

MEMORIA

IV REUNIÓN ANUAL

COMISIÓN LATINOAMERICANA
DE INVESTIGADORES EN SORGO.



28-31

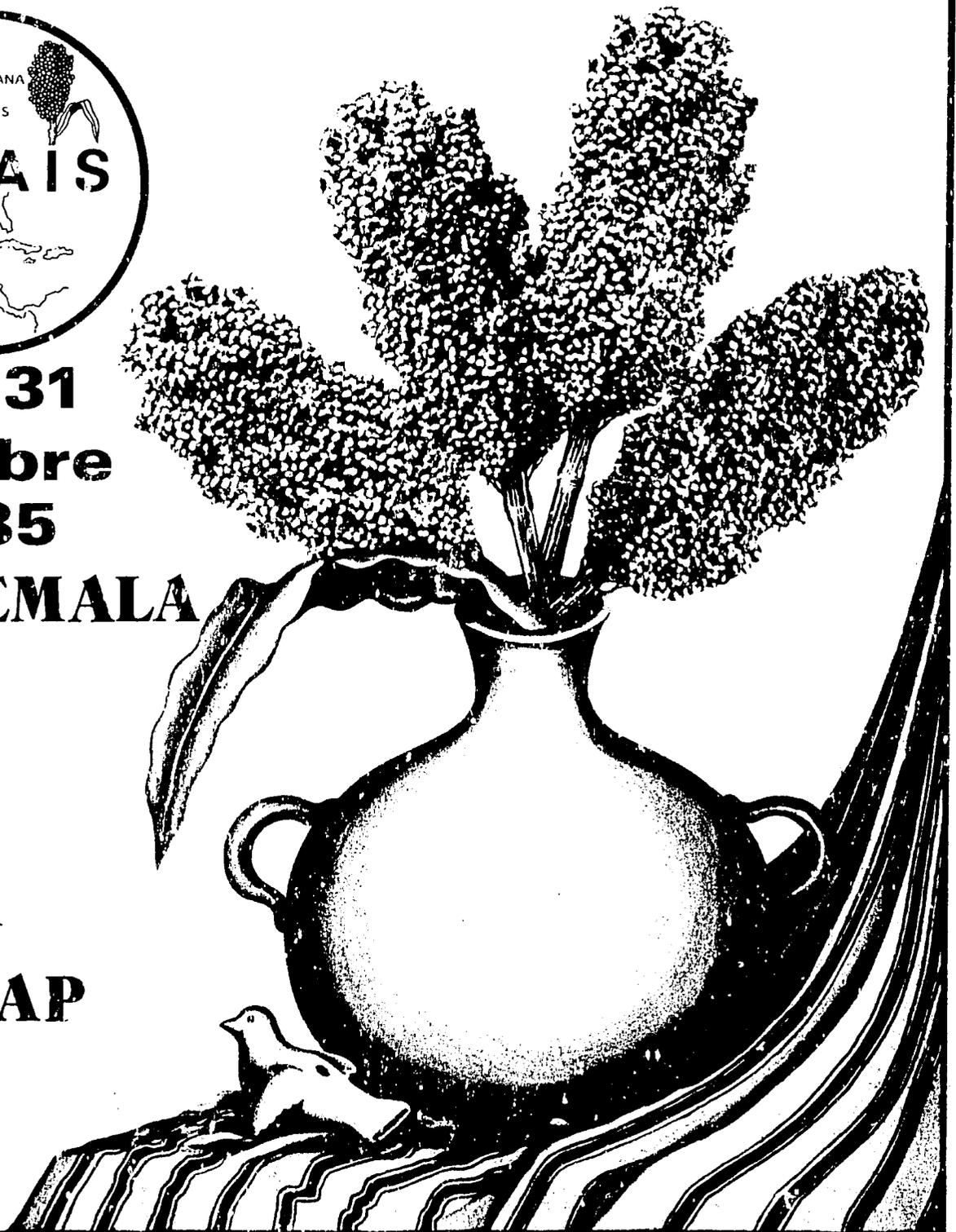
octubre

1985

GUATEMALA



ROCAP



M E M O R I A

**IV REUNIÓN ANUAL DE LA COMISIÓN LATINOAMERICANA
DE INVESTIGADORES EN SORGO**

Del 28 al 31 de octubre de 1985.

GUATEMALA

ITCA-ROCAP

CONTENIDO

	<u>Página</u>
- Reporte sobre el estado y futuro de la Comisión Latinoamericana de Investigadores en Sorgo, CLAIS	5
- Situación actual del cultivo de sorgo o maicillo en Guatemala..	12
- La comparación de los sistemas de producción con sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> , L. Moench) y maíz (<u>Zea mays</u> , L.) asociados más importantes en Centroamérica y El Caribe	21
- Ensayo de rendimiento de variedades e híbridos de sorgo en América Latina	41
- Criterios de selección de cultivares de sorgo para el uso del grano en la alimentación humana	56
- Utilización de harina de cereales para la elaboración de alimentos	62
- Proyecto de investigación de la problemática del cultivo de sorgo en la investigación del mismo en la Región VI, Jutiapa, Guatemala	73
- Producción y evaluación de variedades de sorgo de grano para consumo humano con alto potencial de rendimiento en zonas semiáridas no aptas para el cultivo de maíz	76
- El sorgo en alimentación humana	86
- Evaluación de resistencia a la Mosquita Roja <u>Contarinia sorghicola</u> Coq. de germoplasma de sorgo del ICRISAT, India y del CENTA, El Salvador.....	107
- La productividad de dos sistemas de producción de sorgo (<u>Sorghum bicolor</u> , L. Moench) para pequeños agricultores en Guatemala	125
- Logros obtenidos en la evaluación de resistencia genética a Cogollero y Barrenador	141
- Ensayo exploratorio de densidad y fertilidad en el sorgo Sureño 1984B	153
- Evaluación de la repelencia a pájaros-plaga de Metiocarbamato en aplicaciones generales a sorgo en maduración en condiciones de campo	162

REPORTE SOBRE EL ESTADO Y FUTURO DE LA COMISIÓN LATINOAMERICANA
DE INVESTIGADORES DE SORGO -CLAIS-

Vartan Guiragossian*

I. INTRODUCCIÓN

Es un honor para mi representar nuevamente a la Comisión Latinoamericana de Investigadores de Sorgo (CLAIS) y en nombre de sus integrantes, agradezco sinceramente a las autoridades del Ministerio de Agricultura de este país, su buena disponibilidad y colaboración en la realización de ésta, nuestra IV reunión anual.

CLAIS, cuyo significado ya mencionamos anteriormente, se originó formalmente en Guatemala en 1982, en la reunión anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA) con la participación de científicos de los países Centroamericanos, Panamá, República Dominicana, Haití y México, organizados por los representantes de ICRISAT establecidos en este último país.

Es importante mencionar que el Instituto Internacional para la Investigación de Cultivos para Trópicos Semi-áridos (ICRISAT), así como también el Proyecto Internacional Colaborativo de Investigación en Sorgo-mijo (INTSORMIL) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) desde la fundación de CLAIS han sido asesores técnicos y capacitadores del personal de los apises integrantes, siendo éste último un objetivo limitado por la falta de recursos económicos.

La 2a y 3a reunión se han llevado a cabo en Honduras en 1983 y en El Salvador en 1984 respectivamente, siendo estas subsidiadas, organizadas y administradas por los representantes de ICRISAT en México. La Presente reunión se ha realizado gracias al apoyo económico del ROCAP (Oficina Regional de los Programas Centroamericanos) de AID, por lo cual quiero agradecer con toda sinceridad esta ayuda incondicional a nuestra organización, felicitándolos al mismo tiempo, por su buena labor de ayuda a los países Latinoamericanos en desarrollo.

II. JUSTIFICACIÓN DE CLAIS

La formación de esta comisión se justifica por las siguientes razones:

a) Los países que la integran no son autosuficientes en producción de sorgo y presentan un crecimiento poblacional muy rápido en comparación con el incremento de la producción que es lento, por tal razón surge la necesidad de llevar a cabo investigación sobre esta planta cultivada, la cual, en mi opinión, ocupa el segundo lugar en importancia en cuanto a producción, siendo superada únicamente por el maíz. Esto ocurre principalmente en países centroamericanos.

El siguiente cuadro muestra el área cultivada por los países de CLAIS.

* Coordinador General de CLAIS y Fitomejorador de sorgo- ICRISAT.

Cuadro 1. Área de sorgo que se siembra en Latinoamérica*

País	Área total de sorgo/ha	Área bajo sistema/ha
México	1,767,000	—
Guatemala	65,000	55,000
El Salvador	133,000	113,000
Honduras	56,000	52,000
Nicaragua	60,000	43,000
Costa Rica	21,000	—
Panamá	10,000	—
Haití	163,000	163,000
República Dominicana	12,000	—
TOTAL	2,270,000	426,000

* CATIE-1981

b) El sorgo además de ser una fuente de alimentación importante para los animales domésticos, constituye una gran alternativa para el consumo humano (sorgos de grano blanco), existiendo a la fecha trabajos en los cuales la harina de sorgo se ha mezclado con harina de trigo, obteniéndose productos de la misma calidad que si hubieran sido hechos exclusivamente con ésta última. Esto constituye una gran ventaja considerando que el trigo, es uno de los cereales importados por todos los países Centroamericanos y del Caribe.

También es importante mencionar la utilización de sorgo en la elaboración de tortillas (solo o mezclado con maíz) que son parte de la dieta de la mayoría de los países integrantes de CLAIS. Asimismo cabe hacer mención que el sorgo puede ser cultivado en áreas donde el maíz no prospera.

c) La realización de los trabajos de investigación en los países Latinoamericanos, no es posible que sea realizada por una sola institución u organización, por tal razón el CLAIS constituye una gran alternativa de solución, por ser una agrupación de países e instituciones internacionales que realizarán el trabajo en forma integral (ver cuadro N°2).

III. OBJETIVOS DE CLAIS

a) Tomando en cuenta que el trabajo de los técnicos de los programas nacionales está orientado hacia los agricultores de escasos recursos, CLAIS, concluyó que es importante tratar de uniformizar criterios y evitar duplicación de los trabajos de investigación entre los científicos del área, con la finalidad de encontrar soluciones a los diferentes problemas que confronta el pequeño agricultor.

b) Tratar de encontrar alternativas a los problemas derivados de los diferentes sistemas de cultivo practicados por los agricultores.

c) Proporcionar alternativas al pequeño y mediano agricultor para seleccionar y mantener su propia semilla, en vista de que el agricultor obtiene la semilla de su cosecha anterior.

d) Intercambio de experiencias y material genético desarrollado por los programas nacionales de investigación, además de los obtenidos a través de ICRISAT, NTSORMIL y otros centros generadores de germoplasma.

e) Reunir la información sobre aspectos agronómicos y sistemas de cultivo en sorgo, así como de la caracterización de las condiciones climáticas y de suelos de cada país para continuar realizando trabajos uniformes para toda el área.

f) Nombrar al país sede para la siguiente reunión y fijar fecha.

g) Presentar una propuesta para obtener financiamiento para CLAIS con el objeto de llevar a cabo un proyecto de investigación en producción y transferencia de tecnología a pequeños y medianos agricultores a nivel regional de Centroamérica y El Caribe. La propuesta está lista para presentarse a diferentes donadores.

Cuadro 2. Líneas de investigación y responsabilidades por país

LÍNEAS DE INVESTIGACION	GUATEMALA	EL SALVADOR	HONDURAS	COSTA RICA	PANAMA	REP. DOM.	MEXICO
1. Mejoramiento para variedades e híbridos insensitivos.	X	X	X				X
2. Mejoramiento para variedades e híbridos fotosensitivos.		X	X				X
3. Resistencia a sequía.		X	X				X
4. Sistemas de producción.		X					X
5. Entomología.				XX			X
6. Fitopatología.			XX				X
7. Manejo y Producción de Semilla.	X	X					X
8. Sorgo para consumo humano.		X					XX
9. Formación de Recursos Humanos	C	L	A	I	S		
10. Estudios Agro-socio-económicos.	C	L	A	I	S		
11. Seminario y Talleres	C	L	A	I	S		

X = Líderes
 XX = Sub-líderes

Cuadro 2. Líneas de investigación y responsabilidades por país

LÍNEAS DE INVESTIGACION	GUATEMALA	EL SALVADOR	HONDURAS	COSTA RICA	PANAMA	REP.DOM.	MEXICO
1. Mejoramiento para variedades e híbridos insensitivos. ___ X							
2. Mejoramiento para variedades e híbridos fotosensitivos. _____ X							
3. Resistencia a sequía. _____ X							
4. Sistemas de producción. _____ X							
5. Entomología. _____ XX _____ X							
6. Fitopatología. _____ XX _____ X							
7. Manejo y Producción de Semilla. _____ X							
8. Sorgo para consumo humano. _____ X _____ XX							
9. Formación de Recursos Humanos. _____ C L A I S							
10. Estudios Agro-socio-económicos. _____ C L A I S							
11. Seminarios y Talleres _____ C L A I S							

X = Líderes
 XX = Sub-líderes

IV. RESULTADOS OBTENIDOS POR CLAIS A LA FECHA

- a) En esta reunión se presentaron los resultados obtenidos de 2 años de ensayos sobre el sistema maíz-sorgo, establecidos en los países integrantes de CLAIS. Este trabajo fue coordinado por el Dr. Compton Paul, agrónomo de ICRISAT y parcialmente por el CATIE en cooperación con programas nacionales.
- b) Ha existido un intercambio de experiencias y materiales genéticos entre los programas nacionales y un espíritu excelente y abierto entre los científicos para dar ayuda a los agricultores.
- c) En los países en los cuales no existían sistemas de cultivo de sorgo, como ejemplo, México, éstos están siendo apenas conocidos y posiblemente podrían llegar a ser una alternativa para disminuir los riesgos del pequeño agricultor.
- d) A raíz de la reunión de CLAIS, que fue específicamente para identificar problemas en sorgo y encontrar soluciones, se ha generado un entusiasmo en los técnicos de los programas nacionales y en técnicos de otras instituciones tales como CIMMYT (maíz), CIAT (frijol) y CATIE (sistemas), quienes ven la importancia de los cultivos asociados. Por ejemplo maíz + frijol, sorgo + frijol, etc.
- e) De acuerdo con la finalidad de recopilar información en aspectos agronómicos y sistemas de cultivo en sorgo, así como de la caracterización de las condiciones climáticas y de suelos de cada país, actualmente se tiene ya reunida una parte de la información y se espera que en la siguiente reunión de CLAIS, se encuentre completa, con la finalidad de facilitar la planeación de los trabajos uniformes que se realicen en el futuro.
- f) Se ha desarrollado un documento, el cual contiene los criterios de selección de sorgo para consumo humano que será presentado en esta reunión por el Ing. Hector Cejudo Gómez del INIA, México.

V. CONCLUSIONES

- a) ICRISAT ve esta reunión como una vía importante para lograr cooperación entre todos los programas nacionales de la región y continuará apoyando las actividades de la Comisión (CLAIS), hasta que encuentre financiamiento a través de la propuesta, para asegurar finalmente la continuidad de los esfuerzos complementarios que el ICRISAT e INTSORMIL ha realizado a la fecha.

b) Concluyendo, el impacto que hemos hecho en México, Centroamérica y el Caribe, con los recursos con que hemos contado, ha sido grand, porque se ha logrado despertar un gran interés en sorgo y otros cereales en asociac; pero comprado con lo que está por hacerse en los próximos años, es poco.

Esperamos que la continuidad de este tipo de colaboración sea más fructífera en el futuro y el impacto que tenga en los próximos años, contribuya a mejorar el nivel de vida del pequeño agricultor y llegar a la autosuficiencia en la producción de sorgo.

SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DE SORGO O MAICILLO EN GUATEMALA*

Ing. Edgar Ramiro Salguero S. **

INTRODUCCIÓN

El cultivo del sorgo o maicillo en Guatemala ha venido, al igual que en el resto de países del área, experimentando un incremento sistemático en su área cultivada y la producción de grano a través de la última década, tal como se puede ver en el cuadro N° 1, donde se observa que durante el año agrícola 1979/80, se cultivaron 41,090 hectáreas con una producción de 77,430 TM, mientras que en el año 1984/85 fueron 65,310 hectáreas, las cultivadas que produjeron 96,400 TM, de grano, lo cual demuestra un marcado incremento. Estos incrementos espectaculares son consecuencia de la importancia que ha tomado el cultivo del sorgo en áreas relativamente nuevas a donde otros cultivos ya no son rentables, sin embargo, mientras estos fenómenos se observan en la costa sur y algunas localidades en los márgenes del Río Polochic, paralelamente en el oriente del país, los niveles de producción y las áreas cultivadas permanecen estáticas, especialmente en los departamentos de Jutiapa, Santa Rosa, Chiquimula, Zacapa y Jalapa, donde el cultivo del sorgo, se remonta desde hace años y el mismo constituye uno de los principales en esta región.

CUADRO N° 1. SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DE SORGO O MAICILLO EN GUATEMALA

Año	Superficie Cultivada Ha. x 1000	Rendimiento Kgs/Ha.	Producción TM x 1,000
1979/80	41.09	1714	77.43
1980/81	34.79	2220	85.11
1981/82	40.74	2090	93.67
1982/83	30.66	2488	83.82
1983/84	47.81	2077	109.17
1984/85	65.31	1344	96.40

FUENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y DEPARTAMENTO DE CAMBIOS, BANCO DE GUATEMALA.

* Trabajo presentado en la IV Reunión Anual de la Comisión Latinoamericana de Investigadores de Sorgo (CLAIS), octubre 1985, Guatemala.

** Coordinador Interino del Programa Nacional del Cultivo del Sorgo.

AREAS DEDICADAS A LA PRODUCCIÓN DE SORGO O MAICILLO Y ÁREAS POTENCIALES:

Actualmente las áreas dedicadas al cultivo del sorgo o maicillo se encuentran localizadas en la costa sur y el oriente del país, dentro de estas áreas existen algunas diferencias contrastantes en varios aspectos, entre los cuales se podría generalizar algunas con propósitos de comparación, como puede observarse en el cuadro N° 2.

CUADRO N° 2. DIFERENCIAS ENTRE LA COSTA SUR Y EL ORIENTE DEL PAÍS

VARIABLES	COSTA SUR	ORIENTE
1. Temperatura	38°C	35°
2. Precipitación	+2000 mm	-1000 mm
3. Suelos	Alta Fertilidad	Baja Fertilidad
4. Tenencia de Tierra	+40 Has.	-10 Has.
5. Utilización Semilla	Híbridos	Varietades
6. Utilización Grano	Venta	40% Cons. Hum.
7. Sistema de Siembra	Monocultivo	Asociado
8. Rendimiento Promedio	2,800 Kg/Ha.	1,490 Kg/Ha.

Estas diferencias hacen que el manejo del cultivo sea diferente, y por lo tanto, los rendimientos por unidad de área también difieren considerablemente.

En el cuadro N° 3, se puede observar la distribución en manzanas que tiene el cultivo en cuanto al área sembrada en los distintos departamentos donde el sorgo o maicillo tiene importancia y su relación en porcentaje para los 2 sistemas de siembra más comunes.

CUADRO N° 3. SUPERFICIE EN MANZANAS SEMBRADAS CON SORGO O MAICILLO EN GUATEMALA, SEGUN EL CENSO AGROPECUARIO DE 1979 Y SU RELACION EN % PARA LOS DEPARTAMENTOS MAS IMPORTANTES EN LOS SISTEMAS DE SIEMBRA MAS COMUNES.

Departamento	Sergo o maicillo sólo	Sergo o maicillo asociado	% S.S.	% S.A.
Guatemala	308	1774		
El Progreso	381	239		
Sacatepequez	80	1		
Chimaltenango		368		
<u>Escuintla</u>	11314		47.32	
Santa Rosa	5242	4156	21.92	6.58
Quetzaltenango	25			
Suchitepequez	28	3		
Retalhuleu	554			
San Marcos	108	16		
Huehuetenango	38	11		
Quiché		704		
Baja Verapaz	404	4273		6.77
Alta Verapaz	552	4		
Peten	5	19		
Zacapa	151	515		
✓ Chiquimula	1055	8961	4.41	14.20
Jalapa	372	3819	1.56	6.05
✓ Jutiapa	2552	38253	10.67	60.61
TOTALES:	23910	63121		

has aumentado dramáticamente desde 1979

de las zonas

FUENTE: III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO (1979). DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA. GUATEMALA.

Dentro de las áreas potenciales, cabe mencionar la costa norte del país que ofrece condiciones favorables para el buen desarrollo del cultivo, y que a pesar de ser muy bajo el porcentaje de fincas que actualmente se dedican a la siembra de este grano, el área cultivada se considera suficiente, si tomamos en cuenta que su inclusión como alternativa agrícola es muy reciente.

PROBLEMÁTICA DEL CULTIVO:

De acuerdo a las diferencias contrastantes que se mencionaban anteriormente, es necesario que la problemática del cultivo, se analice por aparte, es decir que los problemas también son diferentes para una zona y otra, por lo tanto, sus descripciones se harán separadas.

COSTA SUR DEL PAÍS:

La Agroindustria sorguera en la costa sur está constituida en un mayor porcentaje por agricultores medianos y grandes, quienes realizan su producción comercial con una tecnología avanzada. El cultivo está siendo afectado en gran parte por tres grandes problemas.

1. Híbridos Cultivados.
2. Daño Causado por Enfermedades Foliaras y Hongos en la Panoja.
3. Daño Causado por la Mosquita del Sorgo o Maicillo.

Híbridos Cultivados:

Durante los años 1981/84, las casas distribuidoras de semilla de sorgo o maicillo importaron 7,600 y 7,000 quintales de semilla respectivamente, pasando hasta por 10,000 quintales en el año 1983, tal como se puede observar en el Cuadro N° 4, esto constituye año con año una fuga fuerte de divisas que se pudieran evitar con la adquisición de sorgos o maicillos formados en el país con una mejor adaptación que los importados, y un precio más bajo. La experiencia nos indica que estos agricultores deben usar híbridos que florezcan más tarde, pero que llene el grano rápidamente, puesto que a medida que aumenta el período de floración, los rendimientos aumentan más de 100 Kg/Ha. por día, por cada día de floración demorado hasta la fecha de floración de 60 días después de la siembra. Este aspecto es importante, porque los agricultores enmarcan sus sorgos o maicillos comerciales en el período de mayo a la canícula, basados en los días a floración sacrificando rendimiento, pudiendo escoger aquellos que tengan más días a floración y menos días a maduración. Por lo tanto, los híbridos para nuestro país, deben ser con días a floración hasta 60, pero que tengan menos de 30 días a maduración con lo que se logran cosechas a buen tiempo en cuanto a la época en que las lluvias disminuyen un poco.

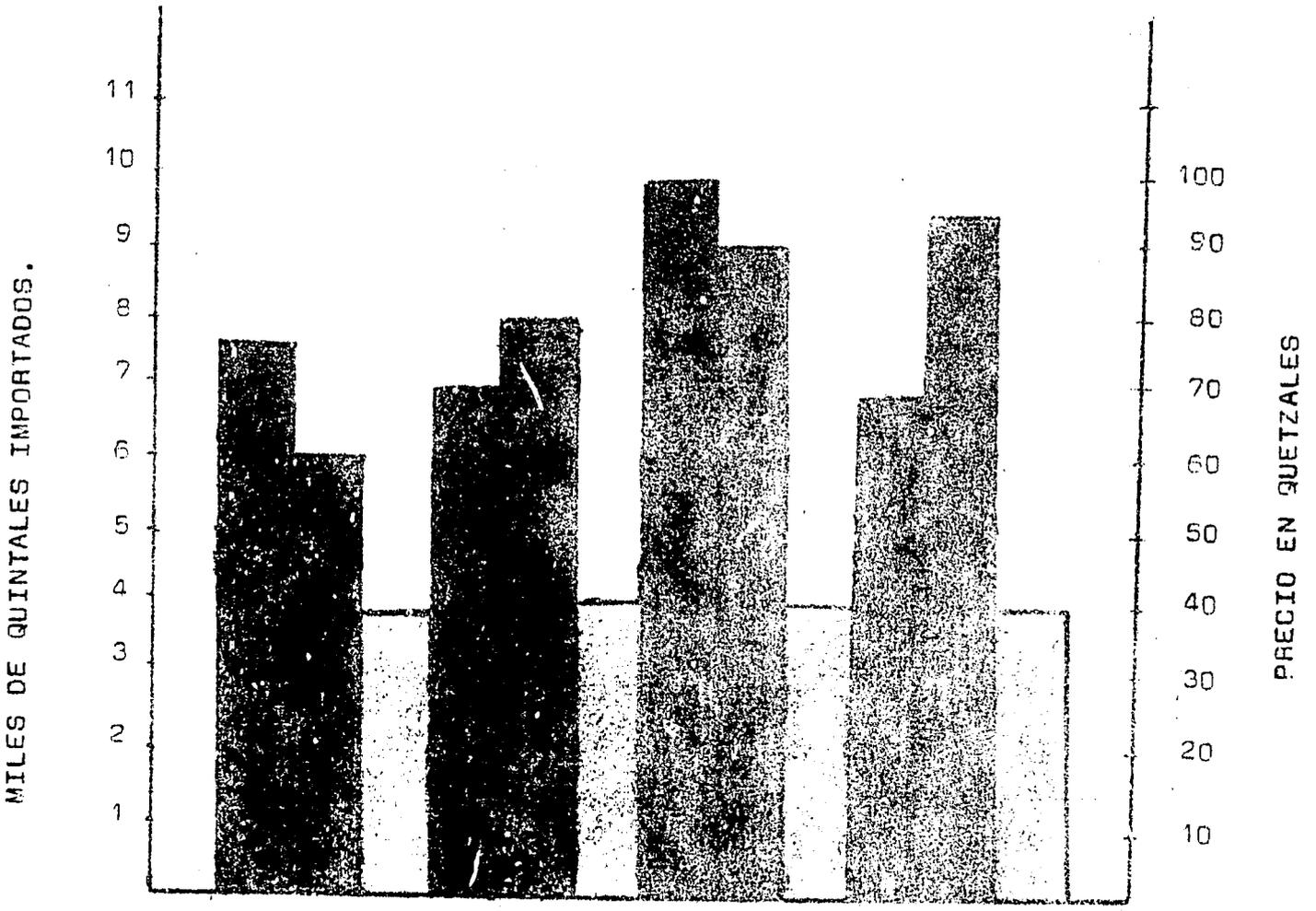
Daño Causado por Enfermedades Foliaras y Hongos en la Panoja:

De acuerdo a las condiciones de alta temperatura y alta humedad relativa que imperan en esta región, la incidencia de enfermedades aumenta considerablemente, lo que hace que los rendimientos se reduzcan especialmente a causa de:

ACTRACNOSIS	(<u>Colletotrichum graninicola</u>)
BACTERIOSIS	(<u>Xanthomonas</u> y <u>Pseudomonas</u>)
MANCHA GRIS	(<u>Cercospora sorghí</u>)
MANCHA ZONADA	(<u>Gloeocercospora sorghí</u>)

- 16 -

CUADRO No.4. IMPORTACION DE SEMILLA HIBRIDA DE SORGO O MAJICILLO Y PRECIOS DE VENTA COMPARADOS CON EL DEL ICTA DURANTE LOS AÑOS 1981 a 1984



IMPORTACION DE SEMILLA HIBRIDA DE SORGO
PRECIO DE LA SEMILLA IMPORTADA
PRECIO DE SEMILLA HIBRIDA DE SORGO DEL ICTA

Estas pueden ser combatidas por medio de genotipos que posean resistencia a estos patógenos, que sería el medio más económico y más efectivo para el agricultor.

Por las mismas razones anteriormente mencionadas, y por la no coincidencia entre cosecha con canícula o inviernos prolongados, los agricultores afrontarán el problema de la germinación del grano en el campo y el ataque de hongos en el grano como Fusarium y Curvularia, especialmente que también reducen los rendimientos, manchan el grano con lo cual el valor en el mercado se reduce, y también se producen micotoxinas que pueden ser tóxicos para animales monogástricos.

Daño Causado por la Mosquita del Sorgo o Maicillo:

La mosquita es un díptero de color anaranjado de 2 a 3 milímetros de tamaño, que deposita sus huevecillos cuando el sorgo o maicillo se encuentra en floración y dentro de las glumas y en estado larvario se alimenta del embrión en formación, con lo cual evita la formación de semilla, reduciendo hasta en un 80% los rendimientos en las plantaciones de sorgo o maicillo, especialmente en pequeños y medianos agricultores que desconocen su hábito de alimentación. En el año 1978, las pérdidas fueron bastante grandes a causa de este insecto, responsabilizando a un año malo que causaba el vaneamiento del grano, después fue llegando poco a poco el conocimiento de cual era la razón de las pérdidas del grano y con él llegaron las casas comerciales de agroquímicos, con lo cual se ha logrado actualmente, un control químico adecuado, sin embargo, esto también ha traído la consecuente subida de los costos de producción, disminuyendo la relación Beneficio/Costo. La resistencia genética, por lo tanto, es el método más económico que se debe buscar con la formación de híbridos con esta característica.

El Programa Nacional pone sus esfuerzos técnicos y económicos para encontrar materiales que tengan la resistencia genética para los dos problemas más importantes.

ORIENTE:

El cultivo de sorgo o maicillo en Oriente del país, se encuentra en los departamentos de Chiquimula, Zacapa, Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa (parte), desempeña un papel muy importante en esta región donde las condiciones climáticas son desfavorables para otros cereales, es decir, que el sorgo o maicillo no compete por la tierra con otros cultivos. Los principales problemas que tiene este cultivo en esta región son los siguientes:

1. Mala distribución de las lluvias
2. Bajo Nivel Tecnológico
3. Variedades Utilizadas, tanto Fotosensitivas como Insensitivas.
4. Siembras Asociadas.
5. Enfermedades Foliares

Los primeros 4 problemas estan muy interrelacionados entre sí, pues a causa del primero es que se tiene un bajo nivel tecnológico, utilizan esas variedades y efectúan siembras asociadas, sin embargo, trataremos cada uno de ellos por aparte.

Mala Distribución de las Lluvias:

La precipitación pluvial anual en esta región, es suficiente para producir un cultivo como maíz o sorgo, sin embargo, su distribución que es bimodal, hace que la situación para los agricultores se complique un poco, pues en ciertos años principian las lluvias muy tarde (principios de junio) y en un día podrían llevar 76 a 90 milímetros, después viene el período canicular, que por lo regular, ocurre en los meses de julio-agosto, y puede ser muy prolongado como en el caso de 1982, que fue de 37 días, sin caer ninguna lluvia, esto coincide cuando el cultivo está en la etapa de llenado del grano, especialmente para el maíz, esto hace que los rendimientos sean bastante reducidos, después la siembra de segunda o relave de sorgo o maicillo cae en el mes de septiembre para la cual es muy tarde, pues sólo tendría lluvia o humedad para crecer, pero no para producir con todo su potencial, en ese mismo sentido también se ve afectado el sorgo o maicillo fotosensitivo, el cual no ha tenido el suficiente desarrollo para obtener altos rendimientos.

Bajo Nivel Tecnológico:

Los agricultores que siembran sorgo o maicillo de esta región, en su mayoría son los más pequeños, bajo todo punto de vista, pues poseen las tierras menos fértiles, pendientes, con pedregosidad, las parcelas más pequeñas, menos de 10 manzanas, esto por supuesto hace que la tecnología que utiliza sea bastante deficientes, puesto que sus recursos económicos son bastante reducidos.

Variedades Utilizadas, tanto fotosensitivas como Insensitivas:

Las variedades que aquí se utilizan son fotosensitivas de ciclo largo, por lo regular más de 160 días a floración, así como insensitivas de ciclo corto con menos de 70 días a floración. Su producción es destinada en parte a la venta, y otra parte al consumo humano, tal como puede observarse en el Cuadro N° 6, en el cual el 50% de la producción es utilizada al auto-consumo.

CUADRO N° 6. UTILIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL GRANO DE SORGO O MAICILLO EN EL ORIENTE DEL PAIS

Agricultor %	Autoconsumo %	Venta %
3.8	0.0	100.00
30.8	100.00	0.00
65.4	50.1	49.00

FUENTE: SOCIDECONOMIA RURAL, ICTA.-

Sin embargo, estos porcentajes pueden variar según sea el comportamiento durante el año de la precipitación pluvial.

Fotosensitivas. Estos sorgos o maicillos como se los conocen en la región, son los más difundidos entre los pequeños agricultores, son materiales bastante altos, que a opinión de los agricultores dejan bastante rastrojo para alimentar su ganado, tienen la particularidad especial que se adaptan muy bien a las siembras de asocio con maíz y frijol, en diferentes arreglos topológicos, que aunque reducen los rendimientos del maíz, en condiciones erráticas pueden ser los que económicamente salven el sistema de producción, es decir que el sorgo o maicillo se convierte en un seguro para el pequeño agricultor ya que también puede rendir algo en suelos con bajo nivel de fertilidad y pendiente. Actualmente se han identificado alrededor de 6 variedades fotosensitivas, siendo algunas muy buenas y otras con problemas de enfermedades foliares y bajos rendimientos.

Insensitivas: El uso de variedades insensitivas en las siembras de segunda, especialmente en el mes de agosto, es relativamente nuevo, ya que nació con la introducción a la zona de una variedad con esas características por el ICTA, llamada GUAATECAU, que es un material precoz, que se adapta bastante bien a la siembra de relevo, después de doblar el maíz, este sistema permite que la población de maíz sea la ideal o se desarrolle con bastante libertad, obteniéndose rendimientos altos de maíz y después también de sorgo o maicillo.

En la actualidad, ya se cuenta con una nueva variedad para esta región, que tiene mayor potencial de rendimiento y mejores características de grano que el GUAATECAU, lo cual constituye una nueva alternativa para los agricultores de esta región.

El número de personas que utilizan estos dos tipos de variedades constituyen un bloque de agricultores que se dedican al cultivo de este grano, con dos fines muy bien identificados, producción de grano y forraje, este último debe ser suficiente para que ayude al sostenimiento del ganado bovino y caballar en la época seca y el grano debe ser alto en el contenido de proteína y bajos en taninos, puesto que en un 40% de los pequeños agricultores los consumen en forma de tortilla.

Estos aspectos es donde el Programa de Sorgo o Maicillo, está poniendo sus esfuerzos para encontrar materiales que tengan estas características y se constituyan en una verdadera alternativa para los más pequeños de los agricultores del área.

Siembras Asociadas:

En esta región la siembra asociada es predominante como se veía anteriormente en el Cuadro N° 7, donde se presentaba que aquí se sembraba más del 60% del área total del país.

Dentro de esas asociaciones las más importantes se presentan en el Cuadro N° 7, en el se pueda ver, además que dentro de los cultivos de granos básicos que intervienen en las asociaciones, el sorgo o maicillo es muy importante como componente predominante en dichas asociaciones en un 83% de los casos.

CUADRO N° 7. SISTEMAS DE CULTIVO ASOCIADOS Y PORCENTAJE DE AREA QUE OCUPA EN EL ORIENTE DEL PAIS

Sistema	Proporción Relativa
Maíz - Sorgo	48 %
Maíz - Frijol - Sorgo	34 %
Maíz - Frijol	17 %
Frijol - Sorgo	1 %

FUENTE: SOCIOECONOMÍA RURAL, ICTA.-

Enfermedades Foliareas:

Dentro de las enfermedades foliarias más comunes en esta región, es la Roya (Puccinia graminicola), que aunque algunas variedades fotosensitivas presentan alta susceptibilidad, no se considera de importancia económica, sin embargo, en 1976 aparecieron pequeños brotes de Mildiu vellosa o Cenicilla (Peronoscleróspera sorghí), en el municipio de Jalpatagua del departamento de Jutiapa en campos de maíz. Desde esta fecha la desiminación del hongo ha venido creciendo en forma paulatina pero lenta, parece que por años, las condiciones ambientales no le favorecen para su multiplicación rápida, sin embargo, si se insiste en el uso de sorgos o maicillos escoberos y maíces con alta susceptibilidad a este hongo, tendremos un peligro potencial para estas dos gramíneas en esta zona.

