAT y otros países.

El centro de las actividades de mejoramiento para Mesoamérica está en México, en las Estaciones Experimentales de Poza Rica y Tlaltizapán. Pruebas preliminares de genotipos se realizan en algunas localidades de México. Con ambientes críticos y favorables.

Dos ensayos internacionales uniformes, se desarrollan en Mesoamérica con materiales de ICRISAT, para que los genotipos élite puedan llegar a los programas nacionales. El ensayo de variedades se llama "MASVYT" y el de híbridos "Híbridos de CLAIS". De esta manera los programas nacionales reciben los materiales sobresalientes del programa de Mejoramiento de ICRISAT y tiene la oportunidad de obtener la información del comportamiento en la región y en su país, que les permitan poder liberar comercialmente el que más responda a las necesidades de su país.

Cuadro 1. Indicadores de la Producción del Cultivo de Sorgo en los Países de Mesoamérica.

Países	Area ('000 km)	Población ('000)	IB/Capita (\$US)	Area-Sorgo ('000/ha)	Producción ('000 tn)	Rendimiento (Kg/ha)	% Area en Cultivo Asociado
México	1958	77300	2241	2036	6729	3305	0
Guatemala	109	7900	1194	160	123	769	92
El Salvador	21	5200	745	114	209	1202	94
Honduras	112	4200	718	66	56	857	85
Nicaragua	148	3100	1188	47	112	2392	65
Costa Rica	51	2400	1110	21	38	1810	20
Panamá	77	2100	2085	10	27	2700	0
Rep. Dom.	48	6200	1428	22	66	3010	5
Haití	28	5300	297	160	123	769	87
TOTALES	2552	113700	(X)1223	2638	7483	(X)1934	448

Fuente: Extracto de World of Information, 1986.
 FAO production yearbook, 1984.
 Paul, C. L., 1983 - data 1982.

Como otro de los objetivos de este proyecto es el de formar sorgos con grano de buena calidad para el consumo humano. Las semillas son analizadas en pruebas predictivas (alcalí, taninos y fenoles) en los Laboratorios del INIFAP. Con los genotipos de mejor calidad se realizan otras pruebas como: nixtamalización, bromatológico, aminoácidos, carbohidratos, dureza, etc.; además con la colaboración de estos laboratorios y del Centro de Tecnología Agrícola (CENTA) de El Salvador, se estudia la economía de la preparación y uso de alimentos de sorgo por comunidades de pequeños agricultores.

En este proyecto también está involucrada la asistencia técnica que presta el programa de ICRISAT para Mesoamérica a los programas nacionales de Mejoramiento en el desarrollo de genotipos mejorados. A través de esta asistencia técnica impartida a nivel de campo en la supervisión de los técnicos de mejoramiento se realiza la planeación de la investigación a nivel nacional.

III. Mejoramiento de maicillos (sorgos) criollos

Este proyecto se ha iniciado en 1987 y responde a la necesidad de mejorar un tipo de sorgo Landrace, que los pequeños agricultores de Centroamérica y Haití utilizan bajo el sistema tradicional de cultivo de "maíz-sorgo". Aunque es un sistema de subsistencia, los pequeños agricultores tienen la seguridad de cosechar aunque sea solo el sorgo, cuando las condiciones agroclimáticas son desfavorables al maíz; pero cuando son favorables, ellos cosechan buenos rendimientos de ambos cultivos en la misma tierra.

OBJETIVOS

1. Introducción de los mejores genotipos de maicillos criollos a los programas nacionales.
2. Mejorar el potencial y estabilidad de rendimiento y calidad de forraje de los maicillos, mientras se conserva su fotosensitividad y adaptación a los sistemas de cultivos tradicionales los cuales incluyen maíz y frijol.
3. Mejorar la arquitectura de las variedades locales de maicillos con el objetivo de aumentar su eficiencia y dejarles competir menos con el maíz sembrado asociado, en los sistemas de

cultivos tradicionales y mejorados.

4. Desarrollar genotipos resistentes a las enfermedades foliares y plagas de tallo y panícula y con buena calidad de grano para el consumo humano.