El Programa constantemente está incorporando a su germoplasma, sorgos o maicillos que tengan resistencia a este hongo.

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*

Compton L. Paul**
José Avila Moya***
Juan Palacios Solis***
Edgar Salguero***
Rigoberto Nolasco***

RESUMEN

Se repitió en 1984 el ensayo uniforme de CLAIS de 1983 (Paul et al, 1984) en México, Guatemala y Honduras. Los resultados de los dos años salieron casi idénticos. El rendimiento de maíz y sorgo dependió del nivel de competencia entre los dos cultivos. El sistema maíz + sorgo simultáneo adentro (S₁) en el cual se encontró la máxima competencia, el maíz rindió lo menos y el sorgo lo máximo de los sistemas. Este fenómeno resultó en el menor grano total y ganancia neta de los sistemas. Por estas razones el sistema S₁ no debe ser usado por los agricultores.

Las variedades de sorgo criollo Sapo, Pelotón y Cacho chivo rindieron igual o mejor que las variedades mejoradas. Se necesita investigar el efecto de una mejor fertilización de las variedades mejoradas sobre su comportamiento y productividad.

Fueron seleccionados los sistemas S₃ y S₄ como los mejores de los cuatro sistemas estudiados. Estos sistemas fueron incluidos en la segunda fase de la metodología de investigación agronómica de CLAIS que se está llevando a cabo durante 1985.

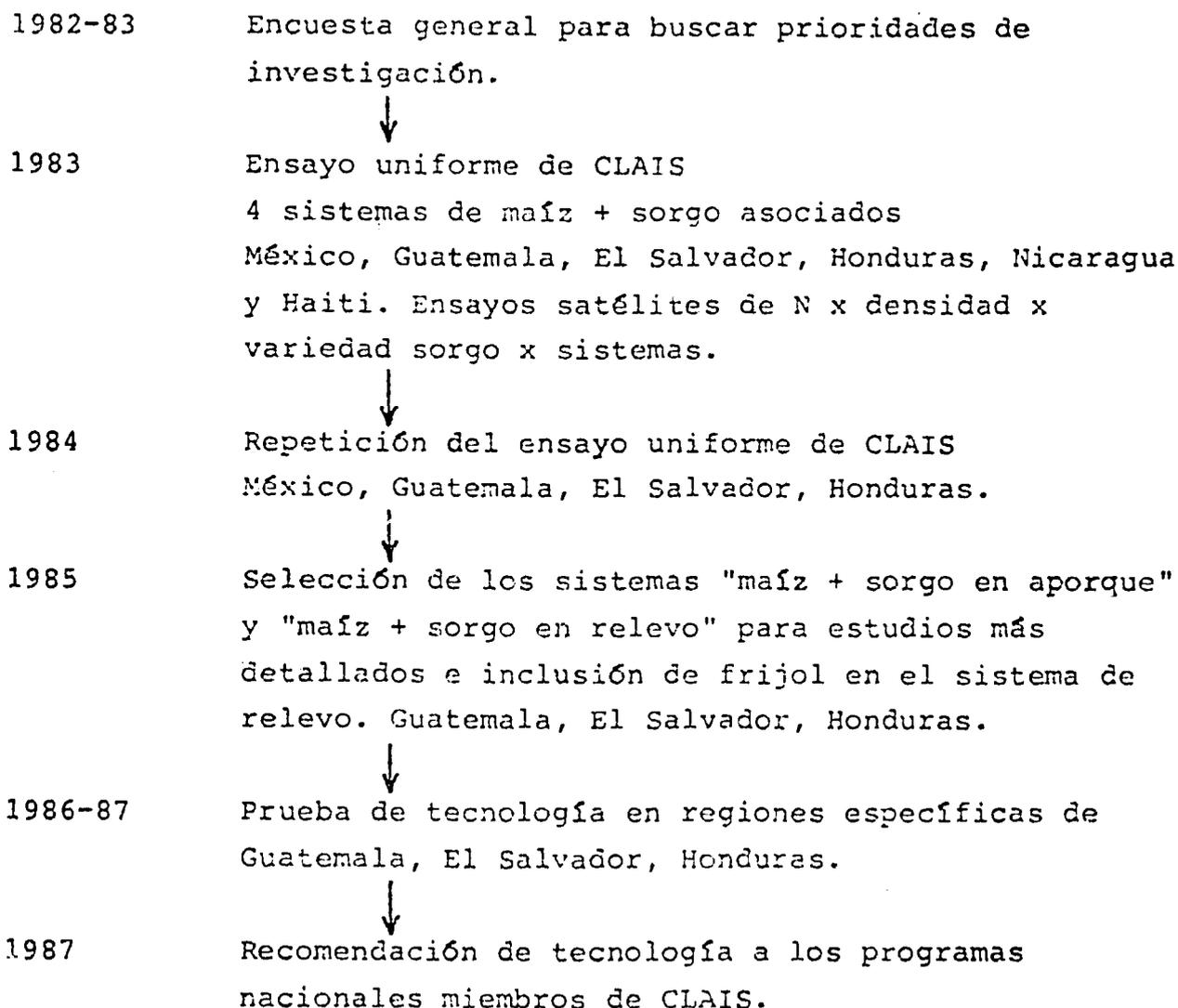
* Presentación en la IV Reunión Anual de la Comisión Latinoamericana de Investigadores en Sorgo (CLAIS), Guatemala City, Guatemala, 28-31 octubre, 1985.

** Agrónomo, Programa sorgo para América Latina de ICRISAT, CIMMYT, El Batán, México, y Coordinador del Programa de Agronomía de CLAIS.

*** Investigadores de sorgo en México, Guatemala y Honduras.

INTRODUCCION

En 1983 la Comisión Latinoamericana de Investigadores de Sorgo (CLAIS) estudió en un ensayo uniforme cuatro sistemas de maíz + sorgo asociados en México y Centroamérica. Los resultados fueron reportados en Paul et al (1984). En 1984 la Comisión tomó la decisión de repetir el ensayo en México, Guatemala, El Salvador y Honduras. La metodología seguida es la siguiente:



Este papel reportará sobre los resultados de 1984, y comparará los datos a través de 1983 y 1984.

INTRODUCCIÓN

En 1983 la Comisión Latinoamericana de Investigadores de Sorgo (CLAIS) estudió en un ensayo uniforme cuatro sistemas de maíz + sorgo asociados en México y Centroamérica. Los resultados fueron reportados en Paul et al (1984). En 1984 la Comisión tomó la decisión de repetir el ensayo en México, Guatemala, El Salvador y Honduras. La metodología seguida es la siguiente:

- 1982 -83 Encuesta general para buscar prioridades de investigación.
- 1983 Ensayo uniforme de CLAIS
4 sistemas de maíz + sorgo asociados
México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Haití. Ensayos satélites de N x densidad x variedad sorgo x sistemas.
- 1984 Repetición del ensayo uniforme de CLAIS
México, Guatemala, El Salvador, Honduras.
- 1985 Selección de los sistemas "maíz + sorgo en aporque" y "maíz + sorgo en relevo" para estudios más detallados e inclusión de frijol en el sistema de relevo. Guatemala, El Salvador, Honduras.
- 1986-87 Prueba de tecnología en regiones específicas de Guatemala, El Salvador, Honduras.
- 1987 Recomendación de tecnología a los programas nacionales miembros de CLAIS.

Este papel reportará sobre los resultados de 1984, y comparará los datos a través de 1983 y 1984.

MATERIALES Y MÉTODOS

Paul et al, 1984, reportaron sobre los detalles del diseño del ensayo, método de sembrar, fertilización, etc.

Por varios problemas se consiguieron datos completos solamente de México, Guatemala y Honduras en 1984. Los datos de Nicaragua de 1983 no fueron reportados antes y se incluyeron en los de 1984.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de maíz

El rendimiento de maíz (var. ICTA B-5) en los 4 sistemas se presenta en cuadro 1. Generalmente, el rendimiento del maíz fue el más bajo en sistema S_1 donde hubo más competencia por el sorgo en asocio (sorgo adentro surco) y el más alto en S_4 donde no hubo ninguna competencia (sorgo en relevo). Entre los 3 sistemas con sorgo criollo (S_1 S_2 S_3), S_3 fue el mejor indicando poca competencia con el maíz sembrado 3-4 semanas antes.

No hubo ninguna diferencia en el efecto de las diferentes variedades de sorgo criollo sobre el rendimiento de maíz en asocio excepto en sistema S_1 en Guatemala y Honduras, donde el criollo San Miguel #1 no compitió con el maíz al mismo nivel que las otras variedades criollas; como consecuencia, el maíz rindió más cuando fue asociado con San Miguel #1. Probablemente esto se debe al hecho de que San Miguel #1 fue el sorgo criollo más corto de las 5 variedades en el estudio (en monocultivo: Cacho chivo = 410 cm de altura; Pelotón = 363 cm; Sapó = 330 cm; San Miguel #1 = 180 cm; y Pompom = 395 cm).

Los resultados de 1984 fueron casi iguales a los de 1983. De los datos de los dos años podemos concluir lo siguiente:

- (i) El rendimiento de maíz dependió del nivel de competencia por el sorgo asociado con el.
- (ii) El sistema S_4 , por no tener competencia por el sorgo, el maíz rindió más que los otros sistemas; el sistema S_1 , por tener la máxima competencia con el sorgo, rindió menos. Dentro de los tres sistemas de maíz + sorgo fotosensitivo criollo, el sistema S_3 mostró el rendimiento de maíz más alto (cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento maíz (var ICTA B-5) en sistemas de cultivos en México y Centroamérica (ensayo CLAIS, 1984).

Sistema	Variedad Sorgo en asocio	México	Guatemala	Honduras	Nicaragua*
S ₁	V ₁	2.32 a**	1.03 a	3.08 a	0.67 a
	V ₂	2.83 a	1.31 a	3.63 a b	0.80 a
	V ₃	2.61 a	1.17 a	3.97 a b	1.63 a
	V ₄	3.21 a	1.87 b	4.65 b	1.66 a
	V ₅	2.66 a	1.07 a	3.28 a	1.51 a
Promedio sistema		2.73 b***	1.29 a	3.72 a	1.25 a
S ₂	V ₁	2.01 a	2.47 a	3.78 a	1.11 a
	V ₂	1.99 a	2.47 a	4.24 a	0.53 a
	V ₃	2.08 a	2.76 a	4.37 a	1.00 a
	V ₄	2.97 a	2.74 a	4.17 a	1.18 a
	V ₅	1.75 a	2.30 a	4.26 a	1.41 a
Promedio sistema		2.16 a	2.55 b	4.17 b	1.05 a
S ₃	V ₁	3.24 a	2.28 a	5.00 a	2.01 a
	V ₂	3.57 a	2.33 a	4.42 a	2.09 a
	V ₃	3.30 a	2.42 a	5.20 a	1.70 a
	V ₄	3.13 a	2.56 a	5.13 a	1.44 a
	V ₅	2.98 a	2.28 a	4.88 a	2.05 a
Promedio sistema		3.24 c	2.37 b	4.93 c	1.86 a
S ₄	V ₆	6.75 a	3.31 a	9.04 a	2.58 a
	V ₇	6.58 a	3.35 a	8.80 a	3.70 a
	V ₈	6.81 a	3.25 a	9.56 a	2.99 a
	V ₉	6.77 a	3.02 a	9.84 a	3.34 a
	V ₁₀	7.14 a	3.24 a	9.42 a	2.84 a
Promedio sistema		6.81 d	3.23 b	9.33 d	3.09 b
CV(%)		14	12	14	34

* Datos 1983 no reportados en 1984.

** Rendimientos seguidos por la misma letra no tienen diferencia significativa a 5% Duncan; las comparaciones son válidas solamente dentro del mismo sistema y dentro de la misma columna.

Continuación Cuadro 1.

*** Comparación de sistemas dentro del mismo país (5% Duncan)

S₁ = maíz + sorgo adentro surco
S₂ = maíz + sorgo en camellón
S₃ = maíz + sorgo al aporque
S₄ = maíz + sorgo en relevo

V₁ = Cacho chivo
V₂ = Pelotón
V₃ = Sapo
V₄ = San Miguel # 1
V₅ = Pompom

V₆ = Guatecau
V₇ = Tortillero
V₈ = Centa S-2
V₉ = Sepon 77
V₁₀ = M62641

(iii) Excepto en el caso del criollo corto San Miguel #1 en 2 sitios en sistema S₁, los criollos altos Cacho chivo, Sapo, Pelotón y Pompom no mostraron variación en su efecto sobre el rendimiento del maíz en sistemas S₁, S₂, y S₃. Se puede usar cualquiera de estas variedades altas en asocio con el maíz. La tendencia de San Miguel #1 de competir menos con el maíz que los otros sorgos criollos es importante y se debe investigar más este efecto en el futuro.

Rendimiento de sorgo

El rendimiento de sorgo se presenta en cuadro 2 y fig. 1. En México S₁ = S₂ = S₃ = S₄ (todos a 5% Duncan). Se puede ver que, generalmente, S₁ y S₂ fueron los sistemas en que el sorgo rindió más indicando otra vez que el sorgo criollo rindió según su habilidad para competir con el maíz. Los sorgos mejorados nunca superaron el rendimiento de los criollos.

Entre los criollos, Sapo fue el mejor en 11 de los 12 casos indicados en cuadro 2, mientras que Pompom y San Miguel #1 siempre rindieron menos. Aunque Pelotón y Cacho chivo rindieron a un nivel intermedio, tuvieron el mismo rendimiento que Sapo en 66% de los casos.

Se escogió el sistema S₃ para comparar el rendimiento de variedades de sorgo criollo con variedades mejoradas en sistema S₄. Los datos se presentan en cuadro 3. En todos los sitios, Sapo, Cacho chivo y Pelotón rindieron igual o más que las variedades mejoradas. Solamente, en Nicaragua, las mejoradas superaron a los criollos San Miguel #1 y Pompom. No hubo ninguna diferencia entre los rendimientos de las variedades mejoradas.

Las conclusiones de 1983 (Paul et al, 1984) fueron iguales a las de 1984. El promedio de rendimiento de variedades fotosensitivas de sorgo en sistemas S₁, S₂ y S₃, durante 1983 y 1984 se presentan en fig. 2. Se puede ver que Cacho chivo, Pelotón

y Sapo rindieron más que San Miguel #1 y Pompon. Parece que a San Miguel #1 le falta adaptación mientras que Pompon es demasiado tardío.

Cuadro 2. Rendimiento de sorgo en sistemas de cultivos en México y Centroamérica (ensayo uniforme de CLAIS, 1984).

Sistema	Variedad sorgo	Rendimiento, t/ha				
		México	Guatemala	Honduras	Nicaragua*	
S ₁	V ₁	3.72	c**	1.69 b	2.55 ab	2.20 b
	V ₂	2.31	b	1.44 ab	3.33 b	3.25 c
	V ₃	2.42	b	1.53 b	3.77 b	3.10 c
	V ₄	1.59	a	1.68 b	2.65 ab	1.25 a
	V ₅	0.85	a	0.89 a	1.42 a	2.15 b
Promedio sistema		2.18	b***	1.49 a	2.74 b	2.39 b
S ₂	V ₁	3.41	c	2.25 b	2.51 a	1.42 b
	V ₂	3.87	c	2.48 b	4.42 b	2.05 c
	V ₃	3.00	bc	2.69 b	4.31 b	2.07 c
	V ₄	2.07	b	2.31 b	3.29 ab	0.65 a
	V ₅	0.38	a	1.54 a	2.86 ab	1.37 b
Promedio sistema		2.55	b	2.25 b	3.50 c	1.51 a
S ₃	V ₁	1.27	b	1.75 b	2.35 a	2.09 c
	V ₂	1.10	b	1.61 ab	2.02 a	1.40 b
	V ₃	0.82	ab	1.65 ab	4.12 b	1.66 bc
	V ₄	1.00	ab	1.43 ab	2.25 a	0.79 a
	V ₅	0.12	a	1.12 a	1.36 a	0.79 a
Promedio sistema		0.86	a	1.51 a	2.42 b	1.34 a
S ₄	V ₆	-		1.50 a	2.13 a	1.26 a
	V ₇	-		1.37 a	0.76 a	1.44 a
	V ₈	-		1.17 a	1.59 a	1.39 a
	V ₉	-		1.55 a	1.25 a	1.49 a
	V ₁₀	-		1.61 a	1.77 a	1.28 a
Promedio sistema		-		1.44 a	1.50 a	1.36 a
CV(%)		35		24	39	21

Cont. ...

Continuación Cuadro 2.

* Datos 1983 no reportados en 1984.

** Rendimientos seguidos por la misma letra no tienen diferencia significativa a 5% Duncan; las comparaciones son válidas solamente dentro del mismo sistema y dentro de la misma columna.

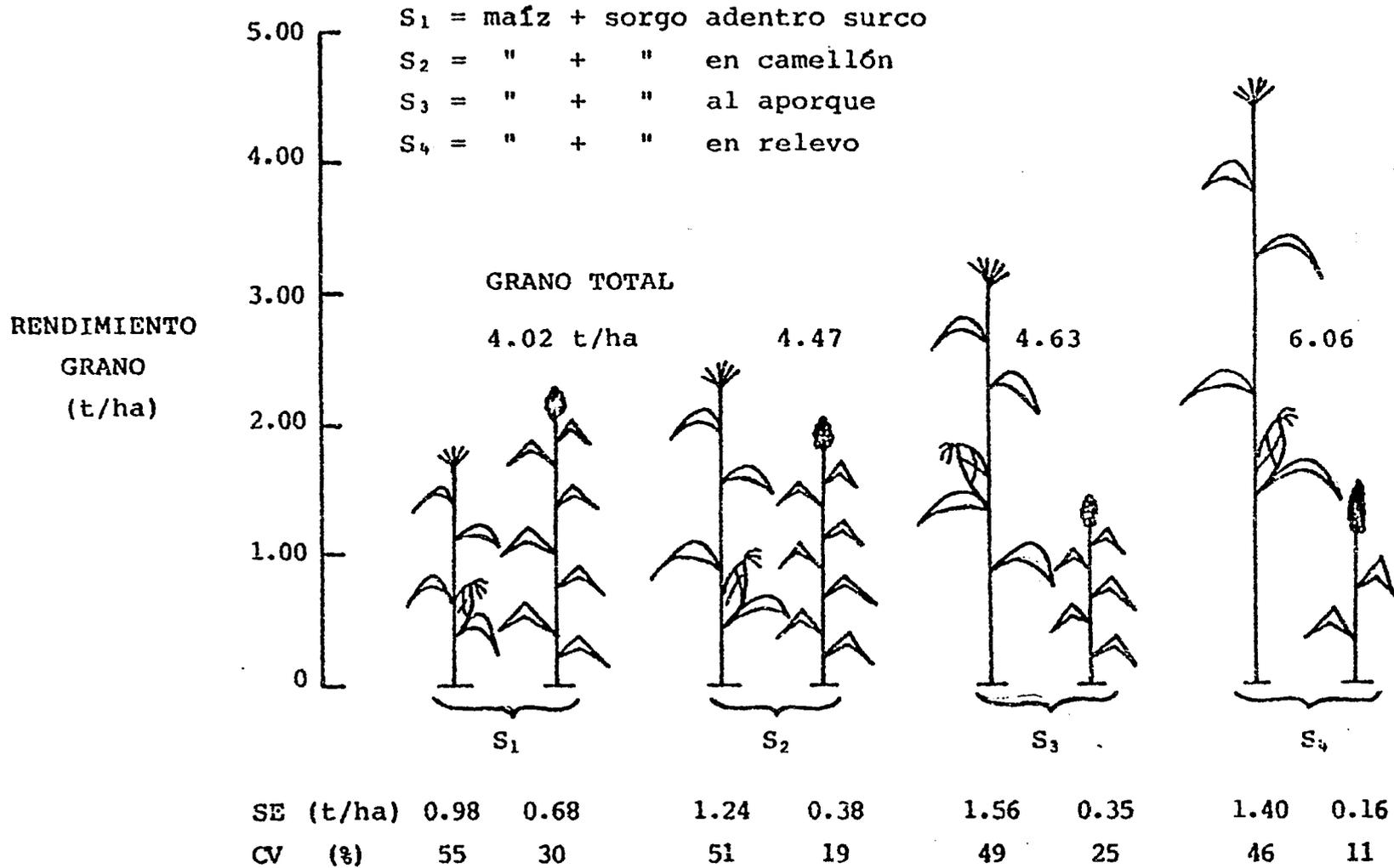
*** Comparación de sistemas dentro del mismo país (5% Duncan)

S₁ = maíz + sorgo adentro surco
S₂ = maíz + sorgo en camellón
S₃ = maíz + sorgo al aporque
S₄ = maíz + sorgo en relevo

V₁ = Cacho chivo
V₂ = Pelotón
V₃ = Sapo
V₄ = San Miguel #1
V₅ = Pompom

V₆ = Guatecau
V₇ = Tortillero
V₈ = Centa S-2
V₉ = Sepón 77
V₁₀ = M62641

Fig. 1. Rendimiento promedio de maíz (var. ICTA B-5) y cinco variedades de sorgo asociado durante 1983 y 1984 en México, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Haití.



Cuadro 3. Comparación de rendimientos de variedades de sorgo criollo con variedades mejoradas en Centroamérica (ensayo uniforme CLAIS, 1984).

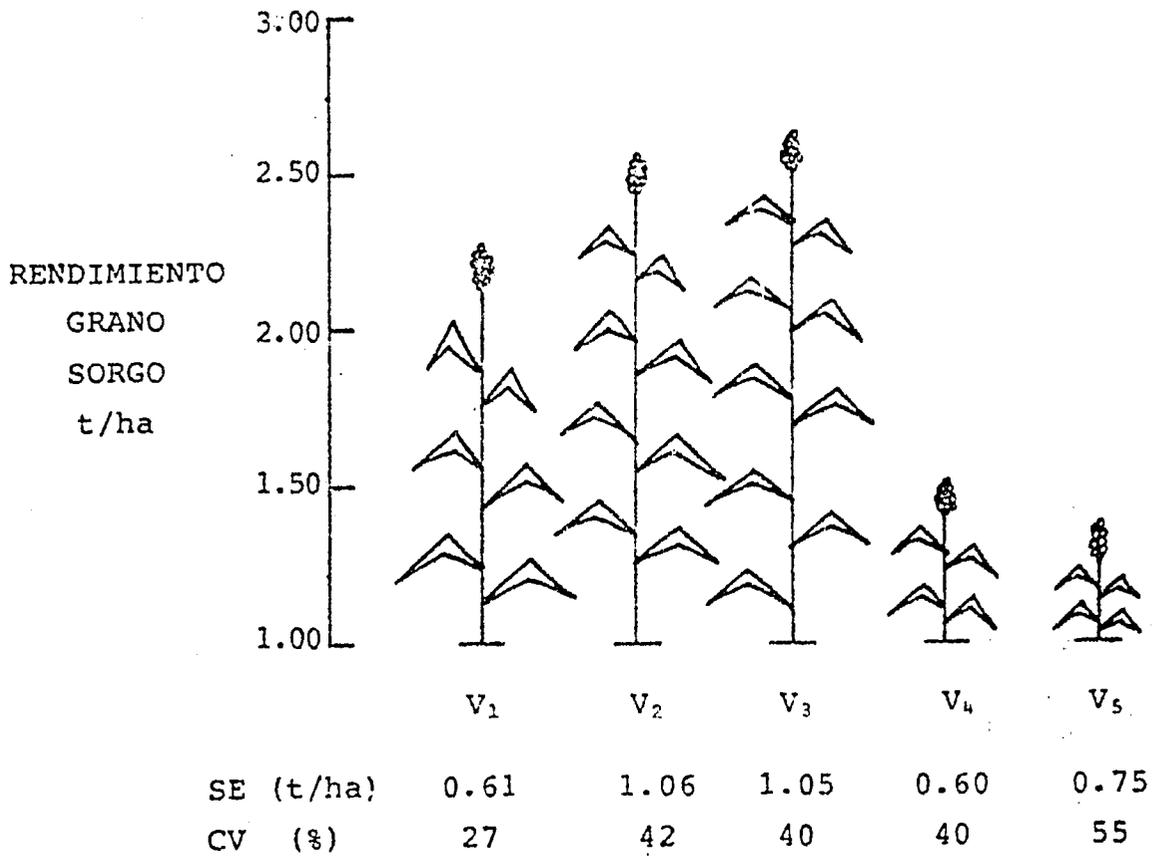
Variedad	Rendimiento, t/ha		
	Guatemala	Honduras	Nicaragua*
=V ₁ - Cacho chivo	1.75 b**	2.35 a	2.09 c
=V ₂ - Pelotón	1.61 ab	2.02 a	1.40 b
=V ₃ - Sapo	1.65 ab	4.12 b	1.66 b
=V ₄ - San Miguel #1	1.43 ab	2.25 a	0.79 a
=V ₅ - Pompom	1.12 a	1.36 a	0.79 a
V ₆ - Guatecau	1.50 ab	2.13 a	1.26 b
V ₇ - Tortillero	1.37 ab	0.76 a	1.44 b
V ₈ - Centa S-2	1.17 a	1.59 a	1.39 b
V ₉ - Sepon 77	1.55 ab	1.25 a	1.49 b
V ₁₀ - M62641	1.61 ab	1.77 a	1.28 b
CV(%)	23	57	19
DMS _{5%} (t/ha)	0.48	1.62	0.38

* Datos 1983 no reportados en 1984

** Diferentes letras significan diferencias significativas a 5% Duncan.

= Variedades criollas V₁-V₅ en sistema S₃ (maíz + sorgo al aporque) seleccionadas debido a que el sistema S₃ es el más popular en Centroamérica.

Fig. 2 . Rendimiento promedio de variedades fotosensitivas de sorgo en sistemas S₁, S₂ y S₃ durante 1983 y 1984, en México, Guatemala, Honduras y Nicaragua.



- S₁ = maíz + sorgo simultáneo adentro surco
- S₂ = " + " " en camelión
- S₃ = " + " al aporque
- V₁ = Cacho chivo
- V₂ = Pelotón
- V₃ = Sapo
- V₄ = San Miguel #1
- V₅ = Pompom

El rendimiento promedio de las variedades insensitivas (mejoradas) de sorgo en el sistema S₄ durante 1983 y 1984 se presenta en fig. 3. Se ve que ellas rindieron igual y que su rendimiento no era alto. Tal vez se necesita fertilizar estos tipos de sorgo no solamente en su siembra sino también al momento de su iniciación floral.

El rendimiento promedio de todas las variedades de sorgo en S₃ y S₄ durante 1983 y 1984 se presentan en fig. 4.

Rendimiento de grano total

Los datos de grano total se presentan en cuadro 4. El máximo rendimiento de grano total se obtuvo en S₄ por no tener competencia entre los dos cultivos. El S₂ fue igual a S₃ excepto en Guatemala donde fue igual a S₄. S₁ rindió menos de los sistemas excepto en Nicaragua donde rindió igual a S₄.

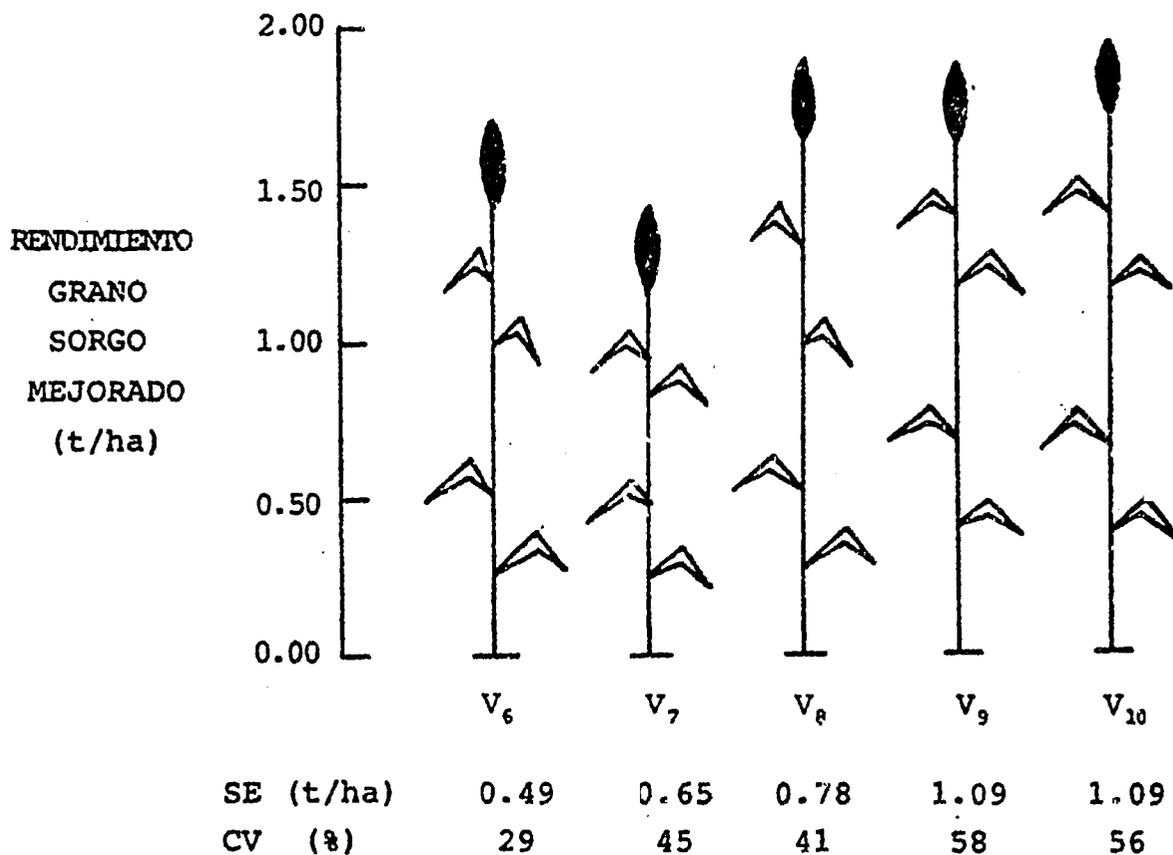
Generalmente, los resultados de 1984 fueron iguales a los de 1983 (Paul et al, 1984). El promedio de grano total a través de los dos años se muestran en fig. 5.

Análisis económico

Usando los costos de producción de 1983 en Guatemala y los precios oficiales de grano de 1983, fue calculada la ganancia neta en cada sistema en Guatemala (cuadro 5 y fig. 5). Como en 1983, los datos de 1984 mostraron que el sistema S₁ fue el peor de los cuatro sistemas y S₄ el mejor. S₂ superó a S₃ en 1984 (fueron iguales en 1983). No se tomó en cuenta el valor del rastrojo como alimento animal pero aunque los sorgos criollos en S₁, S₂ y S₃ rinden más S₄ rindan más nutrientes digestibles totales. Será interesante comparar el valor nutritivo de los dos tipos de sorgo.

A través de 1983 y 1984, parece que los sistemas S₂, S₃ y S₄ son mejores para el agricultor en términos de ganancia neta.

Fig. 3 . Rendimiento promedio de variedades insensitivas (mejoradas) de sorgo en sistema S₄ durante 1983 y 1984 en México, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Haití.



S₄ = maíz + sorgo en relevo

V₆ = Guatecau

V₇ = Tortillero

V₈ = Centa S-2

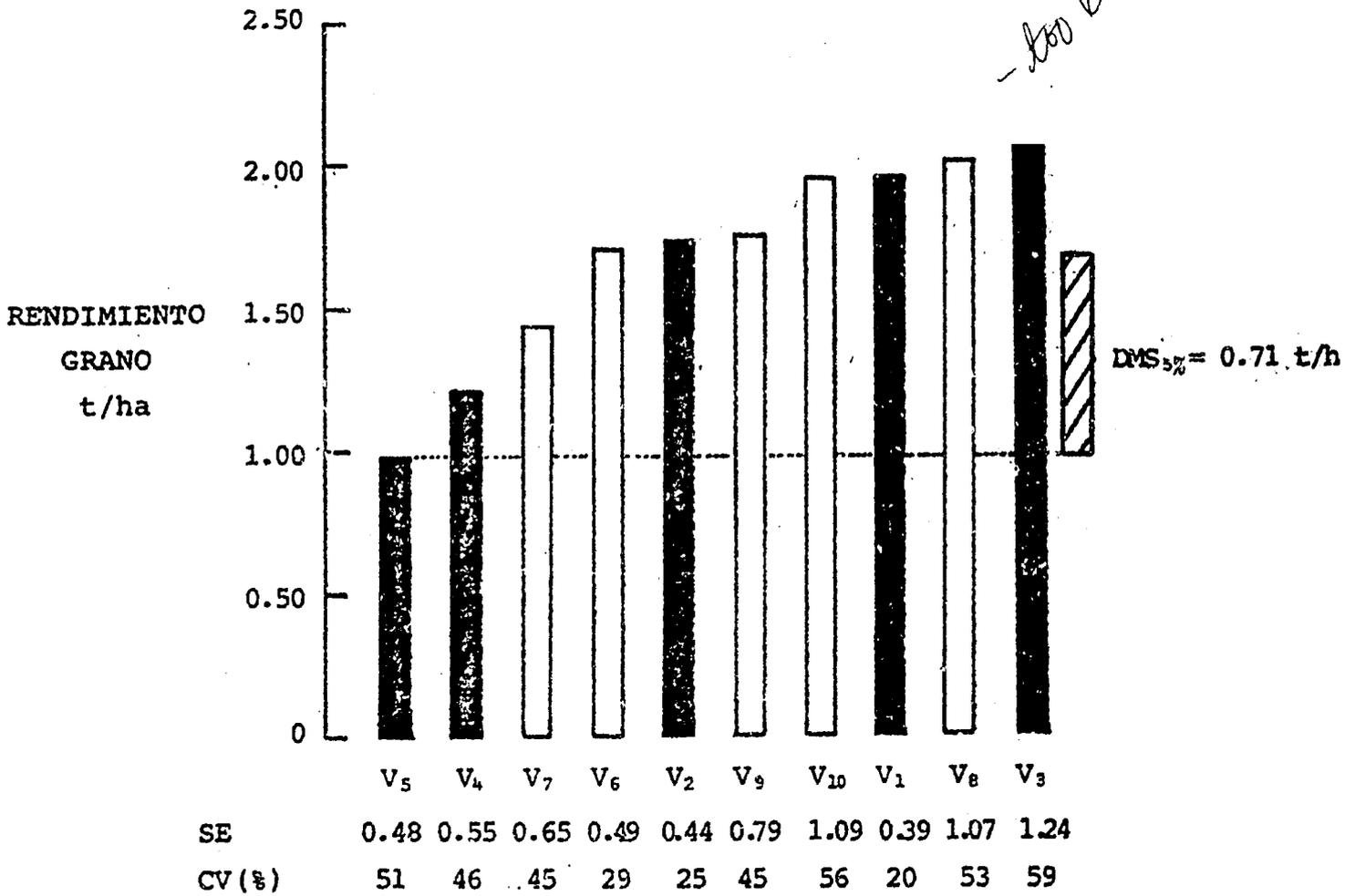
V₉ = Sepon 77

V₁₀ = M62641

Fig. 4. Rendimiento promedio de variedades de sorgo durante 1983 y 1984 en México, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Haití.

vars V₁-V₅ de sistema S₃
vars V₆-V₁₀ de sistema S₄

Criollos do equal or better than hybrids here due to late planting; 1 month water - too little fertilizer



V₁ = Cacho chivo
V₂ = Pelotón
V₃ = Sapo
V₄ = San Miguel #1
V₅ = Pompom

V₆ = Guatecau
V₇ = Tortillero
V₈ = Centa S-2
V₉ = Sepon 77
V₁₀ = M62641

Cuadro 4. Rendimiento de grano total (maíz + sorgo) en sistemas de cultivos en México y Centroamérica (ensayo uniforme CLAIS, 1984).

Sistema	Rendimiento grano total, t/ha.			
	México	Guatemala	Honduras	Nicaragua*
S ₁	4.91 a**	2.78 a	6.46 a	3.64 ab
S ₂	4.70 a	4.80 c	7.66 b	2.55 a
S ₃	4.10 a	3.88 b	7.34 b	3.20 a
S ₄	-	4.67 c	10.84 c	4.46 b
CV (%)	15	11	7	20
DMS _{5%}	1.20	0.68	0.86	1.12

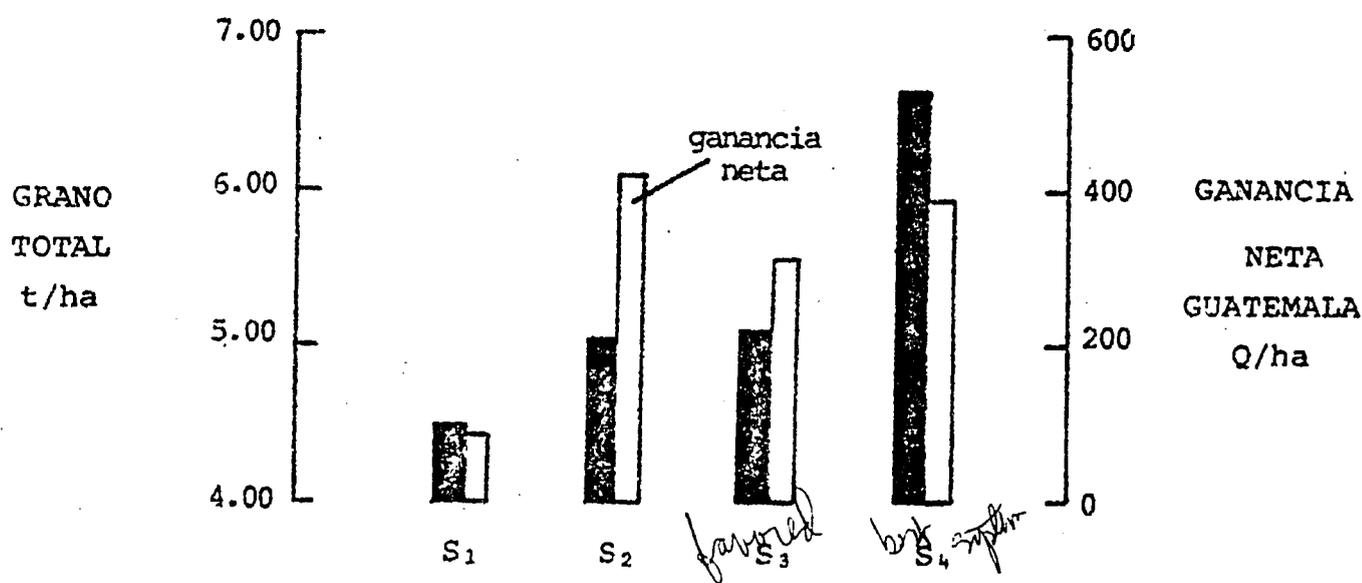
* Datos 1983 no reportados en 1984

** Diferentes letras significan diferencias significativas a 5% Duncan.

S₁ = maíz + sorgo adentro surco
 S₂ = maíz + sorgo en camellón
 S₃ = maíz + sorgo al aporque
 S₄ = maíz + sorgo en relevo

Fig. 5. Grano total (promedio) de maíz y sorgo en los sistemas de maíz + sorgo durante 1983 y 1984 en México, Guatemala, Honduras y Nicaragua.

También, ganancia neta en Guatemala durante 1983 y 1984.



Grano total: SE (t/ha)	1.75	1.79	2.03	3.17
CV%	39	35	40	48
Ganancia neta: SE (Q/ha)	1.61	85.81	40.06	84.35
CV%	2	21	13	22

- S₁ = maíz + sorgo adentro surco
- S₂ = " + " en camellón
- S₃ = " + " al aporque
- S₄ = " + " en relevo

Cuadro 5. Ganancia neta de sistemas de cultivos en Guatemala (ensayo uniforme CLAIS, 1984).

<u>Sistema</u>	<u>Ganancia neta, Quetzal/ha</u>	
S ₁	90.03 a*	(87.75 a)
S ₂	468.11 c	(346.75 b)
S ₃	283.10 b	(339.75 b)
S ₄	446.04 c	(326.75 b)
CV %	21	(43)
DMS ₁ % (Q/ha)	158.34	(112.00)

* Diferentes letras significan diferencias significativas a 1% Duncan.
Datos 1983 en paréntesis.

S₁ = maíz + sorgo adentro surco
S₂ = maíz + sorgo en camellón
S₃ = maíz + sorgo al aporque
S₄ = maíz + sorgo en relevo

Fig. 6. Es claro que el crecimiento de Cacho chivo fue más en S_1 que en S_2 y S_3 mientras que el maíz sufrió por la competencia del sorgo en S_1 .

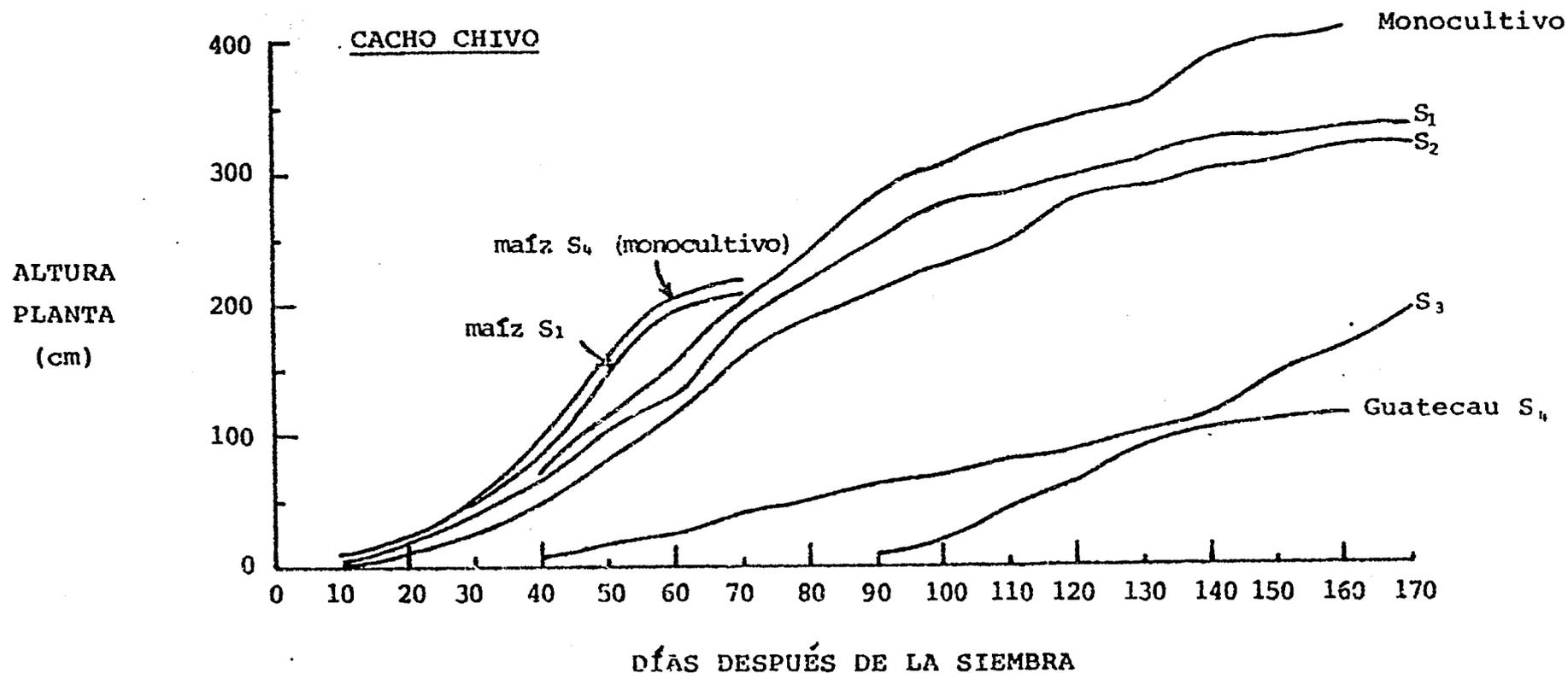
CONCLUSIONES

De los datos de 1983 y 1984 a través de México, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Haití salieron las siguientes conclusiones:

- (i) El rendimiento de maíz y sorgo en los sistemas dependió en el nivel de competencia entre los dos cultivos. En el sistema S_1 donde se encontró la máxima competencia, el maíz rindió menos y el sorgo lo máximo de los sistemas. Este fenómeno resultó en el nivel de grano total y la ganancia neta siendo el menor de los sistemas. Por estas razones, el sistema S_1 no debe ser usado por los agricultores.
- (ii) Excepto en el caso de San Miguel #1 (genotipo más corto que los otros criollos) en dos sitios en S_1 , no hubo diferencia en la competencia sorgo/maíz entre las variedades criollas fotosensitivas.
- (iii) Las variedades de sorgo criollo fotosensitivo Sapo, Pelotón y Cacho chivo se comportaron igual o mejor que las variedades mejoradas insensitivas. Tal vez se debe aplicar una segunda dosis de nitrógeno a las mejoradas en la época de su iniciación floral (como 25-30 días después de su emergencia) para lograr un mejor comportamiento de ellas.
- (iv) Las variedades de sorgo criollo fotosensitivo San Miguel #1 y Pompom no se comportaron bien mostrando rendimientos muy bajos.
- (v) No hubo ninguna diferencia entre los rendimientos de las variedades de sorgo mejorado utilizadas en el estudio.
- (vi) Dentro de los sistemas de maíz + sorgo criollo fotosensitivo (S_1 , S_2 y S_3) el rendimiento de maíz fue mejor en S_3 . Puesto que el agricultor siembra el sorgo en los sistemas solamente como seguridad en caso que haya alguna falla en el rendimiento del maíz y que el maíz es el grano preferido, el sistema S_3 debe ser recomendado a los agricultores.

Fig. 6. Crecimiento de sorgo criollo (var. Cacho chivo) en asocio con maíz (var. ICTA B-5) en Guatemala (1984).
[crecimiento de sorgo mejorado var. Guatecau en S₄ incluido para la comparación]

- S₁ = maíz + sorgo adentro surco
- S₂ = " + " en camellón
- S₃ = " + " al aporque
- S₄ = " + " en relevo



- (vii) El sistema S_4 , por mostrar el máximo rendimiento de maíz, la mejor ganancia neta, y un rendimiento de sorgo aceptable, debe ser recomendado a los agricultores. Se piensa que la inclusión de frijol en el sistema y una mejor fertilización del mismo puede utilizar el terreno en una forma más eficiente y rendir más grano y ganancia neta.

RECOMENDACIONES

- (1) Comparar los sistemas S_3 y S_4 en cada país miembro de CLAIS utilizando la mejor variedad de maíz y las mejores variedades de sorgo disponibles en el programa nacional. Se deben incluir Cacho chivo, Sapo o Pelotón dentro de los criollos y la variedad de maíz debe ser un genotipo corto y precoz.
- (2) Sembrar variedades de frijol en el sistema S_4 simultáneamente con el maíz. Las variedades de frijol deben ser precoces y de hábito erecto. Esta práctica puede resultar en una mejor productividad del sistema.
- (3) Disuadir el uso del sistema maíz + sorgo simultáneo adentro surco (sistema S_1) por los agricultores.

REFERENCIAS

- Paul, C.L., M. Vazquez, E. Salguero, J. Avila Moya, R. Nolasco, R. Cheaney, y V. Guiragossian. 1984. Comportamiento de variedades de sorgo en sistemas de producción de maíz-sorgo en asocio en Centroamérica y el Caribe. Memoria III Reunión Anual CLAIS, 18-24 Nov. 1984, San Salvador, El Salvador. pp. 24-58.

ENSAYO DE RENDIMIENTO DE VARIEDADES E HÍBRIDOS DE SORGO EN
AMERICA LATINA

*Vartan Guiragossian

RESUMEN

El programa de ICRISAT en México llevó a cabo la distribución del ensayo de Híbridos y Variedades de CLAIS con la finalidad de determinar que materiales presentaban mejor estabilidad, mayor rendimiento e identificar sorgos para el consumo humano.

Los resultados obtenidos en esta evaluación fueron: el híbrido ATx623xTortillero fue el más estable siguiendo en orden de importancia los híbridos BJ-84, BJ-83, Funk's G 522 DR y la variedad SEPON-77.

Llevando a cabo la prueba de Duncan se determinó que los materiales más rendidores fueron los dos primeros anteriormente mencionados, sobresaliendo al mismo tiempo el resto de los materiales y la variedad SPV-475.

El híbrido ATx623xTortillero y la variedad SEPON-77 son apropiados para el consumo humano por presentar grano blanco, siendo mejor la variedad por tener mejor calidad industrial.

* Fitomejorador de sorgo para Latinoamérica, ICRISAT.

Ensayo de rendimiento de variedades e híbridos de sorgo en América Latina

*Vartan Guiragossian

Introducción

El programa de sorgo del ICRISAT en México, cumpliendo con el objetivo de ayudar a los países en desarrollo, en 1983 llevó a cabo la distribución del ensayo de variedades e híbridos de CLAIS y del mismo Instituto.

Estos materiales considerados propios para regiones bajas (trópicos) y clasificados como resistentes a la sequía en México, fueron enviados a países Latinoamericanos con los siguientes objetivos:

1. Determinar que material se adapta a la región y cual de ellos tiene una amplia adaptación (estabilidad genética).
2. Encontrar variedades de sorgo para el consumo humano.
3. Comparar los rendimientos de las variedades contra los híbridos.

De los países que se les envió el ensayo, se han recibido los resultados de Guatemala (2 localidades), Panamá, El Salvador y Honduras, con los cuales se ha elaborado el presente trabajo.

Materiales y Métodos

Los materiales utilizados son los siguientes:

	<u>Pedigrí</u>	<u>Institución</u>	<u>Variedad o Híbrido</u>
1.	Funk's G522 DR	Funks	Híbrido
2.	BJ-83	INIA (México)	Híbrido
3.	BJ-84	INIA (México)	Híbrido
4.	ATx 623 x Tortillero	SRN (Honduras)	Híbrido
5.	GWT-210	SRN (Honduras)	Variedad
6.	M-62492-2-3	SRN (Honduras)	Variedad
7.	Tortillero	SRN (Honduras)	Variedad
8.	ISIAP Dorado	CENTA (El Salvador)	Variedad
9.	SPV-475	ICRISAT	Variedad

* Fitomejorador de sorgo para Latinoamérica, ICRISAT.

	<u>Pedigrí</u>	<u>Institución</u>	<u>Variedad</u> o <u>Híbrido</u>
10.	SEPON 77	ICRISAT	Variedad
11.	M-62641	ICRISAT	Variedad
12.	D-71444	ICRISAT	Variedad
13.	M-90378	ICRISAT	Variedad
14.	M-90812	ICRISAT	Variedad
15.	792 BK Red	ICRISAT	Variedad
16.	R 6956 Red	ICRISAT	Variedad
17.	M-90362	ICRISAT	Variedad

La evaluación se llevó a cabo a través del diseño de bloques al azar con 4 repeticiones.

La parcela experimental se formó con 4 surco de 5 m de largo cada uno, con la finalidad de considerar como parcela útil 4 m de los 2 surcos centrales.

El espaciamiento entre surcos se llevó a cabo de acuerdo a como es utilizado en cada una de las localidades a que fue enviado, teniendo una distancia entre plantas de 10 cm.

RESULTADOS

La información enviada por los diferentes países se organizó (ver cuadro N° 1) y se analizó como a continuación se describe; con la finalidad de cubrir el objetivo de determinar que materiales presentan mayor estabilidad, se llevó a cabo el procesamiento de la información a través del modelo de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell.

Al realizar el análisis de varianza (ver cuadro 2) se obtuvieron los siguientes resultados: en variedades podemos observar que existe alta significancia, lo cual indica que existen diferencias entre los materiales.

Así mismo podemos ver que en la fuente de variación: variedad x ambiente lineal no existe significancia, esto nos indica que los materiales presentan un comportamiento semejante en su recta de regresión de rendimiento con respecto al índice ambiental.

También podemos observar que en los siguientes materiales: GWT-210, ISIAP DORADO, SPV-475, 792 BK Red, R-6956 y M-90362, existe significancia (*) y alta significancia (**), esto quiere decir que estos genotipos no se ajustan a un modelo de regresión lineal es decir, que presentan una dispersión de los puntos graficados de rendimiento con respecto al índice ambiental.

Cuadro 1. Rendimiento de grano de sorgo (promedio) evaluado en 5 localidades de Centroamérica en 1984.

	Rendimiento Promedio por Localidad (kg/ha)					Total	\bar{X}
	Alanje Panamá	San Salvador El Salvador	Jutiapa Guatemala	Asunción Guatemala	La Lujosa Honduras		
Funk's G522 DR	5250	3975	2200	3950	3575	18950	3790
BJ-83	5625	4125	2625	4275	4075	20725	4145
BJ-84	6125	4950	3125	4700	3900	22800	4560
ATx623xTortillero	6025	4075	3575	4625	4150	22450	4490
GWT-210	3700	2225	2000	4025	3100	15050	3010
M-62492-2-3	4825	3000	2825	4200	2975	17825	3565
Tortillero	4925	3025	2175	3975	2975	17075	3415
ISIAP DORADO	4475	4500	2450	3675	3475	18575	3715
SPV-475	5825	4600	2300	3775	4000	20500	4100
SEPON-77	5100	4300	2175	3825	3875	19275	3855
M-62641	4325	3275	2175	3475	3100	16350	3270
D-71444	4150	3900	2625	4325	3350	18350	3670
M-90378	4925	4125	2525	3425	2850	17850	3570
N-90812	4400	3700	2750	3775	3800	18425	3685
792-BK Red	4825	2825	2850	3800	2175	16475	3295
R 6956 Red	4675	3375	2800	4050	2450	17350	3470
M-90362	3675	3525	2425	3825	4175	17625	3525
Total	82850	63500	43600	67700	58000	315650	
Promedio	4874	3735	2565	3982	3412		3714
Indice Ambiental	1159.960	21.7601	-1148.8401	268.8599	-301.7399		
C.V. (%)	12	23	15	14	16		
S.E.	+304	+433	+187	+274	+278		

En el cuadro 3 se presentan los datos a través de los cuales podemos determinar cual es el material más estable teniendo en consideración principalmente el coeficiente y la desviación de regresión.. Tomando en cuenta estos parámetros y el rendimiento, el material más estable fue el híbrido ATx623xTortillero, el cual presenta una altura que no es deseable por el agricultor que cosecha mecánicamente. Sin embargo este híbrido es una buena alternativa para el agricultor que efectúa la cosecha en forma manual pudiéndose utilizar en siembras con maíz en sistema de relevo o como monocultivo.

Otros materiales que presentaron estabilidad y que son adecuados para la cosecha mecánica, en orden de importancia fueron los híbridos BJ-84, BJ-83, Funk's G522 DR y la variedad SEPON-77.

Todos los materiales anteriormente mencionados de acuerdo con la clasificación de Carballo (ver hoja anexa al escrito) por tener un coeficiente de regresión (b_1) 1 y una desviación de regresión (S^2_{di}) = 0 se consideran que tienen mejor respuesta a los ambientes favorables y que son consistentes. Se hace notar que el híbrido ATx623xTortillero y la variedad SEPON-77 en su S^2_{di} presentan un valor 0 por tal razón de acuerdo con la clasificación éstos deberían de ser definidos como inconsistentes, sin embargo por considerar estos valores pequeños, es decir que se presenta poca fluctuación, se clasificaron como consistentes.

En el cuadro también podemos observar que las variedades M-62641 y Tortillero, presentan estabilidad, sin embargo éstos se consideran menos importantes por tener rendimientos más bajos que los demás materiales estables, pero podrían ser utilizados para el consumo humano (por ser sorgos de grano blanco) en regiones donde sus rendimientos sean aceptables.

Entre los materiales estables y con buen rendimiento propios para la alimentación del hombre tenemos: al híbrido ATx623xTortillero y la variedad SEPON-77, sobresaliendo esta última por tener mejor calidad industrial.

Con la finalidad de efectuar comparaciones entre los rendimientos de las variedades e híbridos y determinar cuál fue el mejor material, se llevó a cabo la prueba de Duncan (observe cuadro 4), obteniéndose los siguientes resultados: los híbridos BJ-84 y ATx623xTortillero fueron los mejores materiales en cuanto a rendimiento, sobresaliendo además el BJ-83, SPV-475, SEPON-77 y Funk's G522 DR. Así mismo se observó que los híbridos presentaron un mejor rendimiento que las variedades.

Con el objeto de proporcionar información sobre el rendimiento promedio de cada uno de los materiales se presentan las listas de cada una de las localidades con los datos ordenados en orden decreciente. (observe al final del trabajo)

CUADRO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ESTABILIDAD DE RENDIMIENTO DE 17 MATERIALES (4 HÍBRIDOS Y 13 VARIEDADES) EVALUADOS EN 5 LOCALIDADES DE CENTROAMÉRICA.

Fuente de Variación	(GL)	Suma de Cuadrados (S.C)	Cuadrados Medios	F Calculada	F.de tablas(F.T)	
					5%	1%
Total	84	75401913.60				
Variedades	16	13884944.50				
Ambientes	4	48096354.23	867809.03	4.253211 **	1.686	2.08
ambiente x variedad	64	13420614.88	12024088.56			
ambiente (lineal)	1	48096336.48	209697.11			
Variedad x ambiente lineal	16	3014819.06	188426.19			
Desviación ponderada	51	10405845.08	204036.18	0.923494 NS		
1. Funk 6522 BR	3	102769.70	34256.57			
2. BJ-83	3	146889.94	48963.31	0.365265 NS	2.644	3.870
3. BJ-84	3	252747.10	84249.03	0.522077 NS		
4. ATx623xTortillero	3	399278.40	133092.30	0.898316 NS		
5. GWI-210	3	1456501.74	485500.58	1.419118 NS		
6. M-62492-2-3	3	727018.91	242339.64	5.176710 **		
7. Tortillero	3	267603.83	89201.28	2.583976 NS		
3. ISIAP DCRADO	3	794166.11	264722.04	0.951120 NS		
9. SPV-475	3	861982.71	287327.57	2.822631 *		
10. SEPOH-77	3	558015.61	186005.20	3.063666 *		
11. M-62641	3	15119.51	5039.84	1.983303 NS		
12. B-71444	3	443002.28	147667.43	0.053738 NS		
13. M-90378	3	673092.06	224364.02	1.574522 NS		
14. M-90812	3	139899.43	46633.14	2.392309 NS		
15. 792 BK Red	3	1597216.22	532405.41	0.497232 NS		
16. R-6956 Red	3	843512.73	281170.91	5.676838 **		
17. M-90362	3	1127028.80	375676.27	2.998019 *		
Error ponderado	240		93785.55	4.005695 **		

Cuadro 3. Rendimiento de grano de sorgo (promedio), días a floración, altura de planta y parámetros de estabilidad de las variedades e híbridos evaluados en Centroamérica-1984.

	Rendimiento de grano (kg/ha)	bi	S ² di	Días a 50% de floración	Altura de planta (cm)
BJ-84	4560	1.3111	0.00	61	151
ATx623xTortillero	4490	1.0468	0.03	62	178
BJ-83	4145	1.2437	0.00	66	139
SPV-475	4100	1.4218	0.19	67	159
SEPON-77	3855	1.1911	0.09	71	161
Funk's G 522 DR	3790	1.2833	0.00	69	130
ISIAP DORADO	3715	0.8531	0.17	71	131
M-90812	3685	0.6692	0.00	70	141
D-71444	3670	0.7193	0.05	70	177
H-90378	3570	1.0472	0.13	71	144
M-62492-2-3	3565	0.9360	0.15	68	156
M-90362	3525	0.4674	0.28	65	130
R-6956 Red	3470	0.9293	0.19	67	115
Tortillero	3415	1.2198	0.00	67	130
792 EK Red	3295	0.9118	0.43	73	126
M-62641	3270	0.9149	0.00	68	166
GWT-210	3010	0.7739	0.39	63	179

CONCLUSIÓN

Podemos decir que los objetivos planteados al inicio del presente trabajo fueron cumplidos ya que se determinó cuales son los materiales más estables, los que son propios para el consumo humano y los más rendidores. Es necesario aclarar que los materiales que no resultaron sobresalientes en esta evaluación, no deben de ser desechados o considerados como indeseables, ya que entre éstos pueden existir algunos que se adaptan a una región específica, proporcionándonos los resultados deseados. Por ejemplo la variedad ISIAF DORADO (grano blanco), en el presente estudio resultó que no posee estabilidad, es decir, que presenta diferente respuesta a los ambientes, sin embargo en El Salvador es una variedad deseable, por su buen rendimiento, calidad de grano y por ser adecuada para el consumo humano.

Cuadro 4. Prueba de Duncan utilizando los rendimientos promedios de cada uno de los materiales en las 5 localidades.

Material	Promedio (kg/ha)	Agrupación
BJ-84	4560	A
ATx623xTortillero	4490	A B
BJ-83	4145	B C
SPV-475	4100	B C D
SEPON-77	3855	C D E
Funk's G 522 DR	3790	C D E
ISIAP DORADO	3715	D E F
M-90812	3685	D E F
D-71444	3670	D E F
M-90378	3570	E F
M-62492-2-3	3565	E F
M-90362	3525	E F
R-6956 Red	3470	E F
Tortillero	3415	E F G
792 BK Red	3295	F G
M-62641	3270	F G
GWT-210	3010	G

Nota:

Los promedios con la misma letra son estadísticamente iguales.

Cuadro 5. Lista de materiales de Panamá acomodados en orden decreciente de acuerdo a su rendimiento promedio.

Material	Rendimiento (Kg./ha.)
1. BJ-84	6125
2. ATx623xTortillero	6025
3. SPV-475	5825
4. BJ-83	5625
5. Funk's G 522 DR	5250
6. SEPON-77	5100
7. Tortillero	4925
8. M-90378	4925
9. M-62492-2-3	4825
10. 792 BK Red	4825
11. R-6956 Red	4675
12. ISIAP DORADO	4475
13. M-90812	4400
14. M-62641	4325
15. D-71444	4150
16. GWT-210	3700
17. M-90362	3675
Promedio	4374
C.V. (%)	12
S.E.	<u>±304</u>

Cuadro 6. Lista de materiales de El Salvador acomodados en orden decreciente de acuerdo a su rendimiento promedio.

Material	Rendimiento (kg./ha.)
1. BJ-84	4950
2. SPV-475	4600
3. ISIAP DORADO	4500
4. SEPON-77	4300
5. BJ-83	4125
6. M-90378	4125
7. ATx623xTortillero	4075
8. Funk's G 522 DR	3975
9. D-71444	3900
10. M-90812	3700
11. M-90362	3525
12. R-6956	3375
13. M-62641	3275
14. Tortillero	3025
15. M-62492-2-3	3000
16. 792 BK Red	2825
17. GWT-210	2225
Promedio	3735
C.V.(%)	23
S.E.	± 433

Cuadro 7. Lista de materiales de Jutiapa, Guatemala acomodados en orden decreciente de acuerdo a su rendimiento promedio.

Material	Rendimiento (kg./ha.)
1. ATx623xTortillero	3575
2. BJ-84	3125
3. 792 BK Red	2850
4. M-62492-2-3	2825
5. R-6956 Red	2800
6. M-90812	2750
7. BJ-83	2625
8. D-71444	2625
9. M-90378	2525
10. ISIAP DORADO	2450
11. M-90362	2425
12. SPV--475	2300
13. Funk's G 522 DR	2200
14. Tortillero	2175
15. SEPCN-77	2175
16. M-62641	2175
17. GWT-210	2000
Promedio	2565
C.V. (%)	15
S.E.	<u>+187</u>

Cuadro 8. Lista de materiales de Asunción Mita, Guatemala acomodados en orden decreciente de acuerdo a su rendimiento promedio.

Material	Rendimiento (kg./ha.)
1. BJ-84	4700
2. ATx623xTortillero	4625
3. D-71444	4325
4. BJ-83	4275
5. M-62492-2-3	4200
6. R-6956 Red	4050
7. GWT-210	4025
8. Tortillero	3975
9. Funk's G 522 DR	3950
10. SEPON-77	3825
11. M-90362	3825
12. 792 BK Red	3800
13. SPV-475	3775
14. M-90812	3775
15. ISIAP DORADO	3675
16. M-62641	3475
17. M-90378	3425
Promedio	3982
C.V. (%)	14
S.E.	± 274

Cuadro 9. Lista de materiales de Honduras acomodados en orden decreciente de acuerdo a su rendimiento promedio.

Material	Rendimiento (kg./ha.)
1. M-90362	4175
2. ATx623xTortillero	4150
3. BJ-83	4075
4. SPV-475	4000
5. BJ-84	3900
6. SEPON-77	3875
7. M-90812	3800
8. Funk's G 522 DR	3575
9. ISIAP DORADO	3475
10. D-71444	3350
11. GWT-210	3100
12. M-62641	3100
13. M-62492-2-3	2975
14. Tortillero	2975
15. M-90378	2850
16. R-6956 Red	2450
17. 792 BK Red	2175
Promedio	3412
C.V. (%)	16
S.E.	<u>+273</u>

Cuadro 10. TABLA PARA CLASIFICACIÓN DE LAS VARIEDADES, EN BASE A LOS PARÁMETROS DE ESTABILIDAD.

SITUACIÓN	Coefficiente de regresión	Desviaciones de la regresión	Descripción
a)	$b_i = 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Variedad estable
b)	$b_i = 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente.
c)	$b_i < 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistente.
d)	$b_i < 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistente.
e)	$b_i > 1.0$	$S^2_{di} = 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes y consistente.
f)	$b_i > 1.0$	$S^2_{di} > 0$	Respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistente.

Fuesto que únicamente se define variedad estable con los valores en sus parámetros $b_i = 1.0$ y $S^2_{di} = 0$, sin tener una descripción para las otras cinco situaciones, éstas se hacen en la tabla anterior en función del significado en el valor de b_i y S^2_{di} , de tal forma que cuando $b_i < 1.0$, ello indica una respuesta mejor en ambientes desfavorables y cuando $b_i > 1.0$, significa que la variedad responde bien en ambientes favorables. En lo que respecta a S^2_{di} , se ha adoptado el término "consistente", para indicar pocas fluctuaciones en relación con lo que se esperaría en determinados ambientes es decir $S^2_{di} = 0$, e "inconsistente" cuando $S^2_{di} > 0$, es decir, mayores fluctuaciones en los cambios ambientales, alrededor de lo que debería esperarse en función de la tendencia general de la variedad.

Complementa el análisis de una variedad su rendimiento promedio, el cual aunado a los valores de b_i y S^2_{di} nos definen qué tan deseable es esa variedad. Un rendimiento promedio elevado, $b_i = 1.0$ y $S^2_{di} = 0$, son las características que debe reunir una variedad deseable.

* Carballo, C.A. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y de la Mesa Central por su Rendimiento y Estabilidad. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapinango, Méx.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE CULTIVARES DE SORGO PARA EL USO DEL GRANO EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA.

Héctor Cejudo Gómez*

INTRODUCCIÓN.

El cultivo del sorgo ha recibido un gran impulso en los últimos años, utilizándose en la fabricación de alimentos balanceados para animales. Sin embargo el uso del grano de sorgo en la alimentación humana ha cobrado mucho interés, debido a la facilidad de elaborar harinas refinadas integrales, las cuales pueden ser usadas en la elaboración de panes, galletas, atoles, tortillas y cereales inilados para desayuno.

La tortilla es uno de los alimentos básicos de México y Centro América, el proceso de elaboración es conocido desde antes de la conquista y consiste en cocer el grano de maíz en agua con cal, esto produce el desprendimiento de la cascarrilla del grano y transforma sus almidones y proteínas, haciéndolos más digeribles.

El comportamiento del grano de sorgo en el proceso de nixtamalización, en las propiedades reológicas de la masa y en la calidad de la tortilla es muy similar a la del maíz, excepto en los colores oscuros que producen los taninos y fenoles presentes en algunos genotipos de sorgos. Sin embargo, es posible obtener líneas de estos materiales, exentas de taninos y con reducidas cantidades de compuestos fenólicos, que puedan usarse en nixtamalizaciones de mezclas maíz-sorgo.

Para lograr este es necesario seleccionar las líneas de sorgo que reúnan las características apropiadas para consumo humano, debiendo existir una interacción fuerte entre trabajos de mejoramiento genético en el campo y evaluaciones químicas en el laboratorio.

ESTRATEGIA DE SELECCIÓN

En la selección de genotipos de sorgos de calidad tortillera aceptable se han utilizado dos tipos de pruebas. Las primeras denominadas pruebas predictivas, están diseñadas para la evaluación de pequeñas muestras y por su simplicidad se pueden utilizar en el análisis de un alto número de plantas individuales. Las segundas corresponden a la evaluación final y comprenden dos fases que son: evaluación molinera y calificación del producto.

Estas últimas pruebas se efectúan en material avanzado en donde se cuenta con mayor cantidad de muestra.

I. Pruebas predictivas.

Para efectuar las pruebas predictivas de calidad tortillera de sorgo se requiere un mínimo de 10 g de muestra. Los análisis físicos y químicos consisten básicamente en la evaluación de los contenidos de taninos y compuestos fenólicos en el grano de sorgo y se enlistan a continuación:

a) Selección visual por color.

La selección se inicia visualmente separando las muestras con granos de color claro, ya sea blanco, crema o amarillo, preferentemente que no posean una testa pigmentada. Esto se puede comprobar raspando el pericarpio del grano con una navaja. También se puede usar el método de decoloración con hipoclorito de sodio desarrollado por Kofoid et al (1976), para detectar sorgos con testa pigmentada.

b) Análisis de taninos.

En el caso de sorgos con testa y colores oscuros se analiza el contenido de taninos, usando el método de vanillina-ácido clorhídrico, modificado por Maxson y Rooney (1972).

Los genotipos que posean contenidos menores a 0.05 equivalentes de catequina (E.C.) pueden usarse mezclados con maíz en proporciones menores al 10 por ciento en la producción de tortilla.

c) Compuestos fenólicos.

En los sorgos de color claro se efectúa el análisis de compuestos fenólicos por el método de formación del complejo Azul de Prusia, propuesto por Price y Butler (1977). Estos análisis permiten eliminar los genotipos con valores superiores a 0.40 mg de ácido tánico por grano de sorgo, ya que producen tortillas con colores oscuros.

d) Prueba de cocimiento alcalino.

Esta prueba indica el color del grano de sorgo al ser sometido a un cocimiento altamente alcalino, utilizando hidróxido de sodio 12 N, según el método de Khan et al, (1980). Algunos sorgos con pericarpio incoloro y sin testa, contienen precursores de color que producen tonos oscuros cuando son cocinados con álcali. En esta prueba es posible de terminar cinco diferentes tipos de respuesta que corresponden a la siguiente escala de colores y valor codificado de selección.

<u>Color</u>	<u>Escala</u>
Amarillo crema	1
Amarillo	2
Café claro	3
Rojo ladrillo	4
Morado	5

Se seleccionan los colores claros que corresponden a los menores valores codificados en la escala.

e) Selección visual, vitriosidad.

Se realiza una evaluación visual del grado de vitriosidad del grano, con el fin de seleccionar los genotipos vitrios e intermedios, correspondiendo a las texturas de endospermo 1, 2 y 3, según Maxson *et al* (1971). Esta selección se realiza con el propósito de obtener sorgos cristalinos con características semejantes a los maíces comunes mexicanos y que sea posible el cocimiento conjunto de los dos cereales.

II. Evaluación final.

La evaluación final se efectúa en líneas avanzadas en donde se puede contar con 250 g de muestra. Aquí se califica la aptitud molinera o proceso de nixtamalización y la calificación final del producto, es decir de la tortilla.

a) Aptitud molinera.