El mejoramiento de los maicillos criollos (Landrace) de este proyecto se está realizando en colaboración con el Centro de Tecnología Agrícola (CENTA) de El Salvador, utilizando el material mejorado que ellos poseen. El mejoramiento en este sentido consiste básicamente en modificar la planta de maicillo criollo para lograr menos competencia con el maíz, mejorar su rendimiento, tolerancia a plagas y enfermedades. En cuanto a calidad de grano la mayor parte son de buena calidad y son usadas en la fabricación de tortillas en el consumo humano. Hay de pericarpio grueso y fino. En cuanto a los componentes de rendimiento, se les puede mejorar el peso específico del grano, tamaño del grano, tamaño de panoja y número de granos por panoja. Al disminuir la altura de planta puede lograrse también menor competencia con el maíz y mayor número de panojas por superficie (Paul, 1985).

Se están haciendo cruzamientos de criollos x mejorados insensitivos principalmente de ICRISAT, Texas A&M y de CENTA, para lograr las modificaciones descritas.

Los sistemas de asocio para el cual se están mejorando los criollos son: siembra simultánea maíz-sorgo y siembra de sorgo al aporque del maíz.

IV. Entrenamiento en mejoramiento genético

Se da un entrenamiento a científicos de programas nacionales en dos ciclos al año, con duración de 3 meses, de los cuales mes y medio reciben entrenamiento en técnicas de prácticas de mejoramiento. Es decir que este entrenamiento está enfocado más a aspectos prácticos en el desarrollo de las técnicas de mejoramiento. En este período se desarrolla la metodología de mejoramiento para variedades de polinización libre y para híbridos, técnicas de evaluación de genotipos y algunos principios básicos de genética aplicada al mejoramiento.

RESULTADOS DEL PROGRAMA

El ICRISAT, ha logrado tomar importancia en la región de México, Centro América y El Caribe en el cultivo de sorgo con la introducción de un germoplasma completamente nuevo en la región. Antes de 1970 sólo se conocían tipos de sorgos criollos fotosensitivos, híbridos enanos de grano rojo para el consumo animal y unas pocas variedades de polinización libre de color púrpura y de grano de mala calidad. Casi el 100% de este germoplasma provenía de los Estados Unidos, principalmente como híbridos de compañías productoras de semilla. Desde unos 25 años los países de la región han dependido de este germoplasma en la siembra comercial de este cultivo, hasta que ICRISAT llegó a América con un nuevo tipo de germoplasma de sorgo conocido como "Tan plant" en 1975. A partir de entonces, los programas nacionales de los diferentes países han aprovechado todas las ventajas que este nuevo tipo de germoplasma tenía en comparación con los tradicionales, principalmente en la calidad del grano para la alimentación humana. De esta forma todos los países tomaron interés en estas nuevas variedades y comenzaron a avanzar evaluaciones de los materiales seleccionados, con la asistencia que el programa del ICRISAT de México ha estado proporcionando a los países. Entonces el programa de sorgo del ICRISAT en México sirvió como tamiz de todos los materiales que venían de la India. Este tamiz lo efectuaban en base a su potencial de rendimiento, calidad de grano y resistencia a las principales enfermedades de la región. En este sentido se realizaron todas las evaluaciones en la Estación Experimental de Poza Rica, donde se dan las mejores condiciones Agroclimáticas representativas de la región. Todas las variedades liberadas en los países provienen del material evaluado en Poza Rica y enviado a cada país.

Actualmente este germoplasma ya constituye el 95% del germoplasma que cada programa nacional está utilizando para mejoramiento. Es decir, que en pocos años el ICRISAT ha entrado a esta región cambiando todo un germoplasma "púrpura" a un germoplasma "Tan" de mejor calidad de grano y mejor potencial de rendimiento. Países como El Salvador, Honduras, Guatemala, República Dominicana y México, ya tienen evaluaciones avanzadas en cuanto a la sustitución del trigo por harina de sorgo en la panificación. También este germoplasma está sustituyendo o complementando al maíz en la fabricación de

tortillas en El Salvador, Honduras, Guatemala, Nicaragua y Haití. En general, en toda la región se ha despertado especial interés para la utilización de este nuevo germoplasma para la elaboración de alimentos en el consumo humano, especialmente en países donde tienen un 100% de importación de trigo, como Panamá, República Dominicana, Haití, Nicaragua, Honduras y El Salvador. Además de esta región, este germoplasma "Tan" está revolucionando programas de toda América, incluyendo los Estados Unidos.