Comprende los procesos de nixtamalización, reposo, separación del nejayote o agua de cocimiento, lavado del nixtamal, meliendado, análisis reológico de la masa y cuantificación de sólidos en el agua de cocimiento.

1. Nixtamalización. Se efectúa en 150 g de grano cociéndolo en una suspensión de óxido de calcio en agua al 1.0%, es necesario evitar evaporaciones excesivas, el tiempo de cocimiento generalmente es de 30 minutos.
2. Reposo. El reposo es una práctica común entre los productores de masa de maíz usada en tortillería y su experiencia indica que esto permite mayores absorciones de agua y en consecuencia mayores rendimientos de masa.
3. Separación de las aguas de cocimiento y lavado del nixtamal. La separación de los líquidos de cocimiento y el lavado tienen como objeto eliminar el exceso de cal en el grano cocido. Se efectúa por medio de una criba que retenga el grano y con un mínimo de agua se lava al grano para eliminar los sólidos adheridos. Las aguas de lavado se incorporan a los líquidos de cocimiento para posteriormente medir la cantidad de sólidos totales.

4. Molienda. La molienda del grano cocido o nixtamal se efectúa en húmedo, usando un molino de piedra a escala laboratorio, con esto se logra la textura y tamaño de partícula de la masa, apropiada y semejante a las masas comerciales.
5. Cuantificación de sólidos totales. La determinación de sólidos totales en el agua de cocimiento y lavado es un factor que involucra partículas del grano que se han solubilizado o desprendido, representando pérdidas para los molinos.
Incluye también el exceso de hidróxido de calcio que no fue absorbido por el grano, suponiendo que la cantidad absorbida es constante entre genotipos.
 - b) Calificación final del producto.

Finalmente se elaboran tortillas de sorgo puro y mezclando masas de maíz y sorgo en proporciones de 1:3, 1:1 y 3:1, las que se comparan y califican en sus características de color, sabor, resistencia al doblado y consistencia, con estos datos se determina su aceptabilidad. Para la evaluación de harinas de sorgo usadas en pan, galletas, atoles y productos extruidos se consideran los mismos parámetros mencionados en las pruebas predictivas de calidad tortillera es decir.

- a) Selección visual por color
- b) Análisis de taninos
- c) Compuestos fenólicos
- d) Prueba de cocimiento alcalino
- e) Selección visual por vitriosidad

En este último punto, Maxson et al (1971), señalan que los granos con endospermo corneo producen altos rendimientos de harinas refinadas en la molienda seca, debido a una mejor separación del pericarpio.

La evaluación final consiste en la obtención de harinas integrales y/o refinadas y su inclusión en formulaciones de pan, galletas, atoles o productos extruidos.

En el caso de panificación se han obtenido productos con buenas características de volumen, aspecto de corteza y miga, color, sabor y aroma, sustituyendo el 10% de trigo con harina integral de sorgo, y con 15% de harina refinada de sorgo.

En galletas, la tolerancia de un mayor porcentaje de sustitución de harinas de sorgo es posible debido a que en estos productos no se requiere de harinas con gluten fuerte que produzcan altos volúmenes en la hogaza de pan.

Rivera, M.V. et al (1984), estudiaron los efectos de la utilización de harina integral y pregelatinizada de sorgo sobre las características reológicas en panificación y galletería, se prepararon cinco formulaciones utilizando 10, 15, 20, 25 y 30% de cada tipo de harinas de sorgo en sustitución de harina de trigo comercial.

— HARINA INTEGRAL DE SORGO
 - - - HARINA PRE-GELATINIZADA D.: SORGO

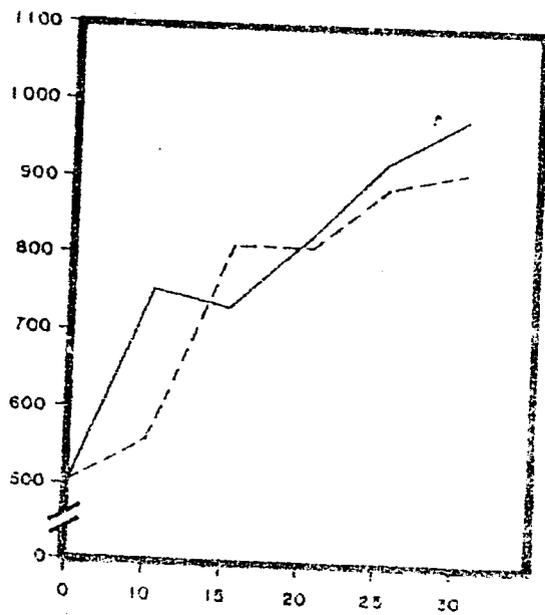


Fig. 10. RESISTENCIA A LA EXTENSION

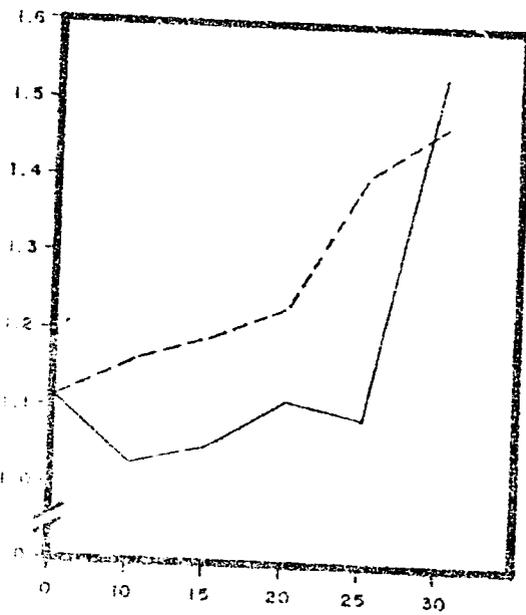


Fig. 11. INDICE DE ABSORCION EN AGUA

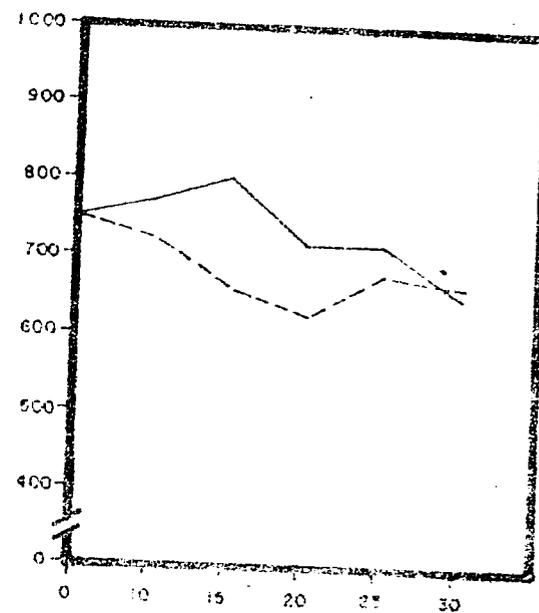


Fig. 12. VOLUMEN

La harina pregelatinizada fue preparada mediante un tratamiento hidrotérmico, el cual consistió en una maceración de la muestra en agua, un tratamiento térmico en autoclave durante 5 minutos a 121°C y un secado en estufa a 50°C.

Los resultados indican que las mezclas con harinas pregelatinizadas pueden absorber mayor cantidad de agua debido al rompimiento de la estructura donde se localizan los gránulos de almidón, esto se traduce en un mayor tiempo de amasado y mayor peso de la hogaza de pan, disminuyendo el volumen de la misma.

El uso de harina integral de sorgo se recomienda en proporción de 10% de sustitución de harina refinada de trigo, logrando panes con características similares, como en el caso de usar harinas integrales de trigo.

En la elaboración de galletas se observó que es posible mezclar 30% de harinas de sorgo integrales pregelatinizadas con 70% de harina de trigo y obtener productos de excelente calidad.

La aplicación de los criterios de selección de cultivares de sorgo para el uso del grano en la alimentación humana puede ayudar a los programas de mejoramiento genético en la reducción de materiales a evaluar en el campo, conforme avanza el desarrollo de nuevas variedades, logrando mayor eficiencia en el programa.

LITERATURA CITADA

1. Khan, M.N., L.W. Rooney, y F.R. Miller. 1980. Sorghum improved tortilla making characteristics. *Food Sci.* 45:720.
2. Kofoid, K.D., J.W. Maranville, y W.M. Ross. 1976. A test for determining the presence of testa in sorghum. University of Nebraska Lincoln. Published as paper No. 77-846, Abstract Service, Nebraska Agricultural Experiment Station.
3. Rivera, M.V., 1984. Sorgo en Panificación. Tesis Profesional UNAM, México.
4. Maxson, E.D., W.B. Fryar, L.W. Rooney y H.M. Krishnadas. 1971. Milling properties of sorghum grain with different proportions of corneous to floury endosperm. *Cereal Chem.* 48:478-490.
5. Maxson, E.D. y L.W. Rooney. 1972. Evaluation of methods for tannin analysis in sorghum grain. *Cereal Chem.* 49:719-729.
6. Price, M.L. y L.G. Cutler. 1977. Rapid visual estimation and spectrophotometric sorghum grain. *J. Agric. Food Chem* 25:1268-1273.

UTILIZACIÓN DE HARINA DE CEREALES PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS*

Ana Vilma Herrera **
María Teresa de Palomo **

R E S U M E N

En este trabajo se presenta la elaboración de galletas con diferentes mezclas de harina de maíz y sorgo, con harina de trigo. Se llevó a cabo en el Departamento de Preservación y Conservación de la División de Investigación Agrícola del Centro de Tecnología Agrícola, CENTA, El Salvador.

Los ensayos consistieron en un bloque al azar, 4 repeticiones, 3 tratamientos, con 25 y 50% de sustitución de harina de trigo por harina de sorgo y 50 y 100% de harina de maíz.

Se realizaron análisis químicos y análisis organolépticos de cada una de las muestras.

Los resultados según ANDEVA indican que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de sorgo o maíz, en las formulaciones de 50:50 y 75:25% no presentaron variaciones significativas en cuanto al contenido de proteínas, hierro y fósforo, con respecto al testigo de harina de trigo 100%. Las que más aceptación tuvieron por su sabor, fueron las galletas con 25% de sorgo.

INTRODUCCIÓN

El sorgo y el maíz son cereales que se cultivan en El Salvador, con buenos rendimientos agronómicos.

El maíz, especialmente, es uno de los alimentos básicos de nuestra población; hay algunas regiones donde el sorgo también se utiliza en la elaboración de tortillas. La harina de estos cereales puede ser utilizada en la elaboración de productos alimenticios, utilizando metodologías de panificación. Actualmente se importan grandes volúmenes de trigo para la fabricación de todo tipo de productos de panificación, por lo que es conveniente incrementar el uso de harina de sorgo y maíz en la elaboración de panecillos, los cuales constituyen parte de la costumbre alimentaria de nuestra población, siendo éste el objetivo principal del presente estudio.

* Trabajo presentado en la XXXI Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras, del 16 al 19 de abril de 1985.

** Químico Industrial. Jefe del Departamento de Preservación y Conservación del Centro de Tecnología Agrícola, CENTA, El Salvador, C. A.

** B. S. en Tecnología Médica, Técnico del Departamento de Preservación y Conservación del Centro de Tecnología Agrícola, CENTA, El Salvador.

Las evaluaciones descritas en este trabajo se llevaron a cabo en el Departamento de Preservación y Conservación del Centro de Tecnología Agrícola, durante el año 1954.

REVISIÓN DE LITERATURA

En la producción de galletas, usando mezclas de trigo y sorgo Kem (2), encontró que se podía mejorar la masa, cocinando e fermentando parte de la harina, antes de ser mezclada.

Mustafa et al (3), usaron jengibre para mejorar el sabor de galletas fabricadas a base de sorgo, habiendo obtenido como resultado galletas frágiles y porosas.

Sheup et al (5, 6) y Reomy et al (7), reportaron haber producido galletas de un sabor aceptable, sustituyendo pequeñas cantidades de harina de trigo por harina de sorgo.

En estudios (2), llevados a cabo en la preparación de galletas a base de harina de sorgo, se obtuvo que las únicas diferencias considerables encontradas entre una galleta elaborada con harina de trigo suave y otra con harina de sorgo, fue en la porosidad de ellas. Usando además una fórmula trigo-sorgo y agregando lecitina de soya al 0.6%, se encontró que se mejoraba considerablemente la cubierta y la textura de las galletas.

Molina (4) reporta que el maíz sometido a tratamiento de color, produce harina que, mezclada con semolina de trigo, es altamente calificada en la producción de spaghetti, ya sea sola o mezclada con harina de soya desengrasada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño estadístico utilizado fue de bloques al azar con 4 repeticiones.

Galletas: Tratamiento 25%, 50% harina de sorgo y 50%, 100% harina de maíz, utilizando siempre como testigo 100% harina de trigo.

Fórmulas utilizadas:

Galletas 25% de harina de sorgo:

75 gr harina de trigo
25 gr harina de sorgo
62.5 gr azúcar
30 gr manteca vegetal
1 huevo
3 Vainilla y/o canela al gusto.

Galletas 50% de harina de sorgo
Galletas 50% de harina de maíz
Galletas 100% de harina de maíz

Todos los ingredientes son los mismos para todas las fórmulas.

Procedimiento:

Se mezcla la manteca con el azúcar, hasta cremarla, se agrega el huevo, se sigue mezclando a velocidad rápida por 2 minutos.

Previamente se ha cernido la harina con el polvo de hornear 2 veces.

Se agrega la harina a la mezcla de manteca, azúcar y huevo y se continúa mezclando, se agrega la vainilla y se coloca la masa en una mesa enharinada, se amasa y se extiende con rodillo.

Se corta la masa con figuras apropiadas para galletas, las cules han sido previamente enharinadas. Se hornean a temperatura de 350°C por 15 minutos.

El procedimiento es el mismo para todas las fórmulas.

Los análisis químicos realizados son: humedad, proteínas, grasa, fibra cruda, carbohidratos, cenizas, calcio, fósforo, potasio, sodio, magnesio y hierro. La metodología utilizada es la indicada por AOAC (American Official of Analytical Chemists).

Los análisis organolépticos de sabor, color y textura, se hicieron usando un panel de catadores por repetición.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Cuadro 1. Resumen del contenido nutricional de galletas, obtenidas a partir de mezclas de harina de trigo sustituida por harina de sorgo y maíz.

Composición	Hu- mo- ra %	Proteí- nas %	Grasas %	Fibra Cruda %	Carbohi- dratos %	Cenizas %	Ca	P	K	Na	Mg	Fe
<u>I Galletas</u>												
Sorgo 25% Trigo 75%	4.7	9.48	17.20	1.8	70.67	0.87	133	495	183	138	35	7
Sorgo 50% Trigo 50%	2.5	9.81	17.85	1.97	69.15	1.21	148	577	270	143	53	6
Maíz 50% Trigo 50%	3.86	9.15	17.07	2.12	70.40	1.26	145	610	252	170	50	13
Maíz 100% Trigo 100% (Tostado)	3.48 2.52	8.24 9.88	17.66 17.33	2.67 1.2	70.03 70.65	1.4 0.94	145 148	620 505	305 150	148 150	53 24	15 4

NOTA 1: Resultados expresados en "Base seca".

NOTA 2: Calcio, Fósforo, Potasio, Sodio, Magnesio y Hierro, expresados en mg/100 gr.

NOTA 3: Todos son resultados promedios obtenidos a partir de 4 repeticiones.

Cuadro 2. Contenido de proteína (gr/100 gr) en galletas elaboradas con harina de trigo sustituida por harina de sorgo. 1984.

Tratamientos	Repeticiones				\bar{X}
	I	II	III	IV	
T 50% S 50%	9.94	9.32	9.33	10.58	9.81
T 75% S 25%	10.44	9.56	9.59	9.24	9.46
T 100% S 0%	9.69	9.52	10.98	9.33	9.88

T: Trigo S: Sorgo.

Cuadro 3. Análisis de Varianza para contenido de Proteína para galletas según Cuadro 2.

F. de V.	Gl	SC	CM	Fc	F 5%	Tab 1%
Repeticiones	3	1.52	0.51	1.02 ^{ns}	4.76	9.78
Tratamientos	2	0.41	0.21	0.42 ^{ns}	5.14	10.92
Error	6	3.02	0.50			
Total	11	4.95				

X = 9.72 S = 0.71 CV = 7.27

Cuadro 4. Contenido de hierro (mg/100 gr) en galletas elaboradas con harina de trigo sustituida por harina de sorgo. 1984.

Tratamiento	Repeticiones				\bar{X}
	I	II	III	IV	
T 50 S 50%	2	5	8	10	6.25
T 75 S 25%	6	6	9	6	6.75
T 100% S 0%	3	5	4	4	4.0

T: Trigo S: Sorgo

Cuadro 5. Análisis de Varianza para contenido de hierro en galletas, según Cuadro 4.

F de V.	G1	SC	CM	Fc	F+	F+
					0.05	0.01%
Repeticiones	3	20.67	6.89	1.66 ^{ns}	4.76	9.18
Tratamientos	2	17.17	4.14	2.07 ^{ns}	5.14	10.92
Error	5	24.83	8.58			
Total	11	6267				

$\bar{X} = 5.67$	$S = 2.03$	$CV = 35.88\%$
------------------	------------	----------------

Cuadro 6. Análisis de Contenido de Fósforo (mg/100 gr) en galletas elaboradas con harina de trigo sustituida por harina de Sorgo. 1984.

Tratamientos	Reposiciones				\bar{X}
	I	II	III	IV	
T 50 S 50%	650	500	560	600	577
T 75 S 25%	520	440	570	450	495
T 100 S 0%	660	590	380	390	505

T: Trigo S: Sorgo

Cuadro 7. Análisis de Varianza para contenido de Fósforo en galletas según cuadro 6.

F de V		Sc	CM	Fc	Ft	Ft
					0.05	0.01
Repeticiones	3	29,825.00	9,941.67	1.11 ^{ns}	4.16	9.18
Tratamientos	2	16,216.67	8,108.34	0.91 ^{ns}	5.14	10.92
Error	6	53,650.00	8,941.67			
	11	99,691.67				

\bar{X} :	625.83
S:	94.56
CV:	17.98%

Cuadro 8. Contenido de proteína (gr/100 gr) en galletas elaboradas con harina de trigo sustituida por harina de maíz. 1984.

Tratamientos	Repeticiones				\bar{X}
	I	II	III	IV	
T 50, M 50%	8.86	9.43	9.29	9.01	9.15
T 0, M 100%	8.20	8.45	8.04	8.27	8.24
T 100, M 0%	9.69	9.52	10.98	9.33	9.88

T: Trigo M: Maíz

Cuadro 9. Análisis de Varianza para contenido de proteína en galletas según Cuadro 8.

F de V	Gl	SC	CM	Fc	F	Tab.
					5%	1%
Repeticiones	3	0.59	0.20	0.87ns	4.76	9.52
Tratamientos	2	5.4	2.70	1.74ns	5.14	10.28
Error	6	1.36	0.23			
Total	11	7.35				

Cuadro 10. Contenido de hierro (mg/100 gr) en galletas elaboradas con harina de trigo sustituida por harina de maíz. 1984.

Tratamiento	Repeticiones				\bar{X}
	I	II	III	IV	
T 50, M 50%	6	27	12	7	13
T 0, M 100%	10	24	5	23	15.5
T 100, M 0%	3	5	4	4	4

T: Trigo M: Maíz

Cuadro 11. Análisis de Varianza para contenido de hierro en galletas según Cuadro 10.

F de V.	Gl	Sc	CM	Fc	F+	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	289.67	96	2.20ns	4.76	9.52
Tratamientos	2	292.67	146	3.20ns	5.14	10.28
Error	6	363.33	43.89			
Total	11	845.67				

Cuadro 12. Contenido de Fósforo (mg/100 gr) en galletas elaboradas con harina de trigo sustituida por harina de maíz. 1984.

Tratamientos	I	II	III	IV	\bar{X}
T 50, M 50	620	640	620	560	610
T 0, M 100	590	750	410	730	620
T 100, M 0	660	590	380	390	595

T = Trigo

M = Maíz

Cuadro 13. Análisis de Varianza para contenido de Fósforo en galletas según Cuadro 12.

ANDEVA						
F de V	Gl	Sc	CM	Fc	F +	
					005	001
Repeticiones	3	6,230	20,766.6	1.65ns	4.76	9.52
Tratamientos	2	32,466.7	16,233.35	1.29ns	5.14	10.28
Error	6	75,400	12,566.67			
Total	11	170,166.7				

Los resultados obtenidos a partir de los análisis químicos (Ver Cuadro 1) según ANDEVA, vemos que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de sorgo o maíz, en las formulaciones de galletas, Sorgo 25 y 50% maíz 50 y 100%, no presentan variaciones significativas en cuanto al contenido de proteína, hierro y fósforo, con respecto al testigo (harina de trigo 100%).

Rendimiento:

En una misma fórmula las unidades de pan obtenidas, son iguales en número ya sea que se trata del testigo o de la sustitución parcial por harina de sorgo o maíz, siempre que se trate de cantidades iguales en peso total de harina.

Costos:

Los costos de las galletas disminuyen 17.5% al usar 25% de harina de sorgo; 35% al usar 50%; 27.5% para aquellas elaboradas con 50% de harina de maíz y 55% para las de 100% de harina de maíz.

CONCLUSIONES

1. Los resultados de la apreciación de color en las galletas elaboradas con mezclas de sorgo no mostraron diferencias estadísticas al compararlas con un testigo de trigo. Los de maíz sí mostraron diferencias.
2. La combinación de sabor y textura reportan resultados superiores para la mezcla S-25, que fue de mayor aceptación, al igual que la M-50.
3. El análisis económico mostró que las galletas elaboradas con 100% maíz fueron las más baratas, seguidas por las de Sorgo 50%.
4. En cuanto a su contenido de proteína no se observaron diferencias significativas en ningún tratamiento cuando se comparó con el testigo.

RECOMENDACIONES

1. Para la industria panificadora, se recomienda la mezcla de 25% Sorgo + 75% Trigo y 50% maíz + 50% trigo.
2. Para la panificación a nivel rural se recomienda la mezcla de 50% Sorgo + 50% trigo y 100% maíz, ya que no existe diferencia en cuanto al valor nutritivo, sabor y textura. La primera fue aceptada por el 70% de catadores y la segunda por el 62.5%.

BIBLIOGRAFÍA

1. BADI, S. M. and HOSENY, R. C. Use of sorghum and pear Millet flours in cookies cereal chem. (53) (5), 733, 1976.
2. KIM L., J. C. Manufacturing biscuits from composite flour. Symposium Tech. Inst. Colombia, oct. 72.
3. MUSTAFA, A. I. BDI, S. M. and KNALIL, S. A. Ginger biscuits from Duwa (Sorghum vulgare). Sudan. J. of Food Sci. Tech. 3 (1) 30, (1972).
4. MOLINA, M. R., HAYORGA, I. BRESSANI et. Cereal Chemistry (53) (1): 134 (1976).
5. ROONEY, L. W, JOHNSON J. W. and ROSENOW, D. T. Sorghum quality improvement Types for food Cereal Sci Today 15:240. (1970).
6. SHOUP, F. V., DEYOE, C. W., CAMPBELL, J. and PARISE, D. E. Aminoacid composition and nutritional value of milled sorghum grain products cereal Chemi. 46: 164. (1969).
7. SOSALSKI, R. y MAHMOUD, R. M. Effects of protein supplements on Carbonyl compounds and flavor in bread (56) (6), 533-536. 1979.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

- Disciplina socioeconómica rural, ICTA, Región VI
- Programa de sorgo, ICTA
- ICRISAT, Programa Sorgo América Latina

"La Problemática del Cultivo de Sorgo (Sorghum bicolor, (L.) Moench) con Relación a la Investigación del mismo en la Región VI, Jutiapa, Guatemala".

Ing. Julio Martínez

Ing. Carlos Rodríguez

F.A. Jorge Cardona

Ing. Edgar Salguero

Ing. Oscar Martínez

Dr. Compton L. Paul

Jutiapa, 17 de Junio de 1985.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DEL CULTIVO DE
SORGO EN LA INVESTIGACIÓN DEL MISMO EN LA REGION VI,
JUTIAPA, GUATEMALA

1. INTRODUCCIÓN

Fundamentalmente, el propósito de los programas de fitomejoramiento del Instituto de Ciencia y Tecnología agrícolas -ICTA-, es el de resolver en parte los problemas que afrontan los agricultores en la producción de los cultivos; de acuerdo a este concepto del Programa de Sorgo a la fecha ha desarrollado y lanzado comercialmente para la región las variedades Guatex Blanco, Guatecau, SORICTA y 7504 y los híbridos ICTA 777 e ICTA 950, cuyas características resuelven la problemática del cultivo de sorgo en la región según los lineamientos actuales del programa. Sin embargo la experiencia muestra que estos materiales a pesar de cumplir con los objetivos establecidos por el programa han sido adoptados en muy baja proporción por los agricultores. Lo que nos sugiere a revisar los lineamientos actuales que sirven de base al programa en la investigación, pues algo no está coincidiendo con los intereses del productor, por lo que se considera necesario conocer directamente los criterios del agricultor respecto a la problemática con relación a la investigación en el cultivo de sorgo.

2. ANTECEDENTES

A la fecha, el programa de sorgo no cuenta con estudios formales que le permitan conocer profundamente los aspectos relacionados con la problemática del cultivo y que permita en la generación y validación de la tecnología desarrollada la aceptación de la misma.

Las experiencias obtenidas a la fecha han sido con el propósito de que el agricultor de su opinión a uno u otro material, así en 1983 el programa de sorgo evaluó en una visita de agricultores productores de sorgo a campos de experimentación, donde se tenían 20 materiales sembrados, esto con el objeto de dar alguna calificación con relación al tipo de planta y comportamiento de la misma. En ese mismo año en dos localidades de Jutiapa se consideró la opinión de las esposas de los agricultores en cuanto a las características culinarias de los sorgos en experimentación.

Por otro lado en 1977, Ruano 1/ realizó un estudio del sorgo para consumo humano, su característica y limitación en la región VI, donde determinó que el grano de sorgo es un componente de la dieta del agricultor, especialmente de aquellos de condiciones económicas bajas.

En 1982, el programa de sorgo hizo un censo involucrando más de 50 fincas en la región VI utilizando éste como base para enfocar la investigación durante el período 1983-1986.

3. OBJETIVOS

Generales:

- Retroalimentar al programa de sorgo con información directa y actualizada de la problemática e intereses del agricultor en el cultivo de sorgo.
- Zonificación del área sorguera de las subregiones VI-1 y VI-2 de acuerdo a la problemática y prioridades del agricultor.

Específicos:

- La problemática del cultivo de sorgo en la Región VI.
- Características preferidas del cultivo.
- Orientación de la producción.
- Determinar la participación del cultivo de sorgo en el sistema finca del agricultor.
- Examinar los lineamientos de investigación usados por el programa de sorgo de ICTA en Región VI con el fin de mejorarlos con relación a la problemática del cultivo.

4. METODOLOGÍA

4.1 Área a estudiar:

De la Región VI (Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa) es la subregión VI-1 (Jutiapa) la que se dedica en mayor proporción a la siembra de sorgo, por lo que se considera importante llevar a cabo el proyecto en esta subregión la cual consta de 15 municipios, siendo ellos:

Jutiapa	El Adelanto
El Progreso	Zapotitán
Quesada	Jeréz
Jalpatagua	Ateseoctempa
Asunción Mita	Santa Catarina Mita
Comapa	San José Acatempa
Conguaco	Yupiltepeque
Agua Blanca	

1/ Ruano A. 1977. El uso del sorgo para consumo humano:

Características y limitaciones. SER/ICTA, Julio 1977, 14 pags.

4.2 Tamaño de la muestra:

Tanto por el número de técnicos de la Disciplina de Socioeconomía Rural como el programa de Sorgo que laboran en la subregión VI-1, las cuales son desglosadas entre 10 a 20 encuestas por municipio según importancia del mismo cultivo de sorgo se refiere.

4.3 Elaboración y prueba de boleta:

Se elaborará una boleta que recogerá la información que el estudio requiere; esta boleta se procederá a aprobarla con productores de sorgo para conocer el grado de finalidad o funcionalidad de acuerdo a los objetivos de la investigación.

4.4 Corrida de encuesta, interpretación y análisis de datos:

Antes de correr la encuesta, se procederá a una visita a las Promotorías de DIGESA* de cada municipio a estudiar, esto con el fin de sondear juntamente con el extensionista la zona a muestrear dentro de una determinada localidad. Con la información anterior se llevará una boleta por agricultor (seleccionado al azar) que siembra sorgo, con lo cual se busca obtener el criterio general del mismo.

5. RECURSOS

Los recursos necesarios para poder desarrollar el proyecto resumen de la siguiente forma:

- Recursos institucionales:

Dentro de éstos se contará con la participación de cuatro profesionales de ICTA, dos pertenecientes al programa de sorgo y dos que laboran en la disciplina de socioeconomía en la Región VI.

Los técnicos del programa de sorgo apoyarán a los de Socioeconomía, quienes se encargarán del desarrollo de la encuesta y presentación del informe final, así también se contará con la participación de una persona que tendrá a su cargo los trabajos de secretaría.

La movilización a las áreas que abarcará el estudio se hará contando con dos vehículos de cuatro ruedas y una motocicleta, propiedad del ICTA.

Se contará con el asesoramiento del programa de ICRISAT ** en América Latina.

* Dirección General de Servicios Agrícolas.

** El Instituto Internacional para la Investigación de Cultivos para los Trópicos Semi-áridos.

INTRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE VARIETADES DE SORGO DE GRANO PARA CONSUMO HUMANO CON ALTO POTENCIAL DE RENDIMIENTO EN ZONAS SEMI-ÁRIDAS NO APTAS PARA EL CULTIVO DE MAÍZ (Proyecto del Departamento de Desarrollo Científico y Tecnológico de la Secretaría General de la OEA)*

René Claré V.**
Regelio A. Córdova***
Heriberto Coto Amaya
Francisco Magno Rivas
Ismael Antonio Cea
Luis Alonso Castellón
Israel A. Henríquez
Manuel de Jesús Santos.

RESUMEN

Con el objetivo de encontrar variedades de sorgo mejoradas, con grano para el consumo humano y adaptables a los diferentes ambientes críticos de sequía, fertilidad, topografía, se evaluaron en época de postrera de 1984, ocho genotipos por su estabilidad de rendimiento en diecinueve localidades que cubren la variabilidad ambiental del país.

Las variedades E-35-1, ISIAP Dorado y ES-737 fueron superiores en rendimiento, superando al criollo en 30 %, 29 % y 28 % respectivamente.

Las pruebas de "T" de los coeficientes de regresión indican que estas tres variedades responden positivamente a ambientes relativamente favorables y muestran un buen ajuste a la línea de regresión.

* Trabajo presentado en la XXXI Reunión Anual del PCCMCA, del 15-19 de abril de 1985. San Pedro Sula, Honduras, C. A.

** Técnico Coordinador del Programa de Sorgo y Principal dirigente del Proyecto CENTA, San Andrés, El Salvador.

*** Técnicos asistentes en el proyecto. CENTA. San Andrés, El Salvador.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de sorgo en El Salvador, está ocupando el segundo lugar dentro de los granos básicos, después del maíz. Generalmente se siembra en terrenos de pendiente pronunciada y en suelos de baja fertilidad. El grueso de siembra se realiza en la zona nor-oriental del país, donde comunmente azota una canícula (sequía) en el período de lluvia, la cual afecta significativamente al cultivo de maíz; pero el sorgo resiste favorablemente esta canícula. Sin embargo las variedades locales que tradicionalmente se siembran en esta zona son de bajo rendimiento de grano. En tal sentido el presente trabajo trata de buscar una alternativa para mejorar el rendimiento de grano de sorgo bajo siembra al relevo del maíz, evaluando siete nuevas Variedades de sorgo mejorado y una variedad criolla local.

LITERATURA REVISADA

El cultivo de maicillo en El Salvador, en una retrospectiva de 10 años, ha ocupado un segundo lugar dentro de los granos básicos, tanto en superficie cultivada, como en producción de grano (anuario 1983-1984). Sin embargo en los últimos 3 años se ha notado un decremento en la superficie cultivada y rendimiento de grano, posiblemente debido a la situación conflictiva que prevalece en la zona maicillera. Según las últimas estadísticas agropecuarias (anuario 1983-1984), actualmente la región I es donde más sorgo se siembra y la región IV ha quedado en segundo lugar, cuando hace unos pocos años la región IV ha quedado en segundo lugar, cuando hace unos pocos años la región IV era la más importante en este cultivo. La modalidad de siembra es la de asocio con maíz, sin embargo, existe un 30 % de la superficie que se siembra al relevo del maíz (postrera). Para su cultivo se utilizan tierras marginales para otros cultivos y constantemente sufren de períodos cortos de sequía (canícula) que afectan los rendimientos de otros cultivos como el maíz. En esta zona el agricultor utiliza el grano de sorgo para consumo humano (tortillas), como sustituto o mezcla con el maíz.

El fitomejorador, está constantemente enfrentando con el problema de identificar genotipos superiores en base a una evaluación subjetiva. Desafortunadamente este tipo de evaluación no siempre conduce al éxito deseado, debido al enmascaramiento de la herencia por variaciones no heredables (Angeles A. y Oyarbide G. 1978).

Los parámetros de estabilidad, según Marquez S. (1978), constituyen una metodología ampliamente usada para medir la adaptabilidad de las poblaciones genotípicas, tomando en cuenta el rendimiento medio general en todos los ambientes, el coeficiente

de regresión de los rendimientos de cada variedad sobre los ambientes (B_i) y la suma de cuadrados de las desviaciones de regresión, (D^2).

Allard y Bradshaw (1967), citados por Córdoba y Dávila 1977, describen dos formas a través de las cuales una variedad puede exhibir estabilidad: Amortiguamiento poblacional y amortiguamiento individual. La variedad puede estar constituida de varios genotipos cada uno adaptado a un rango de ambiente un tanto diferentes, como también los individuos mismos, puede tener también amortiguamiento, de manera que cada miembro de la población este bien adaptado a un amplio rango de condiciones ambientales. De esta forma, las poblaciones genéticas homogéneas; homocigóticas o heterocigóticas, dependerán obviamente del amortiguamiento individual para tener una producción estable, mientras tanto el amortiguamiento individual como el poblacional podrán estar presentes en poblaciones hereditarias.

Ramírez et al (1983) menciona que es muy común que el comportamiento relativo entre genotipos cambie en distintos ambientes y esto presenta un problema en la determinación de las variedades sobresalientes.

Palomo Gil y Prado (1975), escriben que para tratar de dar solución a estas deficiencias y encontrar la técnica más adecuada para clasificar e identificar a las variedades por su rendimiento y su estabilidad es que diferentes investigadores, a partir de 1959, se avocaron a generar los métodos más adecuados para ello. Estos estudios dieron como resultado a los llamados parámetros de estabilidad desarrollados por Eberhart y Russell (1966), los que con pequeñas modificaciones, han resultado en el mejor método para identificar a variedades estables, variedades que rindan mejor en ambientes desfavorables y variedades que rinden mejor en ambientes buenos; esta clasificación de las variedades es muy importantes por permitir que bajo cualquier condición ambiental, dada de acuerdo con los recursos del productor, reditúe ganancias para el mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron ocho variedades éliticas del programa de sorgo, con antecedentes de evaluaciones de rendimiento y calidad de grano, los cuales se evaluaron a nivel de finca del agricultor.

En este sentido se evaluaron las variedades: SPV-351, SPV-396, E-35-1, ES-737, ES-782, ES-783, ISIAP Dorado y Criollo Corona (local). Las tres primeras variedades son introducciones del ICRISAT, India y el resto de variedades han sido formadas por el Programa Nacional de Sorgo.