Aunque este panorama es promisorio, hay ciertos problemas que superar para que los países realmente mejoren la situación del cultivo. Las variedades mejoradas que vienen del ICRISAT en India, por sí solas no serán la solución a los problemas del cultivo que afrontan los países. El programa de sorgo del ICRISAT/CIMMYT lo sabe y en este sentido está trabajando en mejoramiento. Para zonas bajas, México necesita híbridos triple o doble enanos, mecanizables, con grano rojo y blanco, con tolerancia a pájaros plaga y de buen potencial de rendimiento. Para valles altos necesita también sorgos de excelente adaptación, buen rendimiento, grano blanco y rojo y mecanizables. Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Haití, necesitan híbridos enanos, mecanizables de grano rojo y blanco, variedades de mediana altura de buena calidad de grano, fotoinsensitivas y fotosensitivas adaptables al asocio con maíz. Costa Rica, Panamá y República Dominicana, el sorgo se usa para el consumo animal, aunque sus harinas se están proyectando al consumo humano. En este sentido, principalmente necesitan híbridos enanos mecanizables de grano rojo. Las variedades doble o triple enanas de grano blanco se están introduciendo con dificultad. Todos los países necesitan también sorgos forrajeros para el sector ganadero, ya que este sector tiene una gran importancia en su economía y actualmente está importando esta semilla.

Las variedades que actualmente están liberadas han tenido buena aceptación en los sectores de agricultores de menores recursos y en siembras en monocultivo o relevo del maíz. Sin embargo, no podrán entrar a sectores de pequeños agricultores bajo siembras en asocio con maíz ni podrán sustituir con ventaja a los híbridos de siembras mecanizadas.

El germoplasma "Tan", si es favorable en utilizarse para cualquier sistema de cultivo y es más aceptable en todos los países, incluyendo para forraje. Por lo tanto, el programa de mejoramiento de sorgo del ICRISAT/CIMMYT lo está utilizando como base para mejorar las variedades o híbridos proyectados hacia esta región.

1. Sorgo: "ISIAP Dorado"

Es una variedad comercial en El Salvador, Honduras, Nicaragua y México

Origen: ICRISAT-México

Genealogía (IS-10927 X UCHV₂) - 16-IX (CS-3541 Deriv.) - 3.

Caracterización Agronómica:

Altura de planta.....	135 cm
Madurez fisiológica.....	95-103 días
Color de planta.....	Bronceado
Tipo de panoja.....	Semi compacta
Tamaño de panoja.....	25 cm
Color de glumas.....	Bronceadas
Color del grano.....	Blanco
Testa pigmentada.....	Ausente
Grosor del pericarpio.....	Delgado
Tamaño del grano.....	Mediano
Grano con calidad.....	Consumo humano
Peso de 1000 semillas.....	35g al 14% de humedad
Proteína del grano.....	(11.5% B. S.)
Días a floración.....	65-75 días
Resistente.....	Mildió [<i>Peronosclerospora sorghi</i> (Weston y Uppal)], patotipo 1
Resistente.....	Podredumbre carbonosas [<i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi)]
Tolerante.....	Roya [<i>Puccinia sorghi</i> (Cooke)]
Tolerante.....	Enanismo dorado
Reacción.....	Línea restauradora
Adaptación.....	Zonas bajas e intermedias y cosecha mecanizada

Rendimiento

<u>País</u>	<u>Rendimiento (kg ha⁻¹)</u>	
	<u>Comercial</u>	<u>Experimental</u>
El Salvador	3,500	4,100
Honduras	3,200	3,928
Nicaragua	--	4,200
México	4,710	5,797
Ecuador	--	4,600
Panamá	--	3,600

En 1985 se produjeron en El Salvador, 125 TM de semilla comercial certificada para venta a los agricultores.

2. Sorgo "Nica-Sor "(T-43)

Variedad liberada comercialmente en Nicaragua en 1986.

Origen: ICRISAT

Genealogía SEPON 1977 (yield trail)

Caracterización Agronómica:

Floración.....	64 días
Madurez fisiológica.....	90 días
Altura de planta.....	178 cm.
Nº de nudos en el tallo.....	11 nudos
Nº de hojas.....	12 hojas
Longitud de hojas.....	78.5 cm
Ancho de hojas.....	6.2 cm
Tipos de panoja.....	Semi abierta
Exerción de panoja.....	11 cm
Longitud de raquis.....	26 cms
Ancho de raquis.....	5 cms
Nº de ramas secundarias.....	53
Color de anteras.....	Amarillo
Color de glumas.....	Crema
Color del grano.....	Blanco
Tipo de endosperma.....	Cristalino
Tolerante.....	Mildew [<i>Peronosclerospora sorghi</i> (Weston y Uppal)]

Rendimiento

<u>País</u>	<u>Rendimiento (Kg/ha)</u>	
	<u>Comercial</u>	<u>Experimental</u>
México	--	3,275
Guatemala	--	4,624
Honduras	--	5,571
Panamá	--	4,786
Nicaragua	4,285	4,830

En 1985 Nicaragua produjo 75 toneladas métricas de semilla certificada para venta a los agricultores.

3. Sorgo "MITLAN 85"

Varietal liberada comercialmente en Guatemala en 1986. El nombre experimental es "C-21".

Origen: ICRISAT

Genealogía: M-91057

Caracterización agronómica:

Altura de planta.....	167 cms
Días a floración.....	67 días
Días a madurez fisiológica.....	90 días
Color de planta.....	Amarilla
Tipo de panoja.....	Semi abierta
Tamaño de panoja.....	27 cms
Color de glumas.....	Bronceado
Color del grano.....	Blanco
Testa pigmentada.....	Ausente
Grosor del pericarpio.....	Delgado
Tamaño del grano.....	Mediano
Grano con calidad.....	Consumo humano
Tolerante.....	Roya [<i>Puccinia sorghi</i> (Cooke)]
Tolerante.....	Podredumbre carbonosa [<i>M. phaseolina</i> (Tassi)]
Tolerante.....	<i>Cercospora sorghi</i>
Tolerante.....	<i>Gleocercospora sorghi</i>
Adaptación.....	Zonas bajas e intermedias y cosecha mecanizada

Rendimiento

<u>País</u>	<u>Rendimiento (Kg/ha)</u>	
	<u>Comercial</u>	<u>Experimental</u>
Guatemala	3,100	3,980
Honduras	.-	1,590
Costa Rica	.-	2,120
Panamá	.-	1,790

4. Sorgo "CENTA S-2"

Es una variedad comercial liberada en El Salvador en 1976.

Origen: ICRISAT programa de México

Genealogía: Cruzamiento de Selecciones de Chapingo

Caracterización Agronómica:

Altura de planta.....	200-250 cms
Tipo de panoja.....	Semi abierta
Días a floración.....	65 días
Días a madurez fisiológica.....	90 días
Días a cosecha de grano.....	100-105 días
Días a cosecha para ensilaje.....	75 días
Color de planta.....	Púrpura
Color de glumas.....	Púrpura
Color del grano.....	Blanco
Grosor del periparpio.....	Delgado
Grano con calidad.....	Consumo humano
Peso de 1000 semillas.....	36 gr. al 14% de humedad
Resistente.....	Mildew [<i>P. sorghi</i> (Weston y Uppal)] (Patotipo 1)
Tolerante.....	Sequía
Tolerante.....	Fitotoxicidad de insecticidas

Rendimiento

<u>País</u>	<u>Comercial</u>		<u>Experimental</u>	
	<u>Grano</u>	<u>Forraje (Ensilaje)</u>	<u>Grano</u>	<u>Forraje (Ensilaje)</u>
El Salvador	4,280 kg ha ⁻¹	71 t ha ⁻¹	4,800 kg ha ⁻¹	80 t ha ⁻¹
Honduras	3,570 kg ha ⁻¹	70 t ha ⁻¹	4,500 kg ha ⁻¹	75 t ha ⁻¹

En El Salvador anualmente se producen 250 toneladas métricas de semilla certificada de esta variedad, utilizándose dos cosechas por siembra, la primera para forraje de ensilaje y la segunda para grano.

5. Sorgo Tortillero 1

Variedad comercial liberada en Honduras en 1983.