El genotipo para altura de planta de estas variedades es de 3, 2 y 1 pares de genes para enanismo. Todos tienen buena calidad de grano. Las ocho variedades se sembraron en 19 localidades que cubren las zonas maicilleras de El Salvador, donde las condiciones de ambiente no son favorables para el cultivo de maíz; la topografía en general de estas localidades es de pendiente pronunciada, pero se han incluido algunos terrenos planos, semi-inclinados y con problemas de canícula (corto período de sequía).

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con 4 repeticiones y 8 tratamientos. El tamaño de la unidad experimental fue de 14.4 m².

Para obtener criterios uniformes, se elaboró un instructivo para el desarrollo de los ensayos en condiciones de finca de agricultor. En la preparación del terreno para la siembra, solo se eliminaron las malezas con aplicación del Herbicida Gramoxone.

La siembra se realizó en 1984, en época postrera (agosto) en la dobla del maíz, con "estaca" o "chuzo", un surco de sorgo al centro de la calle del maíz. Se fertilizó a la siembra con 31.8 kg/ha de fósforo y 25.9 kg/ha de nitrógeno; a los 25 días se aplicó solamente 41 kg/ha de nitrógeno en forma de sulfato de amonio.

Se hizo un análisis de varianza por cada localidad. En base a las medidas de rendimiento de cada variedad en las diferentes localidades, se realizó la prueba de Duncan. El análisis de parámetros de estabilidad se realizó según Eberhart y Russell (1966), de acuerdo a los coeficientes de regresión (B_i) y desviaciones de regresión (S_{di}^2). Estos parámetros se obtuvieron a través de la regresión lineal del promedio de rendimiento de cada genotipo en cada medio ambiente con el índice ambiental (IJ). Utilizando como IJ el promedio de los ocho genotipos en cada ambiente (Finlay y Wilkinson, 1963). El coeficiente de regresión para cada variedad indicó el cambio en rendimiento por unidad de cambio en el índice ambiental y la desviación de regresión, la proporción en que el rendimiento predicho difiere con el rendimiento observado, se consideró una variedad estable cuando, además de tener un buen rendimiento, tiene un coeficiente de regresión $B_i = 1$ y una desviación de regresión $S_{di}^2 = 0$, o sea aquella variedad cuyo rendimiento no varíe en 1 s diferentes localidades. (Carballo 1970).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 aparecen los datos del comportamiento promedio en rendimiento de grano de las ocho variedades en prueba en las 19 localidades diferentes. Las localidades muestran una gran diversidad en cuanto a su índice ambiental, lo que nos indica el amplio rango de variación de medios ambientes en que fueron evaluados las ocho variedades, aún cuando todas estas localidades son representativas de la zona en que es sembrado el sorgo en todo el país. Solamente en 3 localidades todas las variedades tuvieron igual comportamiento estadísticamente y en el resto de variedades tuvieron diferencias altamente significativas. Los coeficientes de variación estuvieron en promedio de 21%, lo cual es bueno bajo condiciones de finca de agricultor y nos indica que los resultados son confiables; solamente en dos localidades el coeficiente se disparó en 59.21 % y 36.13% por esta situación también aparece aumentado el coeficiente promedio.

Con todos los datos del cuadro 1 se realizó el análisis de varianza apropiado para la estimación de los parámetros de estabilidad (cuadro 2), en donde nos muestra una interacción variedad x ambiente altamente significativo.

De acuerdo a los valores de los parámetros de estabilidad $B_i - S_{di}^2$ (cuadro 3) y el rendimiento medio obtenido por las variedades evaluadas, indican que las variedades más rendidoras son: E-35-1, ISIAP Dorado y ES-737.

Aunque las tres variedades son estadísticamente iguales y superiores en rendimiento a las demás, los parámetros de estabilidad considerados indican diferencias en su comportamiento. Para encontrar una interpretación más confiables en dichos parámetros, veamos los resultados en la prueba de "T" para los coeficientes de regresión (cuadro 5) y la prueba de "F" para las desviaciones de regresión (Cuadro 4). En este sentido, la variedad más estable entre las superiores de rendimiento es la ES-737 ya que tiene un coeficiente ($B_i = 1$) y una desviación de regresión $S_{di}^2 = 0$, lo que indica que tiene rendimiento consistente y predecible tanto en ambientes favorables, como desfavorables (figura 1).

La variedad E-35-1, también tiene buenos rendimientos en cualquier ambiente, pero es inconsistente, o sea que algunas veces rendirá más y otras veces menos que la media general en el mismo ambiente. El sorgo ISIAP Dorado, tiene rendimiento consistentes y predecibles lo cual es deseable en la región sorguera del país, pero responde mejor a ambientes relativamente favorables, o sea a ambientes mejores que los otros dos variedades. Aunque al variedad ES-783, no está dentro de las superiores en rendimiento, también es una variedad estable en cuanto a su B_i y S_{di}^2 , sus rendimientos son consistentes en los diferentes ambientes del país (Figura 1).

Según evidencia de Eberhart y Russell (1969) y Joopa et al 1971, mostraron evidencias de la heredabilidad de las desviaciones de regresión, lo cual indica mayor importancia que los coeficientes de regresión. En este aspecto, toman mayor importancia las variedades ISIAP Dorado, ES-737 y ES-783, principalmente las dos primeras porque tienen mejores rendimientos, ya que pueden aprovecharse esta característica y consistencia para incorporarse a otros materiales dentro de los programas de mejoramiento genético. Sobre la variedad E-35-1, también cabe mencionar que resultó tener mejor calidad de grano para consumo humano, pero su grano fue más susceptible al ataque del gorgojo (Sitophilus granarius) y tuvo cierta susceptibilidad al acame, por su mayor altura de planta y el peso de su panoja.

La variedad ES-737, es planta púrpura, y de grano blanco, endosperma cristalino con calidad triple enana menor que el E-35-1 e ISIAP Dorado.

El sorgo ISIAP Dorado, formado por el programa nacional del sorgo de El Salvador, y liberado a nivel comercial, es una planta color bronceado y también triple enana, que lo hace apto para su mecanización, también en grano fue preferido por los agricultores para el consumo humano, tiene buen rendimiento de grano y es consistente, o sea que tiene tendencia a rendir siempre bien, principalmente en ambientes relativamente favorables.

Con respecto a la variedad criolla CORONA, se puede decir que su rendimiento fue afectado por la mosquita del sorgo (Contarina sorghicola) y que bien pudo mostrar niveles mejores. Su característica principal es de darse bien en ambientes pobres, pero los altos desviaciones de regresión hacen inconsistentes sus rendimientos.

CONCLUSIONES

Las variedades E-35-1, ISIAP Dorado y ES-737, fueron superiores estadísticamente en rendimiento de grano.

Las variedades ES-737 y ES-783, fueron las más estables en rendimientos de grano y no mostraron diferencias significativas en sus desviaciones a través de los diferentes ambientes, por lo que tuvieron un buen ajuste al modelo de regresión.

RECOMENDACIONES

- Llevar a ensayos de comprobación de resultados las variedades: E-35-1, ES-737, ES-782, y ES-783, también a nivel de finca y al relevo del maíz.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial merece la Organización de Estados Americanos (O.E.A.), quien auspició la ejecución y desarrollo del presente trabajo.

Gracias a ello, se ha llegado a feliz término en los resultados obtenidos; lo cual contribuirá al fortalecimiento del cultivo de Sorgo en El Salvador y en otros países del área.

CUADRO 1. Rendimiento Promedio en Ton/ha de grano de ocho variedades de Sorgo para coisura humana en 19 localidades. CENTA, El Salvador, 1984 (Postrera).

USO DE PARAMETROS DE ESTABILIDAD PARA 19 LOCALIDADES

BLOQUES AL AZAR, 4 REPETICIONES.

Variedad	Morro Guayman-Go.	Cujuu-Go.	San José	Tras el Cerro	El Pál	San Alfonso	El Zunzal	El Zunzal	Agua Zarca #1	Los Hoyos #1	Los Hoyos #2	Los Hoyos #3	Cuyante	El Llana	Mercedes	Politi	Planes	Mediana	
	2,910	2,837	3,439	2,521	0,906	0,646	1,539	1,774	0,769	2,038	0,760	1,013	0,470	1,435	2,038	2,586	1,626	1,668	
	2,131	2,648	1,795	1,777	1,974	0,762	1,297	0,935	0,881	1,812	1,368	1,602	1,003	1,993	2,475	3,016	0,732	1,653	
	3,780	3,996	4,087	3,493	1,858	1,421	1,621	1,985	2,264	3,465	2,524	1,174	1,720	4,062	2,751	4,790	2,688	2,770	
	3,454	3,617	4,594	3,351	2,147	1,582	2,336	1,268	1,688	3,554	1,636	1,561	1,471	3,231	2,753	4,789	2,468	2,741	
	3,882	3,927	3,734	2,993	2,058	1,316	1,151	2,438	1,306	3,815	2,316	2,408	1,746	3,914	3,712	4,591	2,781	2,719	
	3,329	2,907	4,124	3,234	2,061	1,418	1,998	0,905	1,251	3,355	1,537	1,815	1,315	1,584	3,103	3,999	1,997	2,465	
	3,848	3,983	4,286	3,660	2,521	1,166	1,366	1,671	1,224	3,708	2,408	1,770	1,111	3,798	3,691	3,751	2,381	2,752	
	2,219	3,470	4,113	3,458	1,285	1,305	1,855	0,751	1,660	1,178	0,885	1,229	2,147	1,150	1,503	2,214	0,843	2,127	
	25,553	27,385	30,772	24,487	14,810	9,616	13,163	11,731	10,792	23,927	15,334	16,571	18,004	23,870	11,527	19,739	15,511	18,895	
	3,194	3,423	3,846	3,060	1,851	1,207	1,685	1,466	1,349	2,990	1,916	2,121	1,506	1,908	2,815	3,717	1,931	2,362	
	0,832	1,061	1,484	0,698	-0,571	-1,166	-0,717	-0,891	-1,013	0,628	-0,446	-0,241	-0,856	0,544	0,453	1,355	-0,421		
	15,14	25,37	11,33	19,35	36,19	30,88	59,21	31,43	28,76	9,47	16,09	18,06	29,37	12,06	18,78	13,99	17,93		20

Cuadro 2. Análisis de varianza de parámetros de estabilidad para ocho variedades de sorgo para consumo humano en 19 localidades. Diseño bloques al azar, cuatro repeticiones. El Salvador. 1984.

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	Fc	Ft.	
					5%	1 %
TOTAL	151	171.058				
VARIEDADES (V)	7	31,138	4,44828	19,36**	2.04	2.71
RESIDUAL-AMBIENTES(A)	144	139.920				
V X A						
REGRESIÓN AMB(LINEAL)	1	1.6480				
INTER. VXA(LINEAL)	7	107.018	15.2883	66.52**	2.04	2.71
DESVIACIONES PONDERADAS	136	31.254	0.22981	3.00**	1.32	1.48
SPV-351	17	3.452	0.20306	2.65**	1.69	2.09
SPV-396	17	3.030	0.17824	2.33**	1.69	2.09
E-35-1	17	2.211	0.13006	1.70*	1.69	2.09
ES-737	17	1.487	0.08747	1.14 ^{ns}	1.69	2.09
ES-782	17	3.615	0.21265	2.78**	1.69	2.09
ES-783	17	1,728	0.10165	1.35 ^{ns}	1.69	2.09
ISIAP DORADO	17	1.885	0.11088	1.45 ^{ns}	1.69	2.09
CORONA	17	13.843	0.81429	10.64**	1.69	2.09
ERROR PONDERADO	399		0.07649			

Cuadro 3. Parámetros de estabilidad y Prueba de Duncan para medias de rendimiento de ocho variedades de sorgo para consumo humano en 19 localidades. Diseño bloques al azar, cuatro repeticiones. El Salvador. 1984.

VA	Variedad	Rendimiento	Prueba de Dun _{can} .	Bi. Coef.de Regresión	Sdi ² Desviación de Rcgresión.
3	E-35-1	2.770	a	1.13059 ^{ns}	0.05357*
7	ISIAP DORADO	2.752	a b	1.18190**	0.03439 ^{ns}
4	ES-737	2.741	a b	1.13134 ^{ns}	0.01098 ^{ns}
5	ES-782	2.719	b	1.15529	0.13616
6	ES-783	2.465		1.04259 ^{ns}	0.02516 ^{ns}
8	CRIOLLO(CORONA)	2.127		0.79680	0.73780
1	SPV - 351	1.668		0.87433	0.12657
2	SPV - 396	1.653		0.69819	0.10174

CUADRO 4. Prueba de "F" para desviaciones de regresión (S_{di}^2) de ocho variedades de sorgo para consumo humano en 19 localidades. Diseño bloques al azar, cuatro repeticiones. El Salvador. 1984.

Nº	Variedad	"f" Calculada	5 %	1 %
1	SPV-351	2.65471**	1.69	2.09
2	SPV-396	2.33018**	1.69	2.09
3	E - 35 - 1	1.70034**	1.69	2.09
4	ES - 737	1.14356 ^{ns}	1.69	2.09
5	ES - 782	2.78006**	1.69	2.09
6	ES - 783	1.32889 ^{ns}	1.69	2.09
7	ISIAP DORADO	1.44963 ^{ns}	1.69	2.09
8	CRIOLLO CORONA	10.64576**	1.69	2.09

* significativo
 ** Altamente significativo
 ns No significativo

CUADRO 5. Prueba de "T" para los coeficientes de regresión (B_i) de ocho variedades de sorgo para consumo humano en 19 localidades. El Salvador. 1984.

Nº	Variedad	"T" Calculada	5 %	1 %
1	SPV - 351	-1.01 ^{ns}	1.959	1.644
2	SPV - 396	-2.60**	1.959	1.644
3	E - 35 - 1	1.32 ^{ns}	1.959	1.644
4	ES - 737	1.61 ^{ns}	1.959	1.644
5	ES - 782	1.22 ^{ns}	1.959	1.644
6	ES - 783	0.48 ^{ns}	1.959	1.644
7	ISIAP DORADO	1.98**	1.959	1.644
8	CRIOLLO CORONA	-0.82 ^{ns}	1.959	1.644

** Altamente significativo estadísticamente
 ns No significativo estadísticamente.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- ANUARIO ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS 1983-1984. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Economía Agropecuaria. Parte I: 9-10.
- 2- ÁNGELES A, H.H. y OYARBIDES, G.M. 1978. Estimación de parámetros genéticos, Heterosis, e índices de selección en variedades tropicales de maíz adaptadas a Naylorit. Avances en la Enseñanza y la Investigación. Colegio de Post graduados Chapingo. México p.66
- 3- CARBALLO, C.A. 1970. Comparación de variedades de maíz del bajío y la de Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis M.C. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados.
- 4- CÓRDOVA, H.S. y DAVILA, F.A. 1977. Uso de parámetros de estabilidad para evaluar el comportamiento de variedades criollas de maíz (Zea mays L.), en Chimaltenango. Guatemala. p.5.
- 5- EBERHART, S.A. AND W.A. RUSSELL. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci. 6:36-40
- 6- _____ 1969. Yield and stability for a 10 line diallel of singlecross and double-cross maize hybrids. Crop.Sci. 9:357-361.
- 7- FINLAY, K.W. AND G.N. Wilkinson 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programe. Aust. J. Agr. Res. 14:742-754
- 8- JOPPA L.R., K.L. LEBSOCK AND BUSCH 1971. Yield stability of selected spring whawat cultivars (Triticum aestivum L. en Thell) in the uniform regional nor serlie. 1959 to 1969. Crop. Sci. 11:238-241.
- 9- MÁRQUEZ, S.F., 1978. Selección para parámetros. Avances en La Enseñanza y La Investigación. Colegio de Post graduados, Chapingo, México p.82.
- 10- PALOMO, G.A. y PRADO M.R. 1975. Estimación de los parámetros de estabilidad y su aplicación, en investigación en el cultivo del Algodonero. Comarca Lagunera, CIANE, MEXICO. pag.1
- 11- RAMÍREZ et al 1983. Estabilidad de diez variedades de sorgo granifero CATIE e INTSORMIL, Choloteca, Honduras. pag. 1

EL SORGO EN ALIMENTACION HUMANA*

Ricardo Bressani**

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá(INCAP)

Guatemala, C. A.

* Presentada en la 4a. Reunión Anual de la Comisión Latinoamericana de Investigaciones de Sorgo (CLAIS), llevada a cabo en la ciudad de Guatemala del 28 al 31 de octubre de 1985.

** Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos y Coordinador de la Investigación. INCAP. Apartado Postal 1188, Guatemala, Centro América.

1. INTRODUCCIÓN

El sorgo como alimento para el hombre en América Latina, no tiene la importancia alimentaria y nutricional que tiene en otros países, principalmente en África y en algunos países de Asia. Sin embargo en varias regiones de América Latina y en particular en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, el sorgo es consumido por la población, ya sea solo o mezclado con maíz en la preparación de algunos alimentos principalmente en tortillas (1). Como es de todos conocido, el sorgo se cultiva en la mayor parte de los países Latino Americanos, siendo su uso principal como fuente de calorías y de proteína en la alimentación avícola y porcina. Recientemente, por razones de una mayor producción y disponibilidad del grano y por razones económicas principalmente, se ha creado un interés en utilizar el sorgo para fines de desarrollo de productos alimenticios para el hombre en América Latina. Por consiguiente, es importante conocer el valor nutritivo del grano, sus características físico-químicas, características de aceptabilidad, y el efecto que varios procesos industriales pueden tener sobre su utilización biológica y características funcionales en combinación con otros alimentos.

En este documento se discutirá brevemente los aspectos de composición química del grano, el valor nutritivo de la proteína, los efectos antifisiológicos de los taninos, su valor alimentario en mezclas con otros cereales y leguminosas de grano, y los efectos de procesamiento sobre la calidad nutritiva. Finalmente, se discutirá algunas aplicaciones en productos alimenticios para el hombre.

2. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Los datos de composición química del sorgo son bastante bien conocidos y en términos generales no son muy diferentes a los del maíz. El Cuadro 1 resume algunos datos al respecto, en donde se puede observar que el sorgo contiene en promedio niveles de fibra cruda y de cenizas un poco más elevados que los promedios que se informan para el maíz, conteniendo los dos cereales cantidades similares en los otros nutrientes mayores indicados en el Cuadro (2).

Con respecto a la proteína, el Cuadro 2 presenta información sobre el contenido de aminoácidos esenciales de nuevo en comparación con el maíz, así como también con el arroz y la harina de trigo (3). Para fines de evaluación se utilizó el patrón de referencia de aminoácidos esenciales de FAO/OMS 1973. En todos los cereales resalta la deficiencia en estas proteínas del aminoácido esencial lisina. Investigaciones biológicas han comprobado no solo que lisina es el aminoácido limitante de la calidad de la proteína de estos cereales incluyendo la del sorgo, sino que existen otros aminoácidos limitantes principalmente el triptófano en el maíz (4).

Estas deficiencias son las que controlan la calidad proteínica de estos cereales, que justifica la investigación que se está realizando para corregirlos a través de la selección de líneas que contienen mayor cantidad de lisina en su proteína. Existen varios trabajos de esta naturaleza y el Cuadro 3 muestra un resumen de un estudio hecho sobre 25 variedades de sorgo (2). Como se puede observar la proteína varió entre 8.1 a 12.5%, la lisina de 229 a 145, y el triptofano de 32 a 58 mg/g.N. En la parte inferior del Cuadro se presentan las correlaciones entre proteína y varios aminoácidos esenciales. Como se puede observar la relación entre contenido de proteína y todos los aminoácidos indicados, aunque significativa para lisina, triptofano, isoleucina y treonina. Esto indica como ha sido demostrado muchas veces, que variedades altas en proteína son de peor calidad que las que contienen cantidades bajas de este nutriente, debido a la menor cantidad de lisina por gramo de proteína. La investigación dirigida a encontrar selecciones de mejor calidad nutritiva, ya ha permitido encontrar y desarrollar selecciones con un contenido mayor de lisina como se muestra en el Cuadro 4 para sorgo y maíz (5, 6). Como se puede observar en el Cuadro, existen materiales con un mayor contenido de lisina y la investigación en este campo ha permitido el desarrollo de variedades, como lo es el Nutricia en maíz, que es de mejor calidad proteínica que los materiales comunes. Es interesante indicar que los materiales con mayor contenido de lisina, sea sorgo o maíz, contienen más proteína que los normales. Por otro lado, estos materiales son de endospermo suave que afecta rendimiento. Sin embargo, ha sido factible corregir estos defectos con materiales de endospermo duro y alto rendimiento, pero con alguna pérdida en su calidad nutritiva. Sin embargo, contenido de nutrientes obtenidos por metodologías químicas no necesariamente refleja calidad nutritiva, debido al problema común en alimentos de origen vegetal de la biodisponibilidad de los nutrientes que contiene para el animal. Antes de discutir estos aspectos de valor nutritivo es de interés analizar la composición del componente orgánico de mayor contenido en el sorgo, que es el carbohidrato. La importancia de los carbohidratos no solo es que son el componente que aporta la mayor cantidad de calorías en el grano, sino también porque juegan un papel importante en la funcionalidad del grano para consumo en diferentes alimentos.

El Cuadro 5 presenta alguna información en este sentido (7). Los carbohidratos del sorgo, así como los de los otros cereales, consisten principalmente en almidón y pequeñas cantidades de monosacáridos. El contenido de almidón es variable, influenciado por ambiente y composición genética, con un promedio de 74%. Este almidón está constituido por amilosa, entre 20.0 y 30.0%, y amilopectina, entre 70.0 a 80.0% del contenido de almidón. Existen variedades de sorgo, los cerosos, que contienen un almidón compuesto de 100% de amilopectina, los cuales se han utilizado en el desarrollo de varios productos alimenticios. Las diferencias en cantidad entre el sorgo y el maíz no son mayores o algo que las haga diferentes, más bien posiblemente es la estructura en que se encuentra que intervie

ne en su utilización biológica y valor nutritivo, cuando se somete a diferentes tipos de procesamiento. El grano de sorgo con un endospermo menos vítreo o duro, en el cual los gránulos de almidón están menos empacados, son más susceptibles al ataque enzimático que los granos de sorgo de grano duro, en los cuales los gránulos de almidón están más juntos unos de los otros y rodeados de una matriz proteínica, que si no se rompe y separa, hace que las enzimas no puedan atacarla con eficiencia.

Otro componente importante en el sorgo lo constituyen los taninos. El Cuadro 6 presenta algunos datos del contenido de taninos en sorgo (8). Los granos blancos contienen cantidades más bajas en comparación con los granos de color rojo y los dos menos que los de color café. Esto hace que los granos de color blanco sean de mejor valor nutritivo que los de color café, no por su contenido en aminoácidos, sino por los efectos adversos en digestibilidad y en la utilización metabólica afectada por los taninos. Estos taninos se encuentran en el pericarpio y en la testa del sorgo, los cuales son difíciles de remover aun con procesos mecánicos de molienda como se discutirá más adelante.

3. CALIDAD NUTRITIVA DE LA PROTEÍNA DEL SORGO

La calidad nutritiva de la proteína de un alimento trata de cuantificar en forma biológica el contenido, balance y biodisponibilidad de los aminoácidos esenciales en la proteína del alimento bajo consideración. Existen varias metodologías para medir esta calidad y una de ellas es la conocida como el índice de eficiencia proteína o PER; o la utilización proteínica neta o NPR, que se definen como el aumento en peso en un período determinado por gramo de proteína ingerida.

Algunos resultados representativos de variedades de sorgo recolectados en Choluteca, Honduras se presentan en el Cuadro 7 (9). Los materiales contenían entre 6.5 a 9.4% de proteína y su calidad varió entre 2.15 a 2.64, o sea entre el 53 y el 65% del valor de caseína. La digestibilidad de la proteína varió entre 78.0 a 84.1%. Otros datos se presentan en el Cuadro 8 (9) en donde también se incluyeron datos sobre maíz. Como se puede notar existe variación entre los valores de sorgo, así como en los valores de maíz, sin embargo, se puede concluir que la calidad de la proteína del sorgo es ligeramente inferior a la del maíz. En cualquier caso, lo importante es que existen diferencias que bien podrían utilizarse para introducir materiales de mejor utilización biológica. En este Cuadro se observa con toda claridad el efecto que sobre calidad proteínica tiene un mayor contenido de lisina para el caso del maíz. Un efecto similar se encuentra también en el caso del sorgo, aunque el efecto no es tan marcado. El Cuadro 9 (9) resume unos datos al respecto. Como se puede observar, los materiales con un mayor contenido de lisina tienen un valor proteínico superior a los materiales normales, tanto en PER como en NPR. La última columna muestra la digestibilidad de la proteína, la cual no es diferente entre los cultivares con más o menos lisina. La

digestibilidad de la proteína del sorgo ha sido un aspecto controversial, ya que resultados en humanos han dado datos sumamente bajos. Esta información se resume en el Cuadro 10 (10). Como se puede observar, los valores fluctúan entre 35.0 a 54.0%, significativamente menores a los informados para trigo, arroz y maíz, también determinados en seres humanos. Más aún, los valores en los niños son también muy diferentes a los informados en ratas para las mismas selecciones de sorgo. A la fecha no ha habido una explicación clara de estas observaciones.

Esta baja digestibilidad y calidad de proteína es pero en grano de variedades de sorgo que contienen taninos. La conclusión de esta información es que la estructura de la matriz proteínica, la de los carbohidratos y la presencia de taninos hacen más difícil el proceso digestivo de hidrólisis efecto que se hace más ruerte en el caso del hombre de acuerdo a resultados de estudios nutricionales en los cuales el sorgo fue usado para alimentar niños. La baja digestibilidad juega un papel muy importante en reducir más la calidad de la proteína de la que en teoría debería tener en base a su contenido de aminoácidos esenciales, en particular lisina. Como ya se indicó, la baja digestibilidad puede ser debida a varios factores entre los cuales la estructura de la proteína y carbohidratos en el grano puede ser importante. Cuando estas estructuras son destruidas se aumentan las posibilidades del ataque de las enzimas digestivas aumentando de esta forma la digestibilidad. Algo de esto se puede observar en los datos del Cuadro 11. Como se puede observar, el grano de sorgo decorticado y extruido, o sea cocido a alta temperatura y corto tiempo, resultó en un producto con una digestibilidad del 81% (11).

Antes de finalizar con esta sección, vale la pena presentar algunos datos sobre el efecto de taninos en calidad de proteína, datos que se describen en el Cuadro 12. Como se puede observar, la presencia de estas sustancias en el grano de sorgo, hacen que su calidad nutritiva sea inferior a la de materiales sin taninos (12). Los mecanismos de acción antifisiológica no están bien establecidos todavía, sin embargo, se puede decir con toda seguridad que estas sustancias reducen la digestibilidad de la proteína inhibiendo las enzimas digestivas, así como también por reacciones entre los taninos, con las proteínas del grano de sorgo. Se ha visto también un efecto metabólico todavía no bien definido.

Algunos investigadores han hecho esfuerzos para detoxificar el sorgo que contiene taninos y aparentemente un tratamiento alcalino con amoníaco parece tener algunas posibilidades. El Cuadro 13 resume algunos datos al respecto (12.13). En este estudio dos muestras de sorgo, una con un alto contenido de taninos y la otra con niveles bajos fueron tratadas con amonía y amoníaco. Se puede observar que el tratamiento químico redujo el nivel de taninos en un 48 y 72% respectivamente. Esto se tradujo en un mayor aumento en peso así como en una mejor conversión alimentaria. Estos efectos no se detectaron con el sorgo sin polifenoles condensados tratado con los mismos reactivos químicos, demostrando el efecto favorable de este tratamiento. Sin

embargo, es dudoso que un sistema con el indicado sea práctico y aceptado para el uso del sorgo como alimento para seres humanos.

4. SUPLEMENTACIÓN/COMPLEMENTACIÓN PROTEÍNICAS

A pesar de que los usos actuales del sorgo en América Latina en general para fines de alimentación humana son pocos, existe interés en encontrarle aplicaciones en este rubro, además del uso como componente en raciones para aves, cerdos y otros animales. Una de las posibles aplicaciones es como sustituto parcial y/o total de otros cereales, siendo uno de los más comunes y de hecho practicado en la actualidad en la preparación de tortillas. Asimismo, puede ser utilizado como sustituto del trigo y del arroz. Sin embargo, es importante conocer cuál puede ser el efecto nutricional, así como el efecto de funcionalidad, junto con las implicaciones económicas.

La Figura 1 resume los datos de calidad proteínica entre maíz, con el sorgo. En estos estudios, la cantidad de proteína del maíz, fue sustituida proporcionalmente por proteína de sorgo. Los datos claramente indican que a mayor cantidad de proteína de sorgo, menor es la calidad del producto, tanto en base al aumento en peso como al índice de calidad proteínica. Aunque desde el punto de vista económico la sustitución parcial o total podría ser atractiva, nutricionalmente no existe ninguna ventaja. Más detalle del valor nutricional de mezclas de maíz y sorgo asociadas al procesamiento para preparar tortilla se muestran en el Cuadro 14. Como ya fue demostrado, tanto en crudo como en tortilla, conforme la cantidad de sorgo aumenta en la mezcla, más cae la calidad nutricional del producto.

Lo anterior no ocurre cuando el sorgo se mezcla con frijol y como se observa en la Figura 2, existe una complementación proteínica entre estos dos alimentos que se debe a la contribución de lisina del frijol al sorgo y éste proporciona metionina a la mezcla. La mezcla óptima es aquella formada por 79% de sorgo y 21% de frijol. Este tipo de resultado es el que podría ser útil en la utilización del sorgo en el desarrollo de productos para consumo del hombre. Mezclas de este cereal con leguminosas dan productos de alto valor nutritivo, los cuales podrían, entonces, ser utilizados para sustituir otros cereales en la preparación de alimentos. El Cuadro 15 resume algunos datos del efecto suplementario de la soya al sorgo. En este caso se emplearon 8 y 12% de soya íntegra, con 92 y 88% de sorgo y como se puede apreciar, el incremento en calidad nutritiva es significativo. Obviamente esto también puede lograrse con leche y otros alimentos de alto valor nutritivo. Existen muchos ejemplos más que demuestran lo ya indicado. En este último Cuadro se muestra también el efecto del proceso de extrusión sobre la calidad nutritiva del sorgo, incrementando tanto el aumento en peso de los animales como el PER. Esto sugiere que este proceso aumenta posiblemente la biodisponibilidad de los nutrientes del sorgo. Como se recordará, lo mismo se informó en cuanto a la digestibilidad de la proteína.

5. PROCESOS QUE SE HAN USADO O SE ESTÁN DESARROLLANDO PARA LA UTILIZACIÓN DEL SORGO

Los procesos que se están estudiando pretenden, primero, eliminar los taninos de las variedades que los puedan contener; segundo, eliminar la cáscara o testa que interfiere en el desarrollo de productos, y tercero, lograr mejorar la calidad nutritiva del sorgo. Se podría indicar que existen dos tendencias en la actualidad para utilizar el sorgo en alimentación humana. Una de ellas es la de ampliar su uso en los alimentos tradicionales y autóctonos de las poblaciones que consumen sorgo. La otra tendencia es la de procesar el grano de sorgo para producir productos intermedios para aplicaciones diferentes a las autóctonas. Independientemente del uso que se le desee dar, se ha hecho evidente la necesidad de introducir en los programas de mejoramiento genético del sorgo, aspectos de calidad de grano, ya que los productos alimentarios a base de sorgo requieren características específicas, tanto físicas como químicas, que se comporten en forma adecuada a los diferentes tipos de procesamiento que se emplean para producir diferentes alimentos. Por ejemplo, para producir tortillas aceptables al consumidor es necesario utilizar selecciones de sorgo sin testa, con una textura intermedia, un pericarpio sin color y sin polifenoles. Se ha logrado bastante progreso en el proceso de definir la calidad de grano de sorgo para los diferentes productos alimentarios que se consumen de este cereal. El Cuadro 16 presenta ocho procesos básicos que se emplean en la utilización del sorgo (14, 15) para la preparación de alimentos autóctonos. Como se puede observar el número de productos son diversos con algunas diferencias en los procesos para transformar el grano en el producto deseado. Esta diversidad de productos y de otros no en la lista, han sugerido la necesidad de definir calidad de grano y la de introducir el concepto en los programas de mejoramiento genético de este cereal. El Cuadro 17 presenta algunas de las características que definen calidad de grano, que incluye la misma estructura del grano, así como algunas pruebas físico-químicas que se han demostrado estar asociadas a la clase de producto que se desea producir o consumir. Estas mismas características son aplicables en la utilización del sorgo como producto intermedio en la elaboración de alimentos no autóctonos. A diferencia del poco uso del sorgo en América Latina, en los países africanos se emplean varios tipos de procesamiento que se presentan en la Figura 3. Los métodos se pueden clasificar en procesos húmedos y procesos secos (16). Existen dos alternativas en el proceso húmedo, una de las cuales después de moler el grano con agua se deja fermentar por 43 horas para dar un producto similar al Posol de maíznixtamalizado preparado por los Aztecas y Mayas. Información reciente indica que este proceso eleva los niveles de vitaminas del complejo B en el producto, y aumenta la calidad de la proteína debido a que la bacteria que indujo la fermentación contiene proteínas que son ricas en lisina (16). En la segunda alternativa el sorgo se deja que germine, lo que causa que el sistema enzimático degrada los almidones y parte de la proteína, dando como resultado un producto posiblemente más digerible. Sin em

bargo, información reciente indica que durante la germinación se produce ácido cianhídrico (17), compuesto de alta toxicidad que puede causar problemas de salud en los consumidores, como sería por ejemplo daño a los nervios y bocio.

Los métodos secos presentan dos alternativas de procesamiento. En un caso el grano es tostado y luego molido, proceso similar al que se le aplica al maíz para producir pinol. Este proceso da origen a un sabor agradable pero reduce el valor proteínico pobre del sorgo aún más. Finalmente, está la molienda en seco, que da origen a dos productos, uno de los cuales es una harina y el otro granos quebrados de pequeño tamaño principalmente de la región dura del grano.

En los países en donde se utiliza el sorgo para fines alimentarios emplean un proceso húmedo con la adición de hidróxido de calcio seguido de un proceso similar al que se describe en la Figura 4. Este proceso es el que comúnmente se utiliza para preparar tortillas de maíz y aunque el sorgo puede transformarse en un producto similar, la tortilla desarrolla un color gris claro. Los efectos de este proceso ya fueron presentados, por lo cual ya no se discutirá más sobre ello.

El proceso de molienda para remover taninos y producir una materia prima que permita ser utilizada en los productos anteriormente mencionados es una alternativa que se está estudiando. Como un ejemplo se presenta la Figura 5, la cual muestra que es posible reducir los niveles de taninos utilizando un molino descascarador, el cual remueve las capas externas del sorgo con lo cual se logra reducir el nivel de taninos significativamente (18). Otro proceso que se ha estado utilizando recientemente es una combinación de descascarado seguido de extrusión. Con el descascarado se logra una disminución de taninos como ya fuera indicado y parece que el proceso de extrusión reduce también el contenido de estas sustancias. La Figura 6 muestra las hojuelas que se obtienen del extrusor. En este caso, se procesaron 3 muestras, una de 100% de sorgo descascarado, otra con 8% de soya descascarada y 92% de sorgo sin cáscara y la tercera de 12% de soya y 88% de sorgo. Los productos del extrusor podrían constituir "snacks" nutritivos y con una molienda se pueden transformar en harinas. Estas pueden ser utilizadas como atoles, cereales de desayuno y en tortillas, o pueden ser molidas para hacer harinas. En esta forma pueden ser utilizados para la preparación de galletas como se muestra en la Figura 7. Son alimentos bastante aceptables y de alto contenido de nutrientes y de excelente valor nutritivo. Harinas procesadas de sorgo se han utilizado en la elaboración de productos de alto valor nutritivo como la Incaparina (19).