Origen: ICRISAT - México

Genealogía: Selección de CS - 3541

Caracterización Agronómica:

Altura de planta.....	150 cms.
Tipo de panoja.....	compacta
Tamaño de panoja.....	25 cms.
Días a floración.....	68 días
Días a madurez fisiológica.....	98 días
Días a cosecha.....	106 días
Color de planta.....	castaño
Color de grano.....	blanco
Color de glumas.....	castaño
Grosor del pericarpio.....	Intermedio
Tamaño de grano.....	Mediano
Tolerante.....	mildew [<i>P. sorghi</i> (Weston y Uppal) (Patotipo 1)]
Tolerante.....	<i>Cercospora sorghi</i> .
Reacción.....	Línea "R".
Tolerante.....	Hongos del grano.
Grano de calidad.....	Para consumo humano.
Adaptación.....	Cosecha mecanizada.

Rendimiento

<u>País</u>	<u>Rendimiento (kg ha⁻¹)</u>	
	<u>Comercial</u>	<u>Experimental</u>
Honduras	3,200	3,500

Para 1984 se produjeron 36,363 kg. de semilla comercial certificada para los agricultores en Honduras.

6. Sorgo "CENTA SS-41"

Sorgo híbrido para forraje liberado comercialmente en El Salvador, en 1980.

Origen: ICRISAT - México

Genealogía: ATx 623 X Sweet Sudan

Caracterización Agronómica:

Rendimiento

Zacate de corte.....	50 t ha ⁻¹ en estado de bota
Zacate de pastoreo.....	28 Ton/ha (a 1m de altura)
Zacate para heno.....	14 t ha ⁻¹
Zacate para ensilaje.....	55 Ton/ha (grano leche)

Días a cosecha

Corte.....	38 días
Pastoreo.....	30 días
Heno.....	27 días
Ensilaje.....	67 días

Características del forraje:

Potencial de rendimiento.....	Bueno
Cantidad de follaje.....	abundante
Calidad del forraje.....	jugoso, dulce y palatable
Crecimiento.....	Rápido
Resistente al	pastoreo (pisoteo)
Rebrote.....	Buena recuperación después del corte
Proteína.....	Rico
Madurez.....	Precoz
Acido cianhídrico.....	Bajo contenido
Tolerante.....	Mildew veloso y a enfermedades foliares

Rendimiento de sorgos forrajeros en dos localidades en El Salvador.

Localidades			
(t ha ⁻¹ ms)			
Híbrido	Texistepeque	Santa Cruz Porrillo	Promedio
HF-18	12.0	23.8	17.9
HF-22	14.3	28.6b	21.5
HF-23	16.7b	32.2b	25.0
Trudan 78445	13.7	29.4b	21.6
Sordan 77410	17.0b	23.1	20.1
NK-300	10.7	31.1b	20.9
CENTA SS-41	13.8	27.8b	20.8
CV	16.50	21.88	

Rendimiento de proteína en zacate de corte t ha⁻¹ en dos localidades en El Salvador.

Localidades			
Híbrido	Texistepeque	Santa Cruz Porrillo	Promedio
HF-18	1.9	3.5	2.7
HF-22	1.9	3.9	2.9
HF-23	2.5	4.4	3.4
Trudan 78445	1.7	5.1	3.4
Sordán 778410	2.3	3.5	2.9
NK-300	1.5	2.9	2.2
CENTA SS-41	1.9	4.2	3.0
CV	23.33	11.82	

Rendimiento de proteína en zacate de ensilaje en dos localidades en El Salvador.

Variedades	Localidades		Promedio
	Chirilagua	Jocoro	
HF-22†	38.1	36.2	37.2
HF-23†	35.4	39.8	37.6
CENTA SS-41†	38.2	42.8	40.5
B-1191‡	39.3	44.1	41.7
CENTA S-2‡	47.0	63.8	55.4
CV	17.06	15.1	

†Híbrido

‡Variedad

Nota: Los híbridos fueron más precoces por lo que producen más cortes.

En 1985 en El Salvador se produjo 250 toneladas métricas de semilla híbrida certificada; de la cual el Estado produce un 20% y la empresa privada un 80%. La mayor parte de esta semilla es utilizada para zacate de corte principalmente en temporal. De esta forma se ha fortalecido la producción de ganado bovino en El Salvador.

7. Sorgo "Sureño"

Variedad de polinización libre liberada comercialmente en Honduras en 1985.

Origen: ICRISAT-México(GWT-210)

Pedigrí: [(SC423XCS3541)-E-35-1] -2-5

Caracterización Agronómica:

Altura de planta.....	210 cm.
Días a floración.....	70 días
Días a madurez fisiológica.....	95 días
Días a cosecha.....	105 días
Color de planta.....	Castaño
Tipo de panoja.....	Semi compacta
Tamaño de panoja.....	25 cm.