La revisión presentada, representa una pequeña parte de la información disponible y del potencial que puede tener el sorgo en alimentación humana. Esfuerzos de deben continuar en lograr líneas y variedades de mejor calidad proteínica con mayor contenido de lisina, con mejor calidad de grano y se debe continuar desarrollando tecnologías de procesamiento para darle la clase de uso que ayude a la alimentación y nutrición del hombre en el mundo.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. INCAP. Evaluación Nutricional de la Población de Centro América y Panamá. 1969.
2. Bressani, R. and E. J. Ríos. The Chemical and Essential Amino Acid Composition of Twenty-five Selections of Grain Sorghum. Cereal Chem. 39:50-58, 1962.
3. Orr, M. L. and B. K. Watts. Amino Acid Content of Foods. Home Economics Res. Rep. N° 4. Household Economics Res. Div. Institute of Home Economics. Agric. Res. Service. U.S.D.A. Washington, D. C. 1957.
4. Bressani, R. Amino Acid Supplementation of Cereal Grain Flours, Tested in Children. In: Amino Acid Fortification of Protein Foods. Eds. N. S. Scrimshaw and A. M. Altschul. The MIT Press. Cambridge. Mass. 1969.
5. Hulse, J. H., E. M. Laing and O. E. Pearson. Sorghum and the Millets: Their Composition and Nutritive Value. Academic Press, 1980.
6. Bressani, R. Protein Quality of Opaque-2 Maize in Children. Proc. High Lysine Corn Conference. Eds. E. T. Mertz and O.E. Nelson. Purdue Univ., Lafayette, Indiana. June 21-22, 1966.
7. Rooney, L. W., M. N. Khan and C. F. Earp. The Technology of Sorghum Products. In: Recent Progress in Cereal Chemistry: Cereals for Foods and Beverages. Ed. G. Inglett, Academic Press. New York. 1980.
8. Earp, C. F. J. O. Akingbala, S. H. Ring and L.W. Rooney. Evaluation of several methods to determine tannins in sorghums with Varying Kernel Characteristics. Cereal Chem. 58:234-238, 1981.
9. Bressani, R. and L. G. Elías. Valor Proteínico de 4 Cultivares de Sorgo Cultivados en Choluteca, Honduras. INCAP. Datos no publicados.
10. Maclean, Jr., W. C.; G. López de Romaña, R. P. Placko and G.G. Graham. Protein Quality and Digestibility of Sorghum in Preschool Children: Balance Studies and Plasma Free Amino Acids. J. Nutr. 111:1928-1936, 1981.

11. Maclean, Jr., W.C., G. López de Romaña, A. Gastañaduy and G. G. Graham. The effect of Decortication and Extrusion on the Digestibility of Sorghum by Preschool Children. J. Ntr. 113:2171-2177, 1983.
12. Price, M. L. and L. G. Butler. Detoxification of High Tannin Sorghum Grain. Nutr. Rep. Int. 17:229-236, 1978.
13. Price, M. L., L. G. Butler, J. C. Rogler and W. R. Featherston. Overcoming the Nutritionally Harmful Effects of Tannin in Sorghum Grain by Treatment with Inexpensive Chemicals. J. Agr. & Food Chem. 27:441-445, 1979.
14. Vogel, S. and M. Graham. Sorghum and Millet: Food Production and Use. International Development Research Centre Publication. IDRC - 123e, 1979.
15. Rooney, L. W., and D. S. Murty. Evaluation of Sorghum Food Quality. ICRISAT. Sorghum in the Eighties: Proc. Int. Symp. on Sorghum. 2-7 Nov. 81. Patancheru, A.P. India. ICRISAT.
16. Olatunji, O., I. A. Akinrele, C. C. Edwards and O. A. Koleoso. Sorghum and Millet Processing and Uses in Nigeria. Cereal Foods World. 27:277-280, 1982.
17. Panasiuk, O., and D. D. Bills. Cyanide Content of Sorghum Sprouts. J. Food Sci. 49:791-793, 1984.
18. Gutiérrez, R. y M. H. Gómez. Descascarado de sorgo por vía seca: métodos continuo y discontinuo. Archivos Latino Americanos de Nutrición (Aceptado para publicación).
19. Bressani, R., L. G. Elías and N. S. Scrimshaw. All-Vegetable Protein Mixtures for Human Feeding. VIII. Biological Testing of INCAP Vegetable Mixture Nine in Rats. J. Food Sci. 27:203-209, 1962.

CUADRO 1

COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL (%). PROMEDIO DE 25 SELECCIONES DE SORGO BLANCO

	Sorgo*	Maíz
Humedad	14.0	14.0
Proteína	9.4	9.1
Extracto etéreo	3.4	4.1
Fibra Cruda	2.6	1.7
Cenizas	2.6	1.3
Carbohidratos	68.0	69.8

* Bressani y Ríos, 1962.

CUADRO 2

contenido de aminoácidos ESENCIALES EN ALGUNOS CEREALES (mg/g N)

Aminoácido	Sorgo	Maíz	Arroz	Harina Trigo	Patrón FAO/WHO 73
Triptofano	70	38	64	70	60
Treonina	224	249	233	164	250
Isoleucina	340	289	279	262	250
Leucina	1004	810	513	439	440
Lisina	170	180	235	130	340
Metionina	108	116	107	75	-
Cistina	104	81	81	114	-
Total Azufrados	212	197	186	189	220
Fenilalanina	311	284	299	313	-
Tirosina	172	382	272	195	-
Total Aromáticos	483	666	571	508	380
Valina	357	319	416	246	310
Arginina	237	220	343	253	-
Histidina	120	129	100	114	-

Orr & Watt, 1957:

CUADRO 3

VARIABILIDAD GENÉTICA EN PROTEÍNA, LISINA Y TRIPTOFANO EN 25 SELECCIONES DE SORGO Y CORRELACIONES ENTRE ALGUNOS NUTRIENTES

	Máximo	Mínimo	Promedio
Proteína, %	12.5	8.1	9.4
Lisina, mg/g N	229	145	184
Triptofano, mg/g N	58	32	44
Proteína y Lisina	r = -0.7399**		
Proteína y Triptofano	r = -0.6519**		
Proteína e Isoleucina	r = -0.5366**		
Proteína y Leucina	r = -0.3449		
Proteína y Metionina	r = -0.2670		
Proteína y Treonina	r = -0.6519**		

Bressani y Ríos, 1962.

CUADRO 4

CONTENIDO DE PROTEÍNA Y LISINA EN SELECCIONES DE SORGO Y MAÍZ DE ALTO VALOR NUTRITIVO

	Proteína %	Lisina mg/g N	Leucina mg/g N	Triptofano mg/g N
Sorgo*				
IS 11167	15.70	208	747	-
IS 11758	17.20	196	839	-
Normal	12.70	128	892	-
Maíz**				
Opano-2	10.25	282	-	94
Normal	7.25	225	-	39

* Hulse

** Bressani

CUADRO 5

CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS EN SORGO

	Promedio	Rango
Extracto Libre de Nitrógeno	71.8	68.4 - 74.5
	79.2	65.3 - 85.3
	71.5	67.0 - 75.2
Amilosa en Almidón	-	20.0 - 30.0
Amilopectina en Almidón	-	70.0 - 80.0

Rooney, Khan & Earp. 1980.

CUADRO 6

CONTENIDO DE POLIFENOLES EN 21 CULTIVARES DE SORGO

Color del Pericarpio (Fenotipo)	Equivalente de Catequina	
	Vainillín - HCl	
	Promedio	Rango
Blanco	0.09	0.05 - 0.15
Rojo	0.16	0.08 - 0.24
Amarillo Limón	0.10	-
Café	2.68	1.12 - 7.45

Earp et al. 1981.

CUADRO 7

CONTENIDO Y CALIDAD PROTEÍNICA DE CUATRO MUESTRAS DE SORGO DE CHOLUTECA, HONDURAS

Muestra	Proteína %	NPR	Digestibilidad Aparente de la proteína %
Sureño GTW 210	8.6	2.63	78.0
Dorado	9.3	2.15	84.1
Catracho	6.5	2.64	80.0
Tortillero	9.4	2.61	80.5
Caseína	-	4.06	94.4

CUADRO 8

VALOR PROTEÍNICÓ DE SELECCIONES DE SORGO Y MAÍZ

Cereal	Lisina		PER	% del vaor de Caseína.
	g/16 g N	mg/g N		
Maíz 4855	4.5	281	2.83	84.7
Maíz 4856	4.4	275	2.90	86.8
Caseína	8.6	-	3.34	100.0

Maíz 4857	4.7	294	2.84	85.0
Sorgo IS-8165	2.3	144	0.71	21.2
Sorgo 025042-1	2.5	156	0.97	29.0
Caseína	8.6	-	3.34	100.0

Maíz común	-	-	1.51	59.9
Sorgo común	-	-	0.86	34.0
Caseína	-	-	2.52	100.0

Maíz	-	-	2.42 (NPR)	63.8
Sorgo común	-	-	2.14 (NPR)	56.5
Caseína	-	-	3.79 (NPR)	100.0

CUADRO 9

CALIDAD PROTEÍNICÓ DE SELECCIONES DE SORGO NORMAL Y SORGO OPACO

Muestra	PER	NPR	AD, %
Sorgo 11758 A (Lisina alta)	1.65	2.86	81.1
Sorgo 11758 B	1.69	2.85	80.9
Sorgo 954063 A (normal)	0.63	1.88	86.2
Sorgo 954063 B	0.52	1.91	85.3
Sorgo 721 normal A	0.71	1.96	85.2
Sorgo 721 normal B	0.88	2.01	88.4
Sorgo 721 opaco A	1.27	2.39	86.3
Sorgo 721 opaco B	1.29	2.48	85.9
Control - Caseína	2.31	3.30	92.3

Bressani & Elías. (Datos no publicados).

CUADRO 10

DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA DE CULTIVARES DE SORGO EN NIÑOS

Fuente de Proteína	n	Absorción de Nitrógeno, %
Caseína	14	51.0 ± 5.0
Sorgo 954114	9	46.0 ± 21.0
954063	5	47.0 ± 16.0
P721-OP9	7	54.0 ± 15.0
IS 11758	5	35.0 ± 13.0
Todos	26	46.0 ± 17.0
Trigo		81.0
Arroz		66.0
Maíz		73.0

Macleán Jr., y Col. 1981.

CUADRO 11

EFFECTO DE DECORTICACIÓN Y EXTRUSIÓN SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA DEL SORGO.

Procesamiento de la muestra	Número de sujetos	Absorción de Nitrógeno, %	Referencia
Grano entero molido	26	46 ± 17	Macleán et al. 1981
G Grano decorticado y Extruido	9	81 ± 4	Macleán et al. 1983

CUADRO 12

EFFECTO DE TANINOS EN SORGO SOBRE SU VALOR NUTRITIVO EVALUADO EN POLLOS

Sorgo	Datos de 3 semanas			
	Aumento en peso, g	Eficiencia Alimenticia*	Piernas cornetas %	Contenido de taninos g %
BR-54	253	2.15	23.5	2.6
Savannah III	183	2.32	25.0	2.5
RS-610	250	1.87	3.6	0

* Alimento/Aumento
Price & col. 1979.

CUADRO 13

EFFECTO DE DETOXIFICACIÓN DE SORGO CON ALTO CONTENIDO DE TANINOS

Sorgo	Tratamiento	Destrucción de taninos %	Aumento en E.E. peso, g	
BR-54 (alto en taninos)	-	0	36	7.1
	NH ₃	48	37	6.2
	NH ₄ OH	72	63	5.1
RS-610 (bajo en taninos)	-	-	58	5.0
	NH ₃	-	43	5.4
	NH ₄ OH	-	49	5.3

Price & Butter, 1978.

CUADRO 14

CALIDAD PROTEÍNICA DE MEZCLAS DE MAÍZ Y SORGO CRUDO Y COMO TORTILLA, COMO PORCIENTO DEL VALOR DE CASEÍNA

Mezcla de Maíz/Sorgo %		Crudo	Tortilla
100	0	63.8	66.0
75	25	59.6	58.3
50	50	53.6	59.6
25	75	64.4	63.6
0	100	56.5	55.7

Bressani & Elías. 1985.

CUADRO 15

EFFECTO DE EXTRUSIÓN Y DE SUPLEMENTACIÓN CON SOYA SOBRE EL VALOR PROTEÍNICO DEL SORGO

Muestra	Aumento en peso, g	PER
Sorgo crudo (100%)	31	1.31
Sorgo Extruido (100%) (SE)	63	1.77
SE + 8% Soya Integra Ext.	61	1.88
SE + 12% Soya Integra Ext.	79	2.04
Caseína	133	2.82

Bressani & Elías, 1985.

CUADRO 16

MÉTODOS Y ALIMENTOS PRODUCIDOS DE SORGO.

Método o Proceso	Alimento
Pan sin levadura	- Roti - Tortilla
Pan con levadura	- Injera - Kisra - Dosai
Atol espeso	- To - Tuwe - Ugali - Bogoba Sankati
Atol con vapor	- Couscous - Wowoto - Fideos
Sorgo hervido	- Soru
Snack	- Sorgo reventado
Bebidas alcohólicas	- Burkutu - Eusa - Ting
Bebidas no alcohólicas	- Obushera - Abrey

Vogel & Graham. 1979

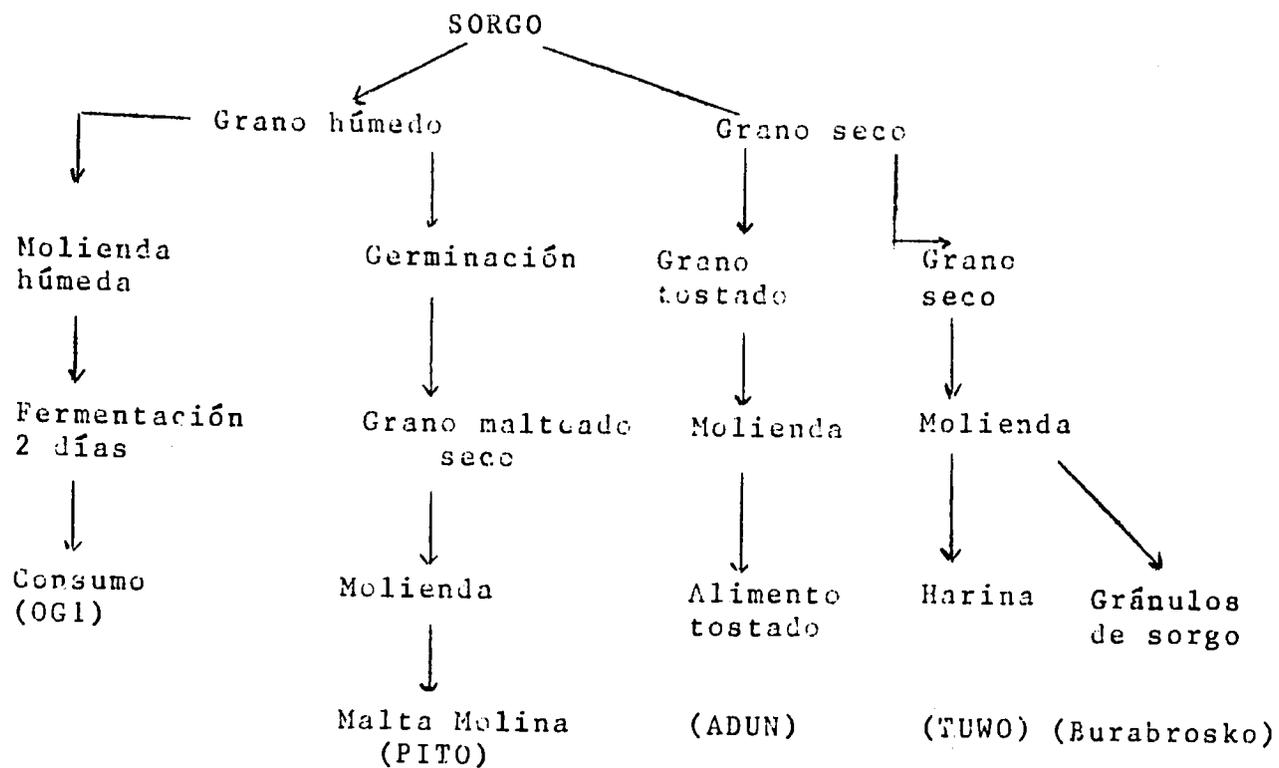
CUADRO 17

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS IMPORTANTES EN EL USO DEL GRANO DE SORGO

1. Estructura del grano
 - 1.1 Forma y Tamaño del grano
 - 1.2 Preparación y naturaleza del endospermo, germen y pericarpio.
 - 1.3 Presencia o ausencia de la testa
 - 1.4 Color del pericarpio
2. Clasificación y pruebas de la Calidad del Sorgo para Alimentos.
 - 2.1 Textura del endospermo y dureza del grano
 - 2.2 Calidad de molienda
 - 2.3 Contenido de amilosa
 - 2.4 Pruebas alcalinas
 - 2.5 Pruebas de gelatinización
 - 2.6 Amilografía - Características de cocción
 - 2.7 Tamaño de partícula
 - 2.8 Absorción y Retención de agua
 - 2.9 Color, sabor, textura y aroma
 - 2.10 Polifenoles ausentes o reducidos

Fig. 3

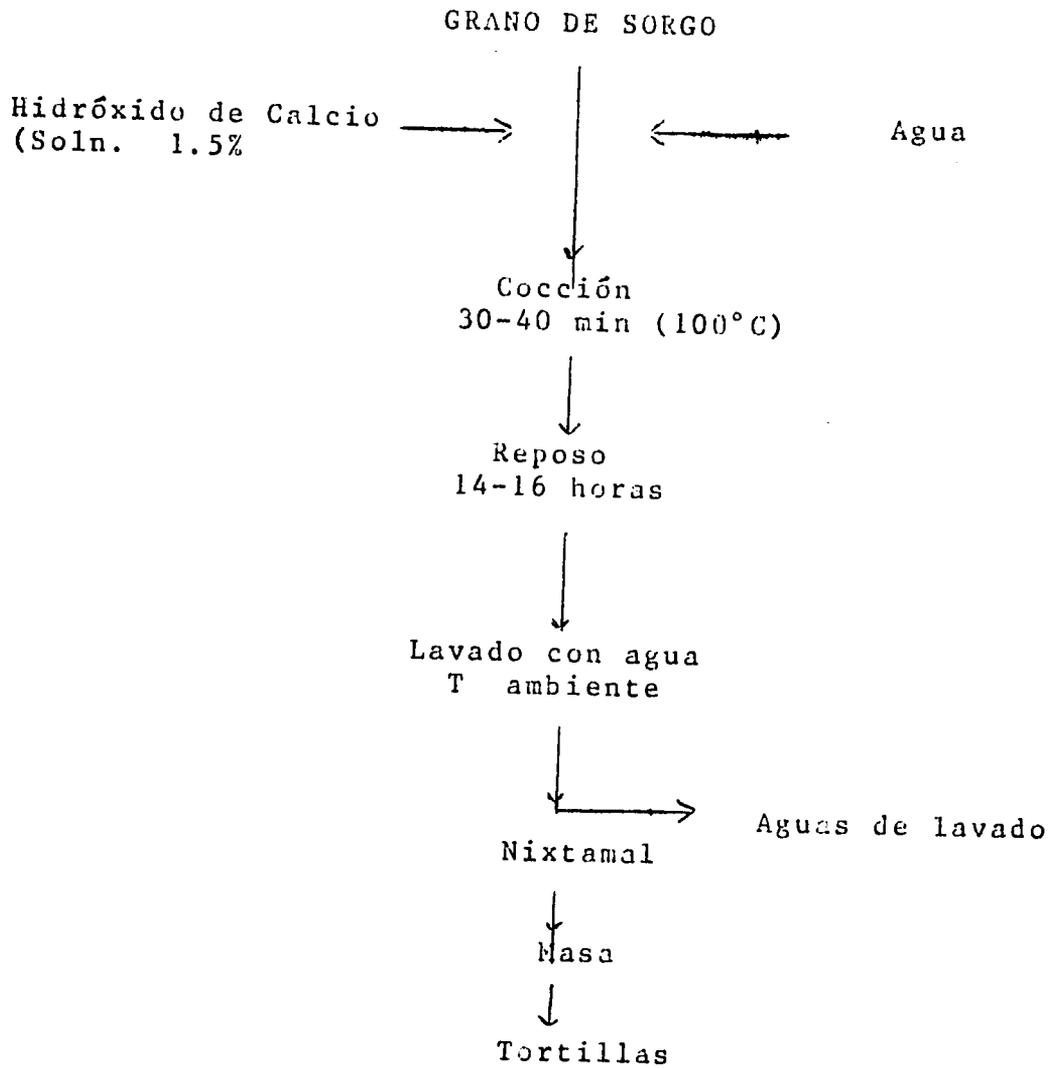
PROCESOS CASEROS PARA LA UTILIZACIÓN DEL SORGO EN NIGERIA



Olatunji et al. 1982.

FIGURA 4

MÉTODO TRADICIONAL PARA COCCINAR EL SORGO Y TRANSFORMARLO EN TORTILLAS



EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA MOSQUITA ROJA Contarinia sorghicola Coq.
DE GERMOPLASMA DE SORGO DEL ICRISAT, INDIA Y DEL CENTA, EL SALVADOR *

Rafael Reyes **
Rodolfo Arévalo Castro
Manuel de Jesús Santos

RESUMEN

Con el objeto de evaluar la resistencia a la Mosquita Roja Contarinia sorghicola Coq. de germoplasma de sorgo introducido y local, se realizaron 2 ensayos en la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo, El Salvador, durante octubre de 1982 a enero de 1983 y de septiembre de 1984 a enero de 1985.

Cada entrada de los materiales de sorgo evaluados tuvo 5 metros de largo, repetidos 1 y 4 veces.

Con 20 días de anticipación se sembraron surcos que sirvieron como fuente de infestación de Mosquitas hacia los sorgos evaluados.

Los datos tomados fueron: número de Mosquitas durante el período de floración en 5 plantas previamente identificadas, días a flor, calificaciones visuales de daño antes de cosechar y otras características agronómicas.

En el primer ensayo, la incidencia y daño de Mosquitas fueron abundantes. AF-28 y TAM-2566 con daños de 83% y 20% respectivamente, fueron los más resistentes. Además, se presentan datos agronómicos de sorgos moderadamente resistentes.

En el segundo ensayo, la incidencia de adultos de Mosquita fue moderada, sin embargo, con respecto al daño, hubo diferencias cuando se compararon con los tratamientos testigo. De las 35 variedades introducidas, 22 fueron resistentes.

Se sugirió su reevaluación.

Las variedades del Programa Nacional de Sorgo del CENTA, fueron todas muy susceptibles.

* Trabajo presentado en la XXXI Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras, 16-19 abril, 1985.

** Ing. Agrónomo. Técnico Entomólogo del Programa de Sorgo.
Perito Agrícola, Técnico Entomólogo y Agrónomo. Técnico Entomólogo respectivamente. Centro Nacional de Tecnología Agrícola, CENTA-MAG. El Salvador.

INTRODUCCIÓN

La Mosquita del Sorgo, Contarinia sorghicola Coq. es una de las plagas de mayor importancia en el cultivo de sorgo. Se ha estimado que en infestaciones severas puede causar pérdidas mayores del 90% en la producción de granos.

En la mayoría de países agrícolas del mundo, tanto fitomejoradores como entomólogos, están tratando la manera de reducir los daños causados por esta plaga empleando diversos medios entre los que sobresale el estudio y uso de las variedades que tengan resistencia a esta plaga. Una vez determinados los materiales que poseen resistencia a Mosquita, este factor es incorporado a otra planta hasta obtener una nueva planta con las cualidades requeridas.

El empleo de variedades resistentes a Mosquita es una alternativa segura y económica para la buena producción de granos, evitándose así el uso de insecticidas y sus efectos colaterales.

En El Salvador se han realizado algunas observaciones y evaluaciones de materiales de sorgo contra las principales plagas. Desafortunadamente no se han obtenido resultados de resistencia a la Mosquita del Sorgo. De tal manera, que el presente estudio sería el primero para determinar la resistencia de Germoplasma introducido de la colección mundial de sorgo del ICRISAT, India y también materiales promisorios del Programa Nacional de Sorgo del CENTA, El Salvador.

LITERATURA REVISADA

Teetes (13) menciona diferentes estrategias en sorgo para la resistencia a insectos. Además, refiere que una planta resistente a insectos posee caracteres heredables los cuales la capacitan a producir más grandes rendimientos y de mejor calidad que otras plantas de la misma especie bajo condiciones iguales de la población de la plaga. Algunas consideraciones relacionadas con la resistencia de las plantas y las plagas discutidas por Teetes (13) son las siguientes: la resistencia es un término muy general de la cual pueden haber grados y de los cuales hay tipos, bases o causas.

La no preferencia es un tipo de resistencia que denota la presencia o ausencia de los caracteres de la planta, los cuales causan que una plaga la utilice menos que una planta susceptible para oviposición, alimento, abrigo o una combinación de los tres.

La tolerancia es un tipo de resistencia en la cual una planta es capaz de soportar o recobrase del daño a pesar de mantener una población de la plaga aproximadamente igual a aquella dañando una planta susceptible.

La antibiosis es un tipo de resistencia que denota algún efecto adverso de la planta. Ejemplo: reducción en la reproducción, reducción en el tamaño, ciclo de vida anormal o aumento en la mortalidad.

Los mecanismos de los sorgos resistentes a Mosquita no son entendidos. Basados en datos de investigación preliminares, las diferencias en oviposición parecen ser el resultado de un diferencial en la respuesta a la preferencia y al temor físico.

La antibiosis parece existir en la resistencia de los sorgos ya que muy pocos adultos emergen de flores que han sido ovipositadas. La antibiosis exhibida puede ser de naturaleza química o mecánica.

Van Huis (14) sostiene que los adultos de Contarinia sorghicola tienen preferencia por ciertas líneas de sorgo cuando la población de Mosquitas es baja; pero cuando es abundante, el grado de preferencia disminuye.

Bowden, citado por Van Huis (14), informa que posiblemente la resistencia de ciertas variedades de sorgo al ser ovipositadas por la Mosquita, radique en la dificultad de ovipositar dentro de las espiguillas por la longitud de éstas y que no se abran normalmente. Además, cita a Johnson (1975) quien explica que el mecanismo de resistencia es supuestamente antibiosis.

Harris (2) establece que aunque la resistencia de campo del grupo de variedades Nunaba (Sorghum membranaceum) de la Costa de Oro ha sido confirmada en Nigeria, los experimentos de Laboratorio sugieren que cuando la Mosquita no es libre para escoger entre variedades resistentes y no resistentes, es capaz de adaptar su comportamiento y ovipositar en las variedades resistentes.

Quinby (10), explica que en Georgia, USA. se busca identificar variedades resistentes a la Mosquita, ya que existe la coistogamia en las especies de sorgo y las espiguillas que no abren pueden generar resistencia a la Mosquita. Sin embargo, este tipo de resistencia no puede usarse en la producción de semilla híbrida.

Jones (5), describe el hallazgo hecho en 1972 por investigadores de Lubbock, Texas, quienes encontraron material genético de sorgo resistente a la Mosquita. Pruebas posteriores confirmaron que líneas convertidas de sorgo exótico portaban la característica recesiva. La transferencia de esta característica a las líneas del progenitor femenino para la producción de híbridos puede requerir de 10 a 15 años de mejoramiento genético intensivo.

Young y Teetes (46) informan que los esfuerzos para identificar hospederos resistentes a Mosquita y para incorporar esta resistencia en los programas de mejoramiento han sido obstaculizados por la falta de técnicas para criar el insecto para usarlo en infestaciones artificiales uniformes sobre variedades de sorgo. Poblaciones segregantes que florecen en tiempos diferentes también presentan dificultades.

En El Salvador, Deras (1) durante 1974-75 evaluó la tolerancia a plagas de 11 materiales de sorgo. No obtuvo resultados con Mosquita del sorgo, solamente informa sobre Cogollero (Spodoptera Laphygma) frugiperda.

Jorwani, Singh y Chaudhari (6) evaluaron 200 líneas de sorgo al ataque por Contarinia sorghicola! El daño fue evaluado una semana antes de la cosecha y en las pruebas preliminares las líneas con un 20% de panojas dañadas fueron seleccionadas como prometedoras. Posteriormente, se encontró que la mayoría del material promisorio pertenecía al grupo Durra.

Rosas García y Randolph (12) evaluaron 124 líneas de sorgo. Los rendimientos estuvieron basados en la semilla cosechada de panojas cubiertas (bolsas de polinización) contra aquellos obtenidos de panojas expuestas al ataque de la mosquita; además de evaluaciones visuales de daño a 10 panojas en base a una escala de 1 a 10; 0= ningún daño; 1=1 a 10%; 2-11=20% . . . 10=91=100%. Las líneas más consistentes en resistencia fueron: SC-175-9, SC-239-14 y SC-423-14.

Wiseman, McMillian y Widstrom (15) informan que la línea de sorgo (Sorghum bicolor (L) Moench) SGIRL-MR-I fue desarrollada conjuntamente por el personal del servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y las Estaciones Agrícolas Experimentales de Georgia. Fue liberada el 1º de diciembre de 1971, como una fuente de resistencia a la Mosquita del Sorgo, Contarinia sorghicola Coquiliet. Esta línea exhibe resistencia del tipo NO preferencia y en las pruebas de campo clasifica como altamente resistente (27% de daño).

Rao y Jorwani (11) sostienen que las líneas IS-1510, IS-3472, IS-4114, IS-5230 y IS-6179 tienen alguna resistencia a Contarinia sorghicola y la línea introducida de Estados Unidos SGIRL-MR-1 es también listada como resistente.

Teetes (13), menciona las líneas con el más alto nivel de resistencia TAM-2566 y IS-12666 o tienen un pericarpio café con una testa pigmentada; pero otras líneas resistentes como IS-2579 (SC-423) y IS-2549 o tienen un pericarpio blanco o transparente sin testa. La más obvia diferencia morfológica entre los tipos resistentes y susceptibles es su gluma pequeña. Todas las líneas identificadas con altos niveles de resistencia son del tipo candatum.

Loera Gallardo (8), evaluó 105 materiales proporcionados por la Universidad de Texas A & M en base a número de Mosquitas emergidas, daño por panoja y rendimiento. Los materiales sobresalientes fueron: 2336, SC0 y 228. Posteriormente, este mismo autor (9) encontró que los mejores materiales fueron Granador y Savanna.

Lara (7), en estudios realizados en Campinas y Jaboticabal, Sao Paulo, Brasil, informa que la variedad AF-28 mostró un considerable grado de resistencia al ataque de Mosquita si se le compara con el híbrido R-1090 que fue también observado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 2 ensayos en la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador durante octubre de 1982 a enero de 1983, y de septiembre de 1984 a enero de 1985.

En el primer ensayo se evaluaron 145 materiales de sorgo; 1 surco de 5 metros de largo por cada entrada (Cuadro 1), además, se evaluó el vivero internacional de Mosquita del Sorgo para 1982 (ISMN-82) 1 surco de 5 metros de largo por cada entrada repetido 4 veces (Cuadro 2). Estos sorgos provienen de la colección mundial que tiene el ICRISAT (Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para los Trópicos Semiáridos).

También se incluyeron sorgos promisorios del CENTA, El Salvador (Cuadro 3).

Se sembraron surcos que sirvieron como fuente de infestación, 20 días antes de sembrar los materiales a evaluar. Se usó una proporción de 4:6 (4 surcos de fuente por 6 surcos a evaluar). La fuente de infestación fue formada por una mezcla manual de semillas de sorgo locales susceptibles a Mosquita y características agronómicas conocidas: ES-55, ES-51B, CENTA S-3, CENTA S-2.

El material evaluado se sembró el 20 de octubre a un distanciamiento de 0.6 metro entre surco, y 0.13 metro entre planta.

En esta área sembrada se hicieron las labores culturales necesarias (control) de plagas del suelo y follaje, fertilización, deshije, limpias, riegos) para asegurar la floración de estas plantas. Se suspendieron las aplicaciones de insecticidas granulados cuando el cultivo se aproximó al período de floración y se marcaron con pintura (Spray paint), 5 plantas por cada entrada.

Los datos tomados fueron: recuento de hembras adultas de Mosquita en las plantas marcadas.

Este recuento diario durante el período de floración, fue realizado de 8.00 a 10:30 por la mañana que es el período de mayor actividad de oviposición. Días al 50% de floración; altura de la planta; tipo de panoja: abierta, semiabierta, semicompacta, y compacta; tamaño de panoja, color del grano, calificación visual del daño producido por Mosquita en todo el surco, antes de cosechar. Se utilizó la escala de 0 a 10 en la que 0=0% de daño, 1=1 a 10%, 2=11 a 20%, 3=21 a 30%. . . , 10=91 a 100% de daño.

Finalmente se dispuso de un pajaritero para minimizar los daños causados por los pájaros y para obtener semilla.

En el ensayo 2, se evaluó el vivero internacional de Mosquita del Sorgo para 1984 (ISMN-84) y líneas promisorios del programa nacional de sorgo del CENTA. Cada entrada consistió de un surco de 5 metros de largo, repetido 4 veces.

La metodología seguida fue similar a la del primer ensayo. La fuente de infestación se sembró el 18 de septiembre de 1984, en una relación de 3:8 (3 surcos de fuente de infestación por cada 8 surcos evaluados).

Los sorgos evaluados se sembraron el 8 de octubre.

La lectura visual de daño se hizo el 4 de enero de 1985.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo 1

En esta evaluación, la incidencia de Mosquitas y el daño producido fueron abundantes. En el recuento del daño producido por la Mosquita, realizado el 6 de enero de 1985 (Cuadro 1) se observa que de 145 materiales, 7 registraron daños menores del 40%. El resto sufrió daños de 50 a 100%, los cuales fueron considerados susceptibles. Entre estos está la variedad Sgirl-MR-1, la cual ha sido reportada como resistente (15). Se sugiere que estos 7 materiales de sorgo moderadamente resistentes sean reevaluados para determinar si el daño registrado es por escape (baja población de Mosquitas en plantas de floración temprana), o por algún mecanismo de resistencia descritos por Teetes (13).

En el Cuadro 2 se observa que 8 variedades de sorgo registraron daños por Mosquita de 8% a 40%. De éstas, la AF-29 y TAM-2566 fueron las más resistentes, lo cual coincide con los resultados reportados por Lara (7) y Teetes (13). Aparentemente, el mecanismo de resistencia de estas 8 variedades, es de no preferencia. Las panojas soportan alta población de Mosquitas, pero la oviposición es limitada.

En el Cuadro 4, se presentan las características agronómicas del germoplasma introducido resistente y moderadamente resistente a Mosquita, las cuales no satisfacen completamente los caracteres agronómicos requeridos por el Programa de sorgo.

El germoplasma del CENTA, resultó muy susceptible a la Mosquita (Cuadro 3). La incidencia de la plaga y el daño producidos fueron bastante serios.

Ensayo 2

En este ensayo, la incidencia de Mosquitas fue moderada en las líneas que florecieron temprano y mayor en las variedades de floración tardía, (Cuadro 5 y 6). La incidencia de la plaga fue grandemente afectada debido a que en esta área de siembra se habían cultivado musáceas en los 3 años anteriores. Esta situación redujo la infestación de Mosquitas provenientes del área experimental (larvas en diapausa durante los años anteriores, que se convierten en adultos).

Para futuros ensayos, se sugiere que en el área a sembrar, se haya cultivado sorgo por lo menos durante los últimos 3 años.

Según las condiciones de este ensayo, en el Cuadro 5, las variedades IS-61 y los testigos CSH-1 y SWARNA fueron susceptibles. Los 22 materiales restantes fueron resistentes. Los daños sufridos por sorgos de floración precoz: CSH-1 (Cuadro 5) y EHVT-80, SPV-396 (Cuadro 6) apoyan estos resultados. Sin embargo, hay que comparar estos resultados, con el resto de ensayos internacionales (ISMN-84) distribuidos por ICRISTAT.

Las líneas PM-6787-2, IS-21873 presentaron daños serios en las 4 repeticiones, ocasionados por chinches que se alimentaron del grano en maduración. PM-7032, PM-7104 y PM-7328-2 con daños en una repetición.

El germoplasma del CENTA (Cuadro 6), tanto las líneas mejoradas como las criollas, fue muy susceptible. A la lista de líneas criollas susceptibles, hay que agregar los sorgos criollos Corona y Cubano, los cuales no produjeron granos debido a la Mosquita. Estos datos son resultado de otro ensayo realizado en la Hacienda Nuevo Mejico, Sonsonate, durante 1984.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del germoplasma introducido: ICRISAT, India.

- AF-28 y TAM-2566, fueron las más resistentes a Mosquita, DJ-6514, IS-12666C, IS-14775, PM-9020, PM-7348, IS-8264 y IS-12664 fueron moderadamente resistentes.
IS-12573, MRT-1175, MRT-1152, MRT-1145, MRT-1159 y MRT-1172 se recomienda que sean reevaluadas.
- La mayoría de líneas del vivero internacional de Mosquita del Sorgo (ISMN-84) fueron resistentes. Se recomienda comparar estos datos con los obtenidos en el resto de ensayos internacionales de ICRISAT.

Del germoplasma local: CENTA, El Salvador.

- Todo el germoplasma evaluado fue muy susceptible a la Mosquita. Se recomienda iniciar programa de mejoramiento genético para producir variedades resistentes a esta plaga.

Cuadro 1. Evaluación de resistencia a la Mosquita de Sorgo Contarinia sorghicola Coq. Estación Agrícola Experimental de Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador, de oct/1982 a enero/1983

Nº de Entrada	Descripción	Incidencia de Mosquitas en 5 panojas en floración (\bar{X})	Calicifación visual de daño (%)	Días a 50% de floración
1	IS-12573	0.2	10.0	47
2	MRT-1175	3.2	20.0	59
3	IS-12664	10.2	30.0	58
4	MRT-1152	3.2	30.0	58
5	MRT-1145	8.6	40.0	57
6	MRT-1159	13.4	40.0	59
7	?RT-1172	4.4	40.0	60
8	IS-18830	8.5	50.0	47
9	MRT-1110-2	27.4	50.0	61
10	MRT-1148	22.5	50.0	62
11	TAM-2566 Pedegree	6.6	50.0	60
12	MRJ-1079	12.2	50.0	59
13	MRT-1109-1	11.7	50.0	70
14	SGIRL-MR-1	6.2	50.0	47
15	MRT-1124	12.9	50.0	60
16	MRJ-1086-1	17.8	50.0	55
17	MRT-1074	11.4	60.0	60
18	MRT-1157	18.9	60.0	58
19	MRT-1131-1	15.2	70.0	64
20	MRT-1058	5.3	70.0	58
21	MRT-1100	19.4	70.0	57
22	IS-2579	7.2	70.0	58
23	MRT-1069	22.6	70.0	55
24	MRT-1144	13.3	80.0	57
25	MRT-1168	13.1	80.0	60
26	MRT-1143	8.4	80.0	59
27	MRT-1086-2	14.7	80.0	57
28	MRT-1115	22.0	80.0	53
29	MRT-1163	18.2	80.0	57
30	MR-11	16.9	80.0	58
31	MRT-1075	22.2	80.0	58
32	MRJ-1076	9.0	80.0	53
33	MRT-1154	13.1	80.0	58
34	MRT-1098	11.6	90.0	56
35	MRT-1176	15.3	90.0	63
36	MRJ-1076	36.5	90.0	52
37	MRT-1099	15.2	90.0	59
38	MRT-1114	20.4	90.0	62
39	MRT-1122	11.8	90.0	59
40	MRT-1167	8.5	90.0	55

Continuación Cuadro 1.

Nº de Entrada	Descripción	Incidencia de Mosquitas en 5 panojas en floración (\bar{X})	Calificación visual de daño (%)	Días a 50% de floración
41	MRT-1156	15.8	90.0	55
42	MRT-1125	9.3	90.0	62
43	MRJ-1081-2	9.7	90.0	57
44	MRT-1055	15.1	90.0	56
45	MRT-1170	6.7	90.0	59
46	MRJ-1094	11.8	90.0	59
47	MRT-1097	15.6	90.0	57
48	MRT-1169	15.6	90.0	59
49	MRJ-1087	31.4	90.0	55
50	DJ-6514 Pedegree	33.1	90.0	55
51	MRT-1171	27.9	90.0	57
52	MRJ-1090-2	5.7	90.0	61
53	MRT-1173-2	7.0	90.0	59
54	IS-2816	9.3	90.0	52
55	MRJ-1084	10.8	90.0	57
56	MRT-1165	12.9	90.0	52
57	MRT-1158	12.6	90.0	55
58	MRJ-1083-1	11.2	90.0	55
59	MRJ-1082-2	24.9	90.0	55
60	MRJ-1109-2	20.6	90.0	49
61	MRT-1073	39.8	90.0	54
62	MRT-1130-1	32.5	90.0	55
63	MRT-1064	8.0	90.0	60
64	MRT-1105	25.1	90.0	59
65	MRJ-1078	17.1	100.0	54
66	MRT-1136-2	20.7	100.0	52
67	MRT-1165	21.8	100.0	54
68	MRT-1111-3	20.5	100.0	53
69	MRT-1174	8.2	100.0	60
70	MRT-1065-2	16.0	100.0	52
71	MRT-1057	24.4	100.0	54
72	IS-3574	13.8	100.0	52
73	MRT-1052	11.6	100.0	56
74	MRT-1130-3	14.0	100.0	58
75	MRT-1166	20.4	100.0	52
76	MRT-1070	19.1	100.0	55
77	MRT-1066	20.1	100.0	53
78	MRJ-1093	19.6	100.0	59
79	MRT-1111-1	36.9	100.0	54
80	MRJ-1080-1	28.6	100.0	52
81	MRT-1161	30.1	100.0	49
82	MRT-1137	15.2	100.0	61
83	MRT-1126	10.2	100.0	59
84	MRT-1112	36.8	100.0	57
85	MRT-1128	26.9	100.0	57

Continuación Cuadro 1.

Nº de Entrada	Descripción	Incidencia de Mosquitas en 5 panojas en floración (\bar{X})	Calificación visual de daño (%)	Días a 50% de floración
86	MRT-1140	23.8	100.0	55
87	MRT-1130-1	40.8	100.0	56
88	MRJ-1090-1	38.9	100.0	55
89	MRJ-1095	19.3	100.0	59
90	MRT-1127-2	25.4	100.0	57
91	MRJ-1080-2	24.6	100.0	55
92	MRT-1177-2	23.4	100.0	54
93	MRT-1138	8.8	100.0	57
94	MRT-1067	25.2	100.0	54
95	MRT-1111-2	16.7	100.0	52
96	MRT-1071	18.9	100.0	54
97	MRJ-1081-1	22.0	100.0	54
98	MRT-1134-1	15.0	100.0	54
99	MRT-1068-1	8.5	100.0	59
100	MRT-1101	9.2	100.0	59
101	MRT-1127-1	25.5	100.0	51
102	MRT-1068-2	13.5	100.0	57
103	MRT-1096.1	14.6	100.0	56
104	MRT-1132-2	15.5	100.0	53
105	MRT-1136-4	10.5	100.0	55
106	MRT-1056	7.1	100.0	54
107	MRT-1150	7.2	100.0	59
108	MRT-1113	10.4	100.0	50
109	MRT-1096-2	17.5	100.0	51
110	MRT-1147	11.7	100.0	53
111	MRT-1153-1	21.4	100.0	55
112	MRT-1149	9.7	100.0	58
113	MRJ-1085	13.1	100.0	52
114	MRT-1164	18.8	100.0	53
115	MRT-1134 3	19.2	100.0	55
116	MRT-1132-1	12.9	100.0	57
117	MRT-1153-2	21.5	100.0	55
118	MRJ-1082-2	24.4	100.0	55
119	MRT-1160	10.5	100.0	54
120	MRJ-1092	16.4	100.0	62
121	MRT-1134-2	33.9	100.0	52
122	MRT-1173-1	28.8	100.0	57
123	MRT-1131-2	29.0	100.0	53
124	MRT-1106	30.7	100.0	53
125	MRT-1130-2	30.3	100.0	54
126	MRT-1060	19.8	100.0	52
127	MRT-1136-3	29.7	100.0	50
128	MRJ-1091	13.2	100.0	59
129	MRT-1116	12.5	100.0	53

Continuación Cuadro 1.

Nº de Entrada	Descripción	Incidencia de Mosquitos en 5 panojas en floración (\bar{X})	Calificación visual de daño (%)	Días a 50% de floración
130	MRT-1053	15.5	100.0	56
131	MRT-1063-1	10.1	100.0	58
132	MRT-1162	15.7	100.0	53
133	MRT-1054	9.2	100.0	58
134	MRT-1110-1	16.8	100.0	68
135	MRT-1177-1	21.9	100.0	53
136	MRT-1136-1	13.2	100.0	56
137	MRT-1146-1	10.8	100.0	58
138	MRT-1130	17.7	100.0	56
139	MRT-1151	7.2	100.0	58
140	MRT-1123	15.1	100.0	59
141	MRT-1141	24.2	100.0	58
142	MRT-1142-2	26.4	100.0	59
143	MRT-1059	15.3	100.0	57
144	MRT-1133	15.7	100.0	51
145	MRJ-1088	25.5	100.0	52

Cuadro 2. Evaluación de resistencia a la Mosquita del Sorgo Contarinia sorghicola Coq. del Vivero internacional de ICRISAT (ISMN-82) Estación Agrícola Experimental de Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador, de octubre/82 a enero de 1983.

Nº	Tratamiento	Número de Mosquitas en 5 panojas en Floración (\bar{X})	Calificación visual de daño (%)	Días a 50% de floración
1	AF-29	9.9	8	57
2	TAM-2566	3.3	20	59
3	IS-14775	7.3	30	53
4	PM-9020	14.9	30	57
5	IS-8264	15.4	35	59
6	IS-12666C	13.2	35	59
7	DJ-6514	13.8	36	54
8	PM-7348	12.1	40	59
9	IS-8544	4.2	50	47
10	PM-6904	10.8	50	55
11	IS-15107	6.9	55	56
12	IS-12664C	11.8	63	59
13	PM-9026	9.2	63	54
14	PM-9033	14.5	65	52
15	PM-9048	13.7	65	55
16	IS-15332	7.5	70	53
17	PM-7347	15.9	73	58
18	IS-7034	15.8	80	51
19	IS-15185	15.7	90	52
20	PM-9006	15.7	98	52
21	PM-7173	18.0	95	56
22	PM-7228	16.0	100	58
23	CSH-1	15.6	100	52
24	CSH-5	16.5	100	59

Cuadro 3. Evaluación de resistencia a Mosquita Roja Centarinia sorghicola Coq., de variedades mejoradas del Programa Nacional de Sorgo, CENTA, Estación Experimental Agrícola de Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador, octubre de 1982 a enero de 1983.

Nº de Entrada	Descripción	Incidencia de Mosquita en 5 panojas en floración (X)	Calificación visual de daño (%)	días al 50% de floración
1	SPV-351	13.6	90.0	60
2	VAR. 9 (SI (ISIAP Dorado)	22.2	90.0	60
3	CENTA S-3	20.1	100.0	62
4	CENTA S-2	20.7	100.0	58
5	M-91019 (Sepon 80)	31.5	100.0	55
6	CENTA S-1	11.9	100.0	57
7	E-35-1	17.4	100.0	58
8	Var. 8	29.6	100.0	61
9	Exp. 23 (Ent. 1012)	13.3	100.0	59
10	A-5008	14.0	100.0	56
11	Exp. 23 (Ent. 1011)	36.3	100.0	65
12	295-B	23.1	100.0	63
13	2077B	14.6	100.0	64
14	D-96088	17.0	100.0	58

Cuadro 4. Datos agronómicos de materiales de sorgo resistentes y moderadamente resistentes a Mosquita. Con daños de 0 a 20% y 21 a 40% respectivamente. Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador, de octubre de 1982 a enero de 1983.

Nº	Materiales de sorgo	Altura de planta (m.)	Panoja		Color de grano
			Tamaño (m.)	Tipo	
<u>Resistentes</u>					
1	AF-28 2/	2.10	0.34	Abierta	Blanco
2	IS-12573 *	1.00	0.13	Semiabierta	Café
3	TAM-2566 2/	0.73	0.19	Semiabierta	Café
4	MRT-1175 *	0.95	0.19	Semiabierta	Blanco
<u>Moderadamente resistentes</u>					
5	IS-12664 1/	0.90	0.18	Semiabierta	Blanco
6	MRT-1152 1/	1.05	0.24	Semiabierta	Blanco
7	IS-14775 2/	1.80	0.11	Compacta	Café
8	PM-9020 2/	1.21	0.17	Semiabierta	Blanco
9	IS-3264 2/	1.56	0.23	Semiabierta	Café
10	IS-12666 2/	0.86	0.18	Semiabierta	Café
11	DJ-6514 2/	1.40	0.20	Semicompacta	Blanco
12	MRT-1145 1/	1.05	0.20	Semiabierta	Blanco
13	PM-7348 2/	0.90	0.24	Semiabierta	Blanco
14	MRT-1159 1/	0.80	0.19	Semiabierta	Blanco
15	MRT-1172 *	1.10	0.10	Semiabierta	Blanco

* Con baja población de Mosquita durante la floración

1/ Sólo una repetición

2/ Repetida cuatro veces

Cuadro 5. Evaluación de resistencia a la Mosquita del sorgo Contarinia sorghicola Coq. en vivero internacional del ICRISAT (SMN-84) Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador, septiembre de 1984 a enero de 1985.

Nº de Entrada	Descripción	Incidencia de Mosquita en 5 panojas en floración (X)	Calificación visual de daño (%)	Días a 50% de floración
1	IS-61	12.1 *	70.0	66
2	IS-2549 C	0.5	7.5	56
3	IS-3461	2.2	0.0	62
4	IS-7005	1.0	0.0	58
5	IS-8571	1.1	0.0	59
6	IS-10712	1.2	0.0	57
7	IS-15017	0.9	2.5	60
8	IS-18733	2.2	10.0	62
9	IS-19512	1.9	0.0	59
10	IS-21973	3.2	7.5	66
11	PM-6751	0.4	0.0	57
12	PM-7032	0.6	5.0	56
13	PM-7061	0.3	7.5	56
14	PM-7104-1	2.6	12.5	64
15	PM-7318-2	0.4	2.5	57
16	PM-7322	0.4	0.0	58
17	PM-7422-2	1.5	2.5	58
18	PM-7526	1.3	0.0	58
19	PM-3787-2	0.5	2.5	60
20	PM-11344	1.5	5.0	58
21	AF-28	1.7	0.0	60
22	TAM-2566	1.8	2.0	61
23	DJ-6514	0.3	0.0	57
24	SWARNA	4.0	97.5	62
25	CSH-1	1.2	82.5	56

* Dato proveniente de 5 plantas/parcela en 4 repeticiones, durante el período de floración.

Cuadro 6. Evaluación de resistencia a Mosquita Roja Contarinia sorghicola Coq. de Sorgos promisorios del Programa Nacional de Sorgo, CENTA, Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador. septiembre 1984 a enero de 1985.

Nº de Entrada	Descripción	Incidencia de Mosquita en 5 panojas en floración (\bar{X})	Calificación visual de daño (%)	Días a 50% de floración
<u>Variedades Mejoradas 1/</u>				
1	SPV-396	2.3	82.5	58
2	ES-737	10.3	90.0	65
3	EHVT-80	1.8	82.5	57
4	SA Nº 26	10.3	100.0	69
5	ES-783	5.9	97.5	66
6	San Miguel Nº 1 <u>2/</u>	7.7	92.5	62
<u>Variedades Criollas 2/</u>				
7	Sapo	6.3	90.0	63
8	Mano de Piedra	7.5	87.5	65
9	Leche	7.5	95.0	63
10	Chilezo	16.6	97.5	70
11	Piña	12.3	82.5	71

1/ Sembradas el 8 de octubre/84

2/ Sembradas el 27 de septiembre/84

BIBLIOGRAFÍA

1. DERAS, F., C. Evaluación preliminar de tolerancia a plagas de doce variedades de sorgo (*Sorghum vulgare*). In XXI Reunión Anual del PCCMCA. 7 al 11 de abril de 1975. San Salvador, El Salvador. pp. 373-375.
2. HARRIS, K.M. The sorghum midge, (*Contarinia sorghicola* Coq.) in Nigeria. In Bibliografía y resúmenes sobre la Mosquita del Sorgo *Contarinia sorghicola* Coq. 1998-1977. SARH-INIA. Rio Bravo, Tam. México. Bibliografía N^o 3. pp. 24-26. 1978.
3. HERNÁNDEZ G, G. Evaluación de sorgos por su resistencia al ataque de la Mosquita *Contarinia sorghicola*. Informe Anual para el MAG, Managua, D.N. Nicaragua. pp. 63-76. 1976.
4. JOHNSON, J.W., ROSENOW, D.T. and TEETES, G.L. Resistance to the sorghum midge in converted exotic sorghum cultivars. *Crop Science*. Vol. 13. p. 754-755. Nov. Dec. 1973.
5. JONES, J.O. Midge resistant grain sorghum discovered at Lubbock. Texas *Agricultural Progress* 20 (2): 14-15. 1974.
6. JOTWANI, M.G., SINGH, S.P. and CHAUDHARI, S. Relative susceptibility of some sorghum lines to midge damage *Contarinia sorghicola*: Dipt., Cecidomyiidae. In investigations on insect pest on Sorghum and Millets (1965-1970) Final Technical Report (New Delhi) Part II. pp. 123-130. 1970.
7. LARA, F.M. Influencia de genotipos de *Sorghum vulgare* Pers., localidad y época de siembra, enemigos naturales e insecticidas sobre *Contarinia sorghicola* (Coq.) 1898 (Diptera-Cecidomyiidae). *Científica* 1 (1): 118. 1974.
8. LOERA GALLARDO, J. Comportamiento de 105 materiales de sorgo respecto al ataque de la Mosquita. Centro de Investigaciones Agrícolas de Tamaulipas. Resultados 74-75 p. 9. 1975.
9. _____. Comportamiento de 15 materiales de sorgo respecto al ataque de la Mosquita, Campo Agrícola Experimental Río Bravo, Tam. Programa de Entomología 1973-74. pp. 6.72-6.82. 1972.
10. QUIMBY, J.R. Sorghum improvement and the genetics of growth. College Station Texas A & M University Press. pp. 85-89. 1974.
11. RAO, N.C.P. and JOTWANI, M.G. Sorghum midge: suitable varietal policy and surveillance essential. *Indian Farming* 24 (9): 9-11. 1974.

12. ROSAS GARCÍA, J.E. and RANDOLPH, N.M. Screening of sorghus lines for resistance to the sorghum midge, Contarinia sorghicola (Coquillet) In International Sorghum workshop. January 7-11. pp. 269-270. 1975.
13. TEETES, G.L. Insect resistance and breeding Strategies in sorghum Proceedings of the 30th Annual Corn and Sorghum Research Conference. pp. 32-48. 1975.
14. VAN HUIS, A. Posibilidades de control integrado de plagas en maíz, sorgo y frijol en Centro América con un ejemplo en Nicaragua. XXI Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica, Vol. II. pp. M-19-1 a M-19-21. 1976.
15. YOUNG, W.R. and TEETES, G.L. Sorghum Entomology. Annual Review Entomology 22:193-218. 1977.

LA PRODUCTIVIDAD DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE SORGO
(Sorghum bicolor L., Moench) PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES EN GUATEMALA*

Oscar Martínez
Mainor Vásquez
Edgar Salguero
Compton Paul **

RESUMEN

Fueron investigados los sistemas maíz (Zea mays, L) + sorgo (Sorghum bicolor L., Moench) al aporque adentro surco (sistema S₁) y maíz + frijol (Phaseolus sp.) en asocio simultáneo + sorgo en relevo (sistema S₂) en el Departamento de Jutiapa en Guatemala durante los ciclos 1983 y 1984. En cada año (ciclo) se investigó cada sistema en dos fincas pequeñas.

En sistema S₁ no hubo diferencia entre el rendimiento de las 3 variedades de sorgo criollo (Riñón, Cacho Chivo, y Paquete) en ambas localidades en ambos ciclos (excepto en Quesada en 1984 donde Cacho Chivo superó el rendimiento de Paquete (10% nivel). Las variedades de sorgo tuvieron diferentes efectos sobre el rendimiento de maíz (var. ICTA B-5) sólo en Las Pozas en 1983. La aplicación de 40 Kg/Ha de Nitrógeno al sorgo a la dobla de maíz, aumentó (10% nivel de probabilidad) el rendimiento de las variedades de sorgo dependiendo en la localidad, el ciclo, la variedad y la densidad de siembra.

En sistema S₂ no hubo diferencia en el rendimiento de maíz (var ICTA B-5) por las diferentes variedades de frijol sembradas en asocio. También no hubo diferencia entre los rendimientos de las 3 variedades de frijol. El rendimiento del sorgo en relevo varió según la variedad sembrada, la población de plantas, la dosis de Nitrógeno utilizada y el ciclo (año) de la siembra.

El análisis económico a través de los sitios de Quesada, Asunción Mita y Las Pozas y los años 1983 y 1984 mostró un retorno sobre el capital invertido de 143% para el sistema S₁ y 166% para el sistema S₂. Esto significa que el sistema S₂ con los sorgos mejorados y mejor uso del terreno presenta una mejor alternativa y mejor producción de alimento balanceado que el sistema S₁.

* Presentación en la XXXI Reunión del PCCMCA, 16-22 abril, 1985.
San Pedro Sula, Honduras, C.A.

** OM, MV, ES - Técnicos, Programa Nacional de Sorgo, ICTA, Guatemala; CP - Agrónomo, Programa de Sorgo para América Latina, ICRISAT, México.

INTRODUCCIÓN

Dos sistemas de producción tradicionales de maíz (Zea mays L.) + sorgo (Sorghum bicolor, L. Moench) utilizados por los pequeños agricultores en Centroamérica, fueron estudiados en fincas en Guatemala en 1983 (Fuentes et al, 1984a; Fuentes et al 1984b). Estos sistemas son maíz + sorgo al aporque (S₁) y maíz + frijol (Phaseolus sp.) en asocio simultáneo + sorgo en relevo (S₂). El sistemas de maíz + sorgo al aporque (S₁) consiste en la siembra de maíz al establecerse las lluvias de mayo/junio y la siembra de sorgo al aporcar el maíz 22-30 días después de su siembra (junio/julio). El maíz llega a su madurez fisiológica a fines de agosto y es doblado abajo de la mazorca para quedarse secando y almacenado en el campo. El sorgo fotosensitivo queda bajo la sombra del maíz hasta la dobla y compite poco para los recursos de luz, nutrientes y agua. Después de la dobla del maíz, el sorgo crece por tener más luz y agua (del segundo período de las lluvias) y recibe su estímulo de diferenciación floral en la primera semama de octubre. El sorgo florea a principios de noviembre y se cosecha en diciembre o enero.

El sistema maíz + frijol en asocio simultáneo + sorgo en relevo consiste de la siembra de frijol junto con la del maíz en mayo/junio. Se aporcan los surcos después de 3-4 semanas y se cosecha el frijol a los mediados de agosto. Se dobla el maíz en agosto/septiembre y se siembra el sorgo (tipo mejorado no fotosensitivo) en segunda a principios de septiembre aprovechando las lluvias de este mes. El sorgo florece en noviembre y se cosecha en diciembre/enero. El sistema se ve en forma esquemática en la Figura 2.

Fueron repetidos en 1984 los ensayos de 1983 en los mismos municipios de Guatemala para ver la estabilidad de resultados a través de dos años de investigación. Este papel reporta sobre los resultados de 1984 y presenta conclusiones tomando en cuenta los resultados de 1983. Esta investigación fue llevada a cabo en los objetivos de mejorar la productividad de los sistemas y compararlos con el propósito de ofrecer opciones de tecnología a los pequeños agricultores.

Fig. 1. El sistema maíz + sorgo al aporque. (S₁).

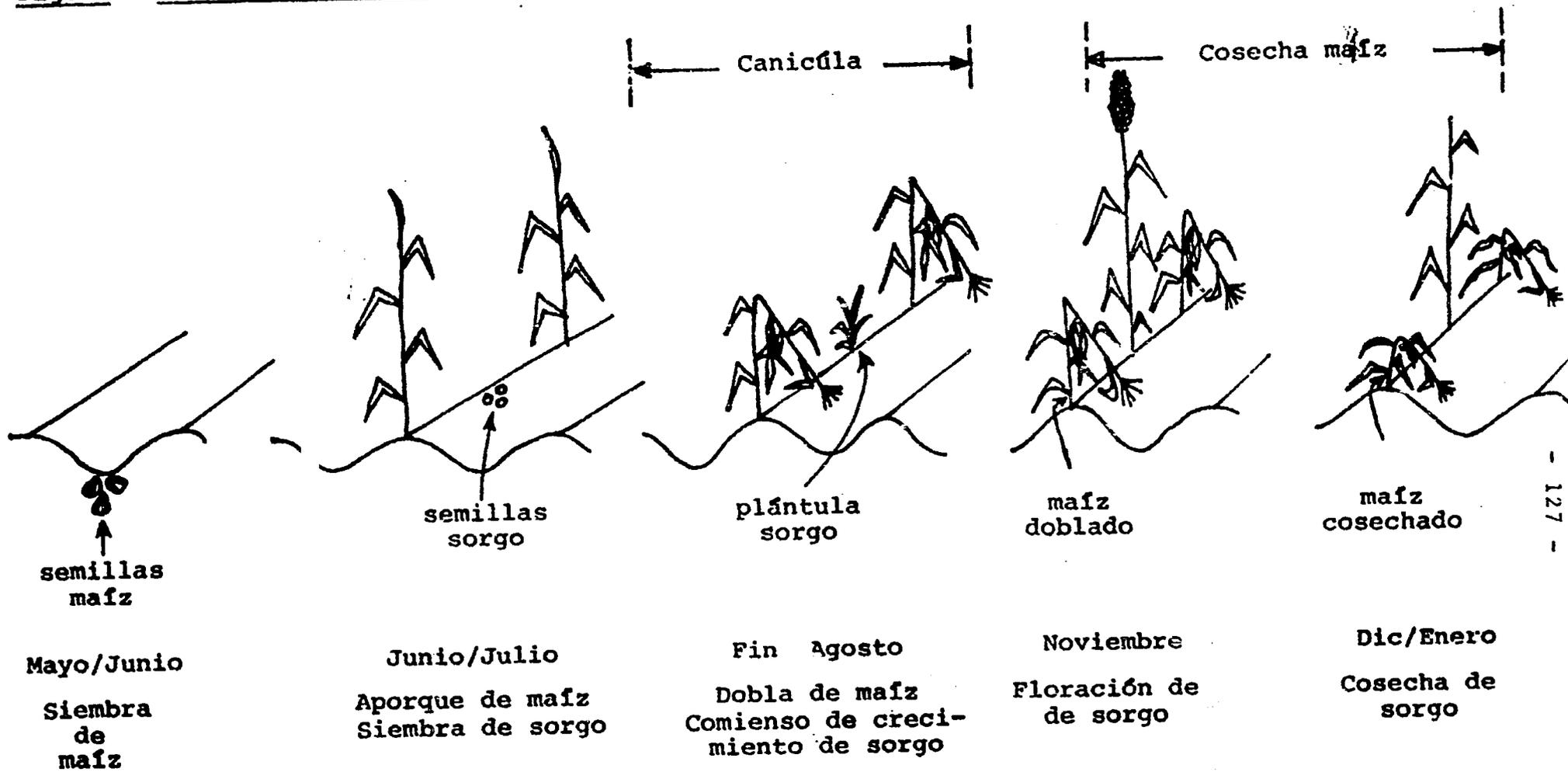
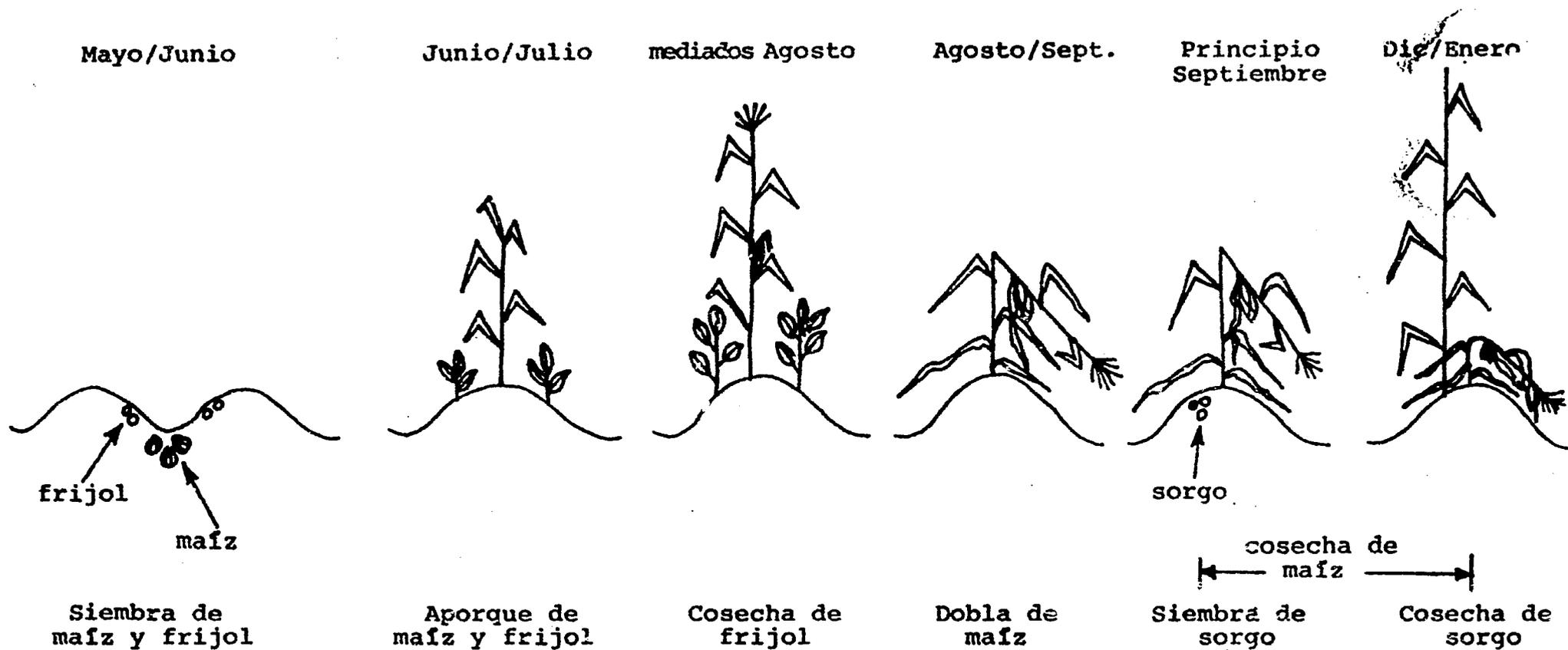


Fig. 2. El sistema maíz + frijol en asocio simultáneo + sorgo en relevo (S₂).

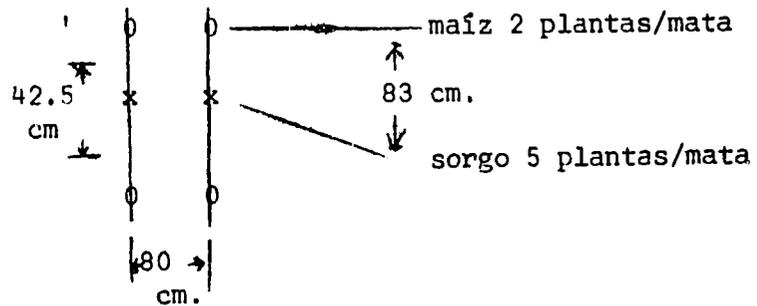


EXPERIMENTAL

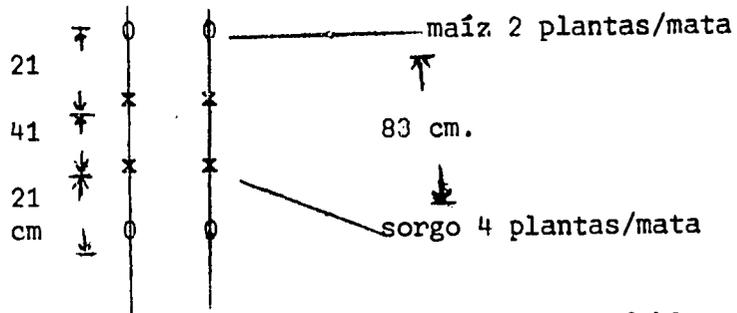
Sistema S₁

El diseño experimental fue un 3x2x2 factorial en parcelas subdivididas ordenadas en bloques completos al azar con 3 repeticiones. La parcela principal consistió en 3 variedades de sorgo criollo fotosensitivo, Riñón (V₁), Cacho chivo (V₂) y Paquete (V₃). La subparcela tenía 2 densidades de siembra:

D₁ = 75,000 plantas/Ha.



D₂ = 120,000 plantas/Ha.



La subparcela tenía 2 niveles de Nitrógeno aplicado al sorgo al doblar el maíz:

N₁ = cero

N₂ = 40 Kg N/Ha como Urea aplicado en forma mateado

En la siembra de maíz (variedad ICTA B-5) fueron aplicados en banda 40 Kg/ N/Ha como 16-20-0 en todos los surcos. No hubo aplicación de fertilizante al aporcar el maíz (= siembra del sorgo).