Color del grano.....	Crema
Color de glumas.....	Castaño
Grosor del pericarpio.....	Delgado
Tamaño del grano.....	Mediano
Tolerante.....	Mildew o cenicilla (Patotipo 1)
Tolerante.....	Roya y Cercóspora.
Utilización.....	Doble propósito (grano y forraje)
Calidad de grano.....	Consumo humano
Contenido de fenoles y taninos.....	Bajo

Rendimiento

País	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	
	Comercial	Experimental
Honduras	3,570 grano	3,900 grano
	60 t ha ⁻¹ de forraje	

En 1985 Honduras produjo 150 toneladas métricas de semilla de esta variedad y no alcanzó a satisfacer la demanda. Para 1986, hay planes de duplicar la cantidad de semilla producida.

8. Sorgo "CATRACHO"

Sorgo híbrido de doble propósito (grano y forraje) liberado en Honduras en 1984.

Origen: INTSORMIL/ICRISAT-México

Genealogía: ATX-623 X Tortillero (Selección CS-3541)

Caracterización Agronómica:

Tipo de panoja.....	Semi abierta
Tamaño de panoja.....	28 cm
Color de glumas.....	roja
Color del tallo.....	rojo
Altura de planta.....	1.80 cm
Color del grano.....	Blanco
Grosor del pericarpio.....	delgado
Días a floración.....	62 días
Días a madurez fisiológica.....	90 días

Días a cosecha.....	97 días
Tamaño del grano.....	mediano
Resistente.....	Mildew
Tolerante.....	Fitotoxicidad
Adaptable.....	Zonas bajas
Utilización.....	Doble propósito (grano y forraje)

Rendimiento

<u>País</u>	<u>Rendimiento (kg ha⁻¹)</u>	
	<u>Comercial</u>	<u>Experimental</u>
Honduras	3,900	4,400
	70 t ha ⁻¹ de forraje de ensilaje	

El Sector Estatal de Honduras en 1984 produjo 50 toneladas métricas de semilla certificada, pero con la liberación de la variedad de sorgo "Sureño" que tiene mejor calidad de grano para el consumo humano, la demanda de semilla de "Catracho" está disminuyendo.

9. Sorgo "SAN MIGUEL No. 1"

Maicillo criollo mejorado adaptable al sistema de asocio con maíz, liberado en El Salvador en 1983.

Origen: CENTA/ICRISAT

Genealogía: Cau-Kaura x Criollo Sapo

Caracterización Agronómica:

Altura de planta (2 dw).....	1.80 cm
Días a floración.....	140 días
Días a madurez fisiológica.....	165 días
Días a cosecha.....	175 días
Color de la planta.....	Roja
Tipo de panoja.....	Semi-abierta
Tamaño de panoja.....	30 cm
Color de glumas.....	Rojas
Color del grano.....	Crema
Grosor del pericarpio.....	Fino
Tamaño del grano.....	Mediano

Tipo de endosperma.....Fino (cristalino)

Buena adaptación en asocio con maíz en siembra simultánea, aporco o relevo del maíz. Permite que el maíz exprese su rendimiento sin darle competencia.

Tiene buena calidad de grano para el consumo humano y/o animal. Sus niveles de proteína y licina son mayores que el sorgo normal (INCAP-Guatemala).

Rendimiento

<u>País</u>	<u>Rendimiento (Kg/ha)</u>	
	<u>Comercial</u>	<u>Experimental</u>
El Salvador	2,500	2,800

45 TM/ha de forraje después de la cosecha.

El sector oficial, a través del Centro de Tecnología Agrícola CENTA, está produciendo la semilla en seis diferentes categorías. Hay una demanda anual de 22,700 kg. de semilla comercial certificada.

CONCLUSIONES

II. Zonas Intermedias y Bajas

1. El programa de mejoramiento de ICRISAT en Mesoamérica ha tenido éxito en la región, con la introducción y adopción de sus variedades generadas.
2. Características de rendimiento, estabilidad, calidad de grano y tolerancia a enfermedades foliares; están bien definidas en el tipo de variedades de ICRISAT.
3. El mejoramiento para formación de híbridos, aunque se está iniciando con nuevas líneas A y B generadas por el ICRISAT de buen rendimiento de semilla y buena calidad de grano, va por buen camino.
4. Ya se está superando el problema de complementación de genes para altura de planta y madurez en los híbridos.

5. Características de rendimiento, estabilidad, calidad de grano y tolerancia de enfermedades foliares, también ya se están definiendo en los híbridos.

III. Valles Altos

1. La tolerancia al frío de las variedades y poblaciones de mejoramiento está bien definida.
2. Potencial de rendimiento y estabilidad está bien fijo en la variedad VA-110.
3. Hemos logrado en unas variedades buenas características agronómicas, calidad de grano y precocidad.

FUTUROS TRABAJOS DE MEJORAMIENTO

1. Valles Altos

- 1.1 Incorporar más precocidad, calidad de grano y mejores características agronómicas a las variedades y poblaciones y tolerantes al frío, manteniendo la base amplia de germoplasma.
- 1.2 Continuar la incorporación de tolerancia al frío a variedades y líneas A, B y R élite de zonas bajas para utilizarse con éxito en Valles Altos en la formación de variedades e híbridos.
- 1.3 Incorporar genes de tolerancia a plagas y enfermedades al material de mejoramiento, aún cuando no existan éstas en Valles Altos.
- 1.4 Desarrollar poblaciones precoces de mejoramiento y realizar el proceso de selección en diferentes ambientes bajo condiciones de temporal.
- 1.5 Buscar mejores fuentes de tolerancia al frío en etapa de plántula y antesis.
- 1.6 Buscar los genotipos que los pequeños agricultores requieren para sus sistemas de producción que tengan amplia adaptación a los diferentes ambientes de Valles

Altos.

2. Zonas Intermedias y Bajas

- 2.1 Desarrollar variedades de características y arquitectura de planta similar a los híbridos comerciales.
- 2.2 Mejorar la excersión de la panoja, precocidad, tolerancia a plagas y enfermedades de variedades e híbridos.
- 2.3 Convertir a grano rojo con gen "T", "S" y sin testa a las variedades élite de grano blanco.
- 2.4 Buscar una altura de planta doble y triple enana.
- 2.5 Mejorar la viabilidad de líneas R con altura de planta triple enana y que no complementen altura con línea A.
- 2.6 Estudiar el gen "twin seed" en líneas A, B y R y variedades con el propósito de buscar mejor potencial de rendimiento.
- 2.7 Obtener el tipo de planta requerido por los pequeños agricultores para sus sistemas de producción, teniendo alto potencial, estabilidad de rendimiento y amplia adaptación a las diferentes zonas de influencia en la región.
- 2.8 Mantener una base amplia de germoplasma y métodos apropiados de selección.

FUTUROS TRABAJOS EN EL MEJORAMIENTO DE MAICILLOS (SORGOS) CRIOLLOS

En cuanto al mejoramiento de variedades fotosensitivas en el futuro, hay que enfocar las actividades a incorporar genes de tolerancia a enfermedades foliares, principalmente Downy Mildew, arquitectura de planta, altura (2 dw), componentes del rendimiento, buena 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 buena cantidad de forraje, buen rendimiento y menor competencia con el maíz.

La calidad de grano de los criollos es buena para el consumo humano y el pericarpio es grueso en la mayor parte de variedades. En cuanto a los componentes de rendimiento habrá que aumentar el tamaño del grano de mediano a grande, pues la mayor parte son pequeños. El tamaño de panoja de los criollos es pequeña, compacta o semi-compacta con buen número de granos en relación al tamaño de la panoja, pero hay que aumentar el tamaño de ésta, para también aumentar el número de granos.

La densidad específica del grano también hay que mejorarla bajando la altura de planta, también se mejorará el número de panojas por superficie, lo cual también mejoraría el rendimiento.

Hay que introducir color de planta canela y glumas castañas para mejorar la calidad del grano, pues los criollos son de color púrpura, las plnats y glumas (en su mayoría) y con un ambiente húmedo se manchan los granos con pigmentos fenólicos.

BIBLIOGRAFIA

- GUIRAGOSSIAN, V. Reporte Anual del Programa de Mejoramiento ICRISAT/CIMMYT. pp. 222-238, México, 1978.
- PAUL, C.L., et al. 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. 1985 Annual Report of the Agronomist ICRISAT's Regional Sorghum Program for Latin America. pp. 87-108.