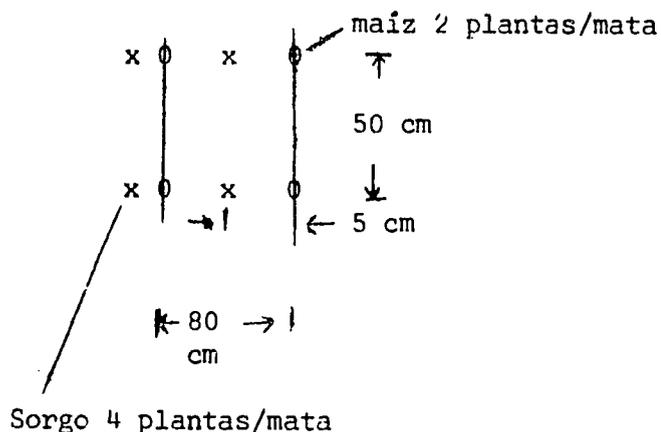
Las fechas de siembra, dobla y cosecha fueron las siguientes:

Localidad	Siembra maíz	Siembra sorgo = aporque	Dobla maíz	Cosecha maíz	Cosecha sorgo
Quesada	17/05/84	23/06	23/08	6/11	2/01/85
Las Pozas	28/05/84	27/06	29/08	30/10	4/01/85

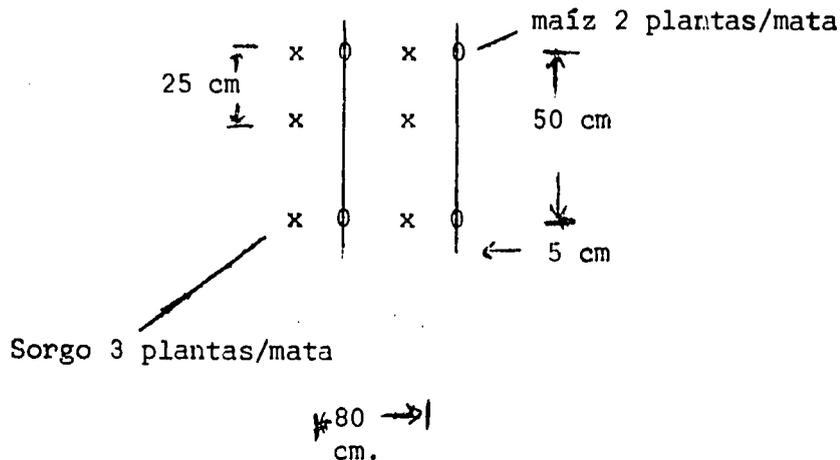
Sistema S₂:

El diseño experimental fue un 3x2x2 factorial en parcelas subdivididas ordenadas en bloques completos al azar con 3 repeticiones. La parcela principal consistió en 3 variedades de sorgo mejorado, Guatecau (V₁), ISIAP Dorado (V₂) y M 90812 (V₃). La subparcela tenía 2 densidades de siembra de sorgo:

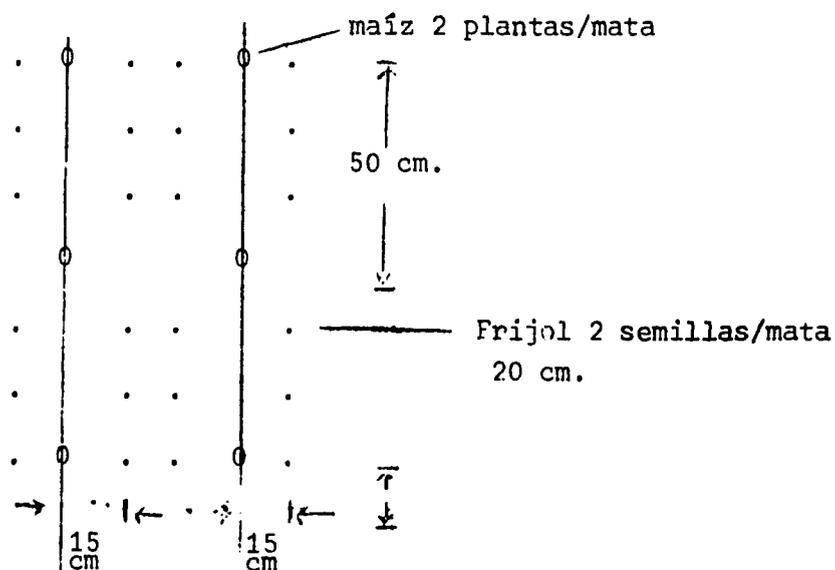
D₁ = 100,000 plantas/Ha



D₂ = 150,000 plantas/Ha



En todo el ensayo se sembró el frijol de la manera abajo indicada:



La subparcela tenía 2 niveles de Nitrógeno aplicado a la siembra de sorgo:

N₁ = 40 Kg N/Ha como Urea aplicado mateado

N₂ = 80 Kg N/Ha como Urea aplicado mateado

A la siembra de maíz y frijol fueron aplicados en banda 40 Kg/Ha, como 16-20-0 en todos los surcos. No hubo aplicación de fertilizante al aporcar el maíz.

Las fechas de siembra, dobla y cosecha fueron las siguientes:

<u>Localidad</u>	<u>Siembra maíz y frijol</u>	<u>Cosecha frijol</u>	<u>Dobla del maíz = siembra de sorgo</u>	<u>Cosecha maíz</u>	<u>Cosecha sorgo</u>
La Pozas	28/05/84	8-16/08	20/08	30/10	12/12
Asunción Mita	23/05/84	6/08	16/08	25/10	12/12

En los dos sistemas los terrenos fueron surcados por bueyes a 40 cm. Se depositaron las semillas de maíz a mano con espeque en los fondos alternos para dejar 80 cm entre surcos de cultivo. En S₁, después de aporcar con bueyes se sembró el sorgo con espeque de la manera ya mencionada. En S₂, el frijol y sorgo fueron sembrados también con espeque. El desyerbe se realizó con azadón y se aplicó Volaton en los cogollos contra Gusano Cogollero cuando fue necesario. Todas las prácticas culturales fueron las que usan los pequeños agricultores en la región utilizando los sistemas.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Sistema S₁ - maíz + sorgo al aporque

Los datos de rendimiento de maíz se presentan en el Cuadro 1. En Quesada y Las Pozas, las 3 variedades de sorgo tenían el mismo efecto de competencia sobre la variedad de maíz ICTA B-5. Esta conclusión fue igual para Quesada en 1983; hubo diferentes efectos de las variedades de sorgo sobre el rendimiento de maíz solamente en Las Pozas en 1983 (Fuentes et al, 1984a). Podemos concluir que a través de los dos sitios y dos ciclos, el agricultor puede utilizar cualquiera de las tres variedades de sorgo y obtener el mismo efecto sobre el maíz.

Aumentando la densidad de los sorgos criollos de 75,000 plantas/Ha, hasta 120,000 plantas/Ha, no afectó el rendimiento de maíz en ambas localidades. En este sistema, el maíz está bien establecido cuando se siembra el sorgo y resiste la competencia del sorgo sembrado al aporque. En 1983, se obtuvo el

mismo resultado en Las Pozas pero en Quesada la variedad Paquete redujo el rendimiento de maíz de 3.91 T/Ha hasta 2.84 Ton/Ha (sig. a 10% nivel de probabilidad) cuando se sembró a la alta densidad (Fuentes et al, 1984a). A través de los dos ciclos de investigación, se concluye que la práctica de los pequeños agricultores de sembrar las matas de sorgo a 83 cm entre ellas debe ser mantenida para obtener el máximo rendimiento de maíz en el sistema.

Los datos de rendimiento de sorgo en sistema S₁ se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Rendimiento de maíz sembrado en el sistema maíz + sorgo al aporque adentro surco (sistema S₁), Guatemala, 1984.

<u>Localidad</u>	<u>Variedad sorgo en asocio</u>	<u>Densidad</u>	<u>Rendimiento Ton/Ha</u>	<u>Promedio Variedad</u>
Las Pozas	Riñón	D ₁	4.20 a	
		D ₂	4.54 a	4.37 a
	Cacho chivo	D ₁	4.62 a	
		D ₂	4.12 a	4.37 a
	Paquete	D ₁	4.70 a	
		D ₂	4.51 a	4.61 a

CV = 17%

DMS_{10%} para la comparación de densidades para la misma variedad= 0.76 Ton/ha

DMS_{10%} para la comparación de promedios de las variedades = 0.44 Ton/Ha

Quesada	Riñón	D ₁	3.92 a	
		D ₂	3.73 a	3.83 a
	Cacho chivo	D ₁	4.10 a	
		D ₂	4.07 a	4.09 a
	Paquete	D ₁	3.86 a	
		D ₂	3.81 a	3.84 a

CV = 11%

DMS_{10%} para la comparación de densidades para la misma variedad= 0.23 Ton/Ha

DMS_{10%} para la comparación de promedios de las variedades= 0.39 Ton/Ha.

D₁ = 75,000 plantas/Ha

D₂ = 120,000 plantas/Ha

La misma letra significa que no existe diferencia a 10% de probabilidad.

Cuadro 2. Rendimiento (Ton/Ha) de sorgos criollos en el sistema maíz + sorgo al aporque adentro surco (Sistema S₁), Guatemala, 1984.

Localidad	Variedad (V)	Densidad (D)	Nivel N ₁ *	Nitrógeno N ₂ *	Promedio Variedad
Las Pozas	Riñón	D1	1.38 a	1.34 a	1.41 a
		D2	1.25 a	1.67 a	
	Cacho chivo	D1	1.73 a	1.68 a	1.65 a
		D2	1.33 a	1.86 b	
	Paquete	D1	1.34 a	1.64 a	1.53 a
		D2	1.46 a	1.67 a	

CV = 25%

DMS10% para la comparación de los promedios de V = 0.27 Ton/Ha.

*DMS10% para la comparación de N para la misma V y D = 0.50 Ton/Ha.

DMS 10% para la comparación de D para la misma v y N = 0.82 Ton/Ha.

Quesada	Riñón	D1	1.41 a	2.01 b	1.87 ab
		D2	1.54 a	2.53 b	
	Cacho chivo	D1	1.77 a	2.10 a	2.15 b
		D2	2.07 a	2.65 b	
	Paquete	D1	1.44 a	2.47 b	1.76 a
		D2	1.06 a	2.08 b	

CV = 28%

DMS10% para la comparación de los promedios de V = 0.30 Ton/Ha.

*DMS10% para la comparación de N para la misma V y D = 0.47 Ton/Ha.

DMS10% para la comparación de D para la misma V y N = 0.85 Ton/Ha.

D1 = 75,000 plantas/Ha.

D2 = 120,000 plantas/Ha.

N1 = cero Nitrógeno al sorgo a la dobla de maíz

N2 = 40 Kg/Ha. Nitrógeno al sorgo a la dobla de maíz

La misma letra significa que no existe diferencia a 10% de probabilidad. Por no tener diferencia por D, no se colocaron letras para comparaciones de D.

Como en 1983, no hubo diferencia entre los rendimientos de las variedades de sorgo excepto en Quesada donde Cacho chivo rindió más que Paquete (10% nivel). Entonces, se puede sembrar cualquiera de las 3 variedades de sorgo para obtener una buena cosecha.

Aumentando la densidad de siembra de los sorgos de 75,000 plantas/Ha, hasta 120,000 plantas/Ha. no afectó sus rendimientos de grano. Esta conclusión fue igual a la de 1983 excepto en Quesada, donde Cacho chivo respondió al aumento de densidad cuando se usaron 40 Kg/Ha de Nitrógeno y Paquete respondió sin fertilizante. Revisando los resultados de las 24 pruebas de densidad (2 años x 3 variedades x 2 niveles de N x 2 sitios) solamente en 2 casos hubo respuesta a la densidad más alta. Entonces, el agricultor debe continuar con la densidad de 75,000 plantas/Ha. (83 cm. entre matas).

En las Pozas y Quesada, Cacho chivo respondió a la aplicación de Nitrógeno pero solamente a la densidad de siembra más alta. El Nitrógeno aumentó los rendimientos de Riñón y Paquete en Quesada en ambas densidades de siembra. En 1983, las 3 variedades rindieron más (0.59 Ton/Ha. o más) cuando se aplicaron 40 Kg N/Ha. a la dobla de maíz. Este aumento fue significativo al nivel de 1% ó 5% de probabilidad, dependiendo de la variedad y densidad de siembra. Se concluye que el agricultor puede obtener por lo menos media tonelada más de grano de sorgo con una aplicación de 40 Kg/Ha de Nitrógeno a la dobla del maíz.

Sistema S₂ - maíz + frijol en asocio simultáneo + sorgo en relevo

Los datos de rendimiento de maíz y frijol se presentan en Cuadro 3. No hubo diferencia en el rendimiento de maíz (var. ICTA B-5) por las diferentes variedades de frijol sembradas en asocio en ambas localidades. También no hubo diferencia en rendimiento entre las 3 variedades de frijol. En 1983, se utilizó una sola variedad de frijol (Rabia de gato).

Los rendimientos de los sorgos mejorados se presentan en el Cuadro 4. No hubo efecto de su densidad de siembra sobre el rendimiento de sorgo, excepto en Las Pozas donde la densidad más alta fue mejor (10% nivel). En 1983 no tuvo ningún efecto de densidad sobre el rendimiento de las 3 variedades en ambas localidades. Entonces, se recomienda una densidad de 100,000 plantas/Ha.

En 1983, la aplicación de 80 Kg/Ha. en lugar de 40 Kg/Ha. de Nitrógeno, no aumentó el rendimiento de ninguna de las 3 variedades en Las Pozas (Fuentes et al, 1984b) pero en 1984 Guatecau e ISIAP Dorado respondieron a la dosis más alta cuando la densidad de siembra fue elevada. En Asunción Mita, Guatecau e ISIAP Dorado respondieron a la dosis de N más alta en 1983 pero no mostraron este efecto en 1984.

M-90812 no respondía a la alta dosis de N en ninguna localidad en ningún daño.

Se concluye que la respuesta de las variedades de sorgo mejorado a fertilización por Nitrógeno varía según la variedad sembrada, la población de plantas, la dosis de Nitrógeno utilizada, el ciclo (año) de la siembra y la localidad. En 1984, los rendimientos de las 3 variedades superaron los de 1983 por, aproximadamente, 1 Ton/Ha. tal vez, por la mejor precipitación (aprox. 200 mm más) en 1984. El rendimiento..

Cuadro 3. Rendimiento de maíz y frijol en el Sistema maíz + frijol en asocio simultáneo + sorgo en relevo (Sistema S₂), Guatemala, 1984.

<u>Localidad</u>	<u>Variedad frijol en asocio</u>	<u>Rendimiento, Ton/Ha</u>	
		<u>Maíz*</u>	<u>Frijol</u>
Las Pozas (LP)	F ₁	3.19 a**	1.34 a
	F ₂	3.01 a	1.26 a
	F ₃	3.23 a	1.37 a
		DMS5% = 1.19 Ton/Ha	DMS5% = 1.09 Ton/Ha
Asunción Mita (AM)	F ₁	2.87 a	0.73 a
	F ₂	2.57 a	0.72 a
	F ₃	2.74 a	0.87 a
		DMS5% = 0.45 Ton/Ha	DMS5% = 0.20 Ton/Ha

* Promedio de las 12 parcelas con una variedad de frijol

LP : CV = 19% datos maíz ; CV = 50% datos frijol

AM : CV = 14% datos maíz ; CV = 16% datos frijol

** Prueba a 5% Duncan

F₁ = Quetzal

F₂ = Tamazulapa

F₃ = Pata de Zope

Cuadro 4. Rendimiento de sorgos mejorados en el sistema maíz + frijol en asocio simultáneo = sorgo en relevo, Guatemala, 1984 .

Localidad	Variedad	Densidad D	Nivel Nitrógeno		Promedio Variedad
			N ₁	N ₂	
Las Pozas	Guatecau	D ₁	1.38 a*	1.61 a*	
		D ₂	1.94 a	2.33 b	1.82 a
	ISIAP Dorado	D ₁	2.34 a	2.56 a	
		D ₂	2.30 a	2.80 b	2.50 b
	M-90812	D ₁	1.86 a	1.95 a	
		D ₂	2.17 a	2.34 a	2.08 a

* DMS10% para comparaciones de N dentro de la misma V y D = 0.30 Ton/Ha.

DMS10% para comparaciones de promedios de variedades = 0.39 Ton/Ha.

DMS10% para comparaciones de D dentro de la misma V y N = 0.54 Ton/Ha.

CV = 23%

Asunción Mita	Guatecau	D ₁	2.97 a	2.92 a	
		D ₂	2.92 a	3.20 a	3.00 a
	ISIAP Dorado	D ₁	3.29 a	3.64 a	
		D ₂	3.12 a	3.55 a	3.40 b
	M-90812	D ₁	3.75 a	3.41 a	
		D ₂	3.50 a	3.12 a	3.45 b

DMS10% = para comparaciones de N dentro de la misma V y D = 0.70 Ton/Ha.

DMS10% = para comparaciones de promedios de variedades = 0.31 Ton/Ha.

CV = 17%

La misma letra significa que no hay diferencia significativa al 10% nivel de probabilidad.

N₁ = 40 Kg N/Ha. a la siembra de sorgo

N₂ = 30 Kg N/Ha. a la siembra de sorgo

D₁ = 100,000 plantas/Ha.

D₂ = 150,000 plantas/Ha.

De los sorgos mejorados sembrados en el segundo ciclo de lluvias depende en gran parte en una buena precipitación y una buena distribución de la misma durante los meses de septiembre y octubre.

Comparación de los dos sistemas a través de 1983 y 1984

Esta comparación será hecha con base en grano total y ganancia neta. Los datos de rendimiento de los granos y ganancia se presentan en Cuadro 5. Se puede ver que el total de granos básicos de los dos sistemas es igual (5.60 Ton/Ha. en S₁ y 5.51 Ton/Ha en S₂). El frijol en S₂ es muy importante por su contenido de proteína y su precio alto en el mercado en comparación con maíz y sorgo. El sistema S₁ rindió un retorno de 143% sobre el capital invertido, mientras que S₂ rindió un retorno de 166%. Los sorgos mejorados rindieron más que los criollos y con su mejor valor nutritivo presentan una buena alternativa para los pequeños agricultores.

En 1983, el análisis económico de los dos sistemas en el sitio de Las Pozas (Fuentes et al, 1984b) mostró un mejor retorno sobre capital invertido por Sistema S₁, Esto fue por la consideración de un solo sitio en un solo año.

CONCLUSIONES

Sistema S₁

En ambas localidades, las 3 variedades de sorgo tenían el mismo efecto de competencia sobre la variedad de maíz ICTA B-5.

Generalmente, aumentando la densidad de los sorgos criollos de 75,000 plantas/Ha. hasta 120,000 plantas/Ha no afectó el rendimiento de maíz ni el de los sorgos. Entonces, los pequeños agricultores deben seguir sembrando el maíz y sorgo a 83 cm (una barra) entre matas y 80 cm entre surcos.

Las tres variedades de sorgo criollo, Cacho chivo, Riñón y Paquete rindieron casi igual en la mayoría de las pruebas.

El agricultor puede obtener 0.55 Ton/Ha (Ver Cuadro 6) más de grano de sorgo con una aplicación de 40 Kg/Ha de Nitrógeno a la dobla de maíz. Sin aplicar Nitrógeno a la dobla de maíz (solamente al aporque), la ganancia neta del sistema S₁ = 577.97 Q /Ha con un retorno sobre el capital invertido de 133%. Si se aplican 40 Kg/Ha de Nitrógeno a la dobla de maíz (también al aporque) la ganancia neta = 669.62 Q /Ha con un retorno de 154%. La diferencia en ganancia neta/Ha = 91.65 qq/Ha por una inversión de 42.00 Q /Ha (costo, aplicación, transportación y almacenaje del fertilizante).

Sistema S2

No hubo diferencia en el rendimiento de maíz (var ICTA B-5) por las diferentes variedades de frijol sembradas en asocio. También, no hubo diferencia en rendimiento entre las 3 variedades de frijol.

Aumentando la densidad de siembra de 100,000 plantas/Ha, hasta 150,000 plantas/Ha no influenció mucho el rendimiento de los sorgos mejorados.

Cuadro 5. Total de granos básicos y ganancia para el agricultor en los sistemas maíz + sorgo al aporque (sistema S1) y maíz + frijol en asocio simultáneo + sorgo en relevo (sistema S2), Guatemala, 1983 y 1984.

Sistema	Año	Localidad	Granos Básicos, Ton/Ha.			
			Maíz	Sorgo	Frijol	Total
S ₁	1983	Las Pozas	3.20	2.00		5.20
		Quesada	3.42	1.95		5.37
	1984	Las Pozas	4.45	1.53		5.98
		Quesada	3.92	1.93		5.85
	Promedio	=	3.75	1.85		5.60
	*Ganancia bruta, Q =			749.93	308.30	
		** Costos directos/Ha, Q. =				435.27
		Ganancia neta, Q. =				622.96
		Retorno sobre capital invertido =				143%
S ₂	1983	Las Pozas	1.80	1.00	0.65	3.45
		Asunción Mita	2.19	2.35	0.66	5.20
	1984	Las Pozas	3.14	2.13	1.32	6.59
		Asunción Mita	2.73	3.28	0.77	6.78
	Promedio	=	2.47	2.19	0.85	5.51
	*Ganancia bruta, Q =			493.95	364.96	472.18
		**Costos directos/Ha, Q				499.68
		Ganancia neta, Q				831.41
		Retorno sobre capital invertido =				166%

*Precio Oficial 1984 : Maíz 199.98 Quetzal/Ton
 Sorgo 166.65 Q/Ton.
 Frijol 555.50 Q/Ton.

**Ref: Fuentes et al, 1984b.

Cuadro 6. Análisis económico del uso de Nitrógeno (N) en los Sistemas maíz + sorgo al aporque (S₁) y maíz + frijol en asocio simultáneo + sorgo en relevo (S₂) en Guatemala, 1983 y 1984.

Sistema	Año	Localidad	Rendimiento de grano, Ton/Ha		Maíz
			Sorgos Criollos		
S ₁	1983	Las Pozas	N ₁ 1.61	N ₂ 2.38	3.20
		Quesada	1.72	2.18	3.42
	1984	Las Pozas	1.42	1.64	4.45
		Quesada	1.55	2.31	3.92
Promedio			1.58	2.13	3.75

Ganancia bruta con N₁ = 1013,24 Q/Ha. N₁ = 0
 Ganancia bruta con N₂ = 1104.89 Q/Ha. N₂ = 40 Kg N/Ha al sorgo
 Ganancia neta con N₁ = 577.97 Q/Ha. al doblar el maíz
 Ganancia neta con N₂ = 669.62 Q/Ha.

Diferencia en ganancia neta en favor de N₂ = 91.65 Q/Ha.
 Costo, aplicación, transportación y almacena
 de 40 Kg N como Urea = 42.00 Q/Ha.

Retorno = 91.65 - 42.00 = 49.65 Q/Ha.

* Retorno sobre el capital invertido en el sistema:

con el uso de N ₁ = 133%					
con el uso de N ₂ = 154%					
		Sorgos mejorados			
		N ₁	N ₂		
S ₂	1983	Las Pozas	0.97	1.04	N ₁ = 40 Kg N/Ha. a a la siembra de sorgo en relevo N ₂ = 80 Kg N/Ha. a la siembra de sorgo en relevo.
		Asunción Mita	2.25	2.45	
	1984	Las Pozas	2.00	2.27	
		Asunción Mita	3.26	3.31	
Promedio		2.12	2.27		

Ganancia bruta (sorgo) con el uso de N₁ = 353.30 Q/Ha.
 Ganancia bruta (sorgo) con el uso de N₂ = 378.30 Q/Ha.
 Ganancia bruta en favor de N₂ = 25 Q/Ha.
 Costo del uso de 40 Kg N/Ha. = 42 Q/Ha.

* Mejor usar N₁

A través de los dos años de investigación en los sitios de Asunción Mita y Las Pozas, el uso de 80 Kg/Ha. de Nitrógeno en lugar de 40 Kg/Ha, aplicado a la siembra en relevo de los sorgos mejorados rindió solamente 0.15 Ton/Ha más. El análisis económico (Cuadro 6) mostró un retorno de 25 Q/Ha por una inversión de 42 Q/Ha. Entonces, concluimos que el agricultor debe aplicar 40 Kg/Ha de Nitrógeno a la siembra de los sorgos mejorados. Se necesita investigar aplicaciones de Nitrógeno más tarde en el ciclo.

Comparación del sistema S₁ con sistema S₂

El sistema S₁ rindió un retorno de 143% sobre el capital invertido, mientras que S₂ rindió 166%. Los sorgos mejorados rindieron más que los criollos y con su mejor valor nutritivo presentan una buena alternativa para los pequeños agricultores.

REFERENCIAS

1. Fuentes, J.R., Salguero, M., Vásquez y C.L. Paul. 1984a. Investigaciones agronómicas de sistemas de producción con sorgo en fincas de pequeños agricultores en Guatemala. I. El sistema maíz + sorgo al aporque adentro surco. Presentación en la XXX Reunión Anual del PCCMCA, Managua, Nicaragua, Abril 30-mayo 5, 1984.
2. Fuentes, J., R. Salguero, M. Vásquez y C.L. Paul. 1984b' Investigaciones agronómicas de sistemas de producción con sorgo en fincas de pequeños agricultores en Guatemala. II. El sistema maíz + frijol en asocio simultáneo + sorgo en relevo. Presentación en la XXX Reunión Anual del PCCMCA, Managua, Nicaragua, Abril 30-mayo 5, 1984.

LOGROS OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN DE RESISTENCIA
GENÉTICA A COGOLLERO Y BARRENADOR

Vartan Guiragossian *
John A. Mihm **

RESUMEN

Entre las principales plagas que presenta el cultivo del sorgo, se encuentra el Gusano Cogollero (Spodoptera frugiperda, J.E. Smith) y el Barrenador de la Caña de Azúcar (Diatraea saccharalis, Fabricius). El Mejorador de ICRISAT en México establecido en CIMMYT y en colaboración con el Entomólogo de esta Institución, llevó a cabo la investigación para la obtención de materiales con resistencia genética a estos insectos, a través del método de infestación artificial y selección, asimismo, se evaluó la efectividad del método de pedigrí para la obtención de materiales resistentes.

Los resultados obtenidos fueron: se determinó la efectividad del método de infestación artificial y selección, para observar diferencias en el ataque de Cogollero y Barrenador, definiéndose también que la tolerancia es la única forma de resistencia en la actualidad, presente en los sorgos que hemos evaluado. De igual forma se obtuvo la no efectividad del método de pedigrí para la obtención de materiales resistentes. Definiéndose al mismo tiempo las necesidades del programa.

INTRODUCCIÓN

El sorgo es una planta que al igual que todas las plantas cultivadas, es atacada muy frecuentemente por diferentes tipos de insectos. En la actualidad, se ha determinado que en América Latina entre las plagas insectiles de mayor importancia, se encuentran el Cogollero (Spodoptera frugiperda, J.E. Smith) y el Barrenador de la Caña de Azúcar (Diatraea saccharalis, Fabricius).

La forma en que se ha llevado a cabo el control de estos insectos, es a través de la utilización de productos químicos. Teniendo en consideración que uno de los objetivos a nivel mundial es reducir el uso de éstos, por provocar daños directos e indirectos al hombre. El mejorador de ICRISAT en México establecido en CIMMYT, vio la necesidad de realizar trabajos para la obtención de materiales con resistencia genética al Barrenador y Cogollero, sobre todo en sorgos destinados para el consumo humano.

* Mejorador de sorgo para América Latina, ICRISAT, México
** Entomólogo de CIMMYT, México

Los trabajos se han realizado gracias a la colaboración del Entomólogo de CIMMYT y la buena disposición de la Institución al proporcionar facilidades para la obtención de larvas de Cogollero y Barrenador, reproducidos en su laboratorio de entomología (cría masiva de plagas).

Las investigaciones se iniciaron a partir de 1978, en la Estación Experimental de Poza Rica, Ver., México, llevándose a cabo hasta la fecha.

Los objetivos planteados al inicio de la realización de estos trabajos, fueron:

1. Determinar si el mejoramiento permite con seguridad la identificación de diferencias genéticas en reacción a Cogollero y Barrenador.
2. Evaluar el método de pedigrí para determinar su efectividad en la obtención de materiales tolerantes a Barrenador y Cogollero.
3. Limitaciones del programa e investigaciones a realizar en el futuro.

TRABAJOS REALIZADOS Y RESULTADOS

Estos se iniciaron en 1978, con la evaluación de 200 genotipos diferentes de sorgo, cada ciclo durante 3 años, con la finalidad de detectar familias o plantas individuales que presentaran resistencia genética a Cogollero y Barrenador, llevándose a cabo en un diseño de campo de la siguiente forma:

1. Cada familia o panoja fue sembrada en cuatro surcos de dos metros de largo.
2. El primer surco de cada genotipo se protegió usando insecticida granulado, el segundo se infestó con larvas de Cogollero, el tercero se dejó para que ocurriera la infestación natural y el cuarto fue infestado con Barrenador.
3. La infestación se llevó a cabo con larvitas recién nacidas, tanto de Cogollero como de Barrenador, utilizando 30 larvitas por plantas, depositándolas en el cogollo, llevando a cabo esta actividad cuando se tenían las primeras 4 ó 5 hojas.
4. Las larvas se mezclaron con harina de olote y se depositaron en el cogollo por medio de una bazuca, calibrada de tal forma que se obtuvieron 15 larvas por golpe. De esta manera la infestación por planta se llevó a cabo con dos golpes, obteniéndose una distribución uniforme. La evaluación del daño se hizo en forma visual utilizando una escala de 1 a 5, en donde 1 representa poco daño y 5 es considerado como daño severo. Las evaluaciones se realizaron cada semana, iniciándose una semana después de la infestación, hasta que las larvas dejaron de causar daño a las plantas.

En estos materiales se llevó a cabo una selección constante hasta obtener genotipos sobresalientes los cuales se incrementaron, desmezclándose hasta obtener líneas puras.

Considerando que la forma anterior de evaluación no es suficiente para determinar si un material presenta resistencia genética, se procedió en 1982 a utilizar la técnica de comparación de rendimiento de Hersey, la cual consiste en evaluar los materiales sobresalientes en un ensayo de rendimiento. Este se llevó a cabo con 9 líneas diferentes que de acuerdo con la evaluación visual son tolerantes a Cogollero.

El trabajo de campo se efectuó de la siguiente forma:

1. Con cada línea avanzada se formó una parcela experimental que constaba de 7 surcos, establecidos de la siguiente manera: El primer surco protegido con insecticida, el segundo y tercero infestados con Cogollero, el cuarto protegido, el quinto y sexto infestados con Barrenador y el séptimo protegido.
2. El ensayo se formó de 3 repeticiones y en cada una de ellas, se ordenaron los materiales sin colocarlos al azar.
3. La infestación se llevó a cabo de la misma forma que se describió anteriormente (ver pág. 4).

La evaluación del daño, además de hacerse con la técnica de Hersey, se llevó a cabo en forma visual.

Los resultados de la evaluación fueron los siguientes: Al realizar el análisis de varianza, se observó que existían diferencias significativas entre los materiales evaluados en forma protegida, infestados con Cogollero e igualmente con Barrenador.

En el Cuadro 1, se concentran los datos del ensayo, los cuales muestran que la floración es retardada al sufrir un ataque con Barrenador o Cogollero, observándose también que se disminuye la altura de plantas y el rendimiento, siendo más notable con el daño de Barrenador.

Asimismo, podemos ver que los materiales 787-3 y M-66152 presentaron algo de tolerancia a los dos insectos, mientras que QL-3 es susceptible a ambos. Tomando en cuenta lo anterior, podemos concluir que el uso de la infestación artificial y selección, nos permite observar diferencias en el ataque de Cogollero y Barrenador, cumpliendo con esto el primer objetivo. Asimismo, se hace mención de que en sorgo no se ha encontrado un material completamente resistente a dichos insectos, encontrándose únicamente tolerancia.

Cuadro 1. Concentración de datos del ensayo de rendimiento infestado con Cogollero y Barrenador. Evaluado en 1982 en Poza Rica, Veracruz, México.

No.	Pedigrí	Promedio días a Floración (50%)	Promedio Altura Planta (cm)	Promedio Rend. Grano (Kg./Ha.)	% Reduc. del Rend.	
1	MB1R-21-7-1BK	P	73	132	2487	--
		C	77	120	1322	47
		B	75	120	990	61
2	743-5	P	79	160	4345	--
		C	82	140	1554	64
		B	80	135	925	79
3	896-1	P	80	120	3097	--
		C	82	113	1947	37
		B	80	105	1130	64
4	787-3	P	73	125	3737	--
		C	76	123	1984	47
		B	76	118	2254	40
5	(GPR148xE-35-1)-4 x (CS3541 dial)-5-3	P	84	170	3929	--
		C	86	170	2114	46
		B	86	150	642	84
6	M66152. (NPEC-64735xE-35-1)-7	P	80	202	3739	--
		C	82	197	2114	44
		B	82	183	1762	53
7	QL-3	P	78	143	2212	--
		C	83	134	495	78
		B	83	136	478	78
8	TAM 428	P	73	117	3697	--
		C	76	113	2067	44
		B	76	108	1530	59
9	88-4	P	82	155	3889	--
		C	82	148	2309	41
		B	82	147	1995	49

	Promedio (Kg./Ha.)	CV %	SE)
Protegido (P)	3454	17	+ 343
Cogollero (C)	1767	22	+ 222
Barrenador (B)	1299	27	+ 206

Con la finalidad de cumplir con el segundo objetivo, que es la evaluación del método genealógico (pedigrí), para determinar su efectividad en la obtención de materiales tolerantes a Barrenador y Cogollero, se llevó a cabo el presente trabajo iniciándose con la cruce de los materiales avanzados y seleccionados (a través del método de infestación-selección) como más tolerantes a Barrenador y Cogollero, siendos estos: M-90382 (GPR148 x E-35-1)-4-1 x CS 3541 deri. -5-1-3 y M-91057 GPR148 x E35-1)-4-1 x CS3541 deri. -1-1. Se hace notar que estos materiales no fueron seleccionados del ensayo del trabajo mencionado anteriormente. La F_1 de los materiales anteriores se autofecundó para obtener la F_2 en donde a cada uno de los individuos segregantes se le infestó; en una población concentrada en 10 surcos de 5 m. de largo, el 50% se infestó con Cogollero y el resto con Barrenador. La selección en esta etapa se llevó a cabo individualmente, cosechando las plantas más tolerantes, para obtener la generación F_3 . En esta última, cada panoja que se cosechó individualmente (en F_2) se evaluó como una familia independiente, en cuatro surcos de 2 m. de largo en el orden siguiente: 1er. surco protegido (Furadan 5%), 2o. infestado con Cogollero, 3o. infestación natural y 4o. con Barrenador.

La selección que se lleva a cabo en esta fase, es entre y dentro de familias, obteniéndose para F_4 las mejores. Estas, evaluándose de la misma forma que la generación anterior (F_3) nos proporciona las familias de la generación F_5 .

Las familias que fueron seleccionadas para F_5 se establecieron en un ensayo de 3 repeticiones en la estación experimental de Poza Rica, Ver. en el ciclo 85-A, llevándose a cabo en la siguiente forma. Se designaron 7 surcos de 5 m. por parcela, para cada familia, ordenados como sigue: el primer surco se protege, el 2o. y 3o. se infestan con Cogollero, al 4o. se protege, 5o. y 6o. se infestan con Barrenador y el 7o. se protege (los surcos protegidos se establecen para efectuar comparaciones).

Las familias seleccionadas para evaluación fueron 5, asimismo los dos progenitores se incluyeron para comparar y poder determinar si existe ganancia genética en resistencia a Cogollero y Barrenador medido en el rendimiento.

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 2, obteniéndose lo siguiente: en los rendimientos observados en los genotipos que están protegidos, se puede ver claramente como los padres y su progenie (F_5) presentan rendimientos semejantes, a excepción del último que presenta rendimiento bajo, lo cual se debe a un error de selección. La razón por la cual la progenie presenta rendimientos estadísticamente iguales es debido a que los padres provienen de una misma familia, siendo estos de diferentes selecciones bajo infestaciones.

Al realizar el análisis de varianza correspondiente a los rendimientos obtenidos en parcelas infestadas con Cogollero se obtuvo que existía diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo, realizando la prueba de Duncan nos indica claramente que en los primeros 6 tratamientos no existía diferencia significativa a excepción del tratamiento 7 que es el producto del error de selección (ver pág.12).

Los rendimientos obtenidos cuando los materiales fueron infestados con Barrenador, se analizaron y estadísticamente no se encontró diferencia significativa entre tratamientos. Se hace notar que aparentemente el antepenúltimo (sexto de la lista) supera al resto, sin embargo, esto no es aceptable por la gran variación que existió en las parcelas con Barrenador, debido al medio ambiente. Al ver los promedios de días a 50% de floración y altura de planta, podemos observar que cuando los materiales son atacados por Barrenador o Cogollero (en muchos casos) las plantas retrasan la maduración y disminuyen su altura, siendo más visible cuando el ataque es debido a Barrenador (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Concentración de datos de la evaluación de infestación de Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y Barrenador (*Diatraea saccharalis*) realizada en la Estación Experimental de Poza Rica, Veracruz, en el año de 1985, durante el ciclo A.

No. de Parcela	Pedigrí		Promedio días a 50% de floración	Promedio altura de planta (cm.)	Promedio Rend. de grano (Kg/Ha.)	Reducción de Rend. (%)
1	(GPR148xE35-1-xCS3541)) P ₂	P	109	136	5267	
		C	110	138	4155	21
		B	113	105	1844	65
2	M-91057 P ₄	P	114	166	5944	26
		C	115	156	4411	26
		B	116	130	1833	69
3	F ₅ (GPR148xE35-1)xCS3541 x M-91057 (37)	P	112	140	5144	
		C	113	143	4455	13
		B	114	103	1244	76
4	F ₅ (GPR148xE35-1)xCS3541 x M-91057 (41)	P	110	140	6067	
		C	111	137	5222	14
		B	111	120	1511	75
5	F ₅ (GPR148xE35-1)xCS3541 x M-91057 (43)	P	111	137	5344	
		C	111	139	4666	13
		B	117	110	1066	80
6	F ₅ (GPR148xE35-1)xCS3541 x M-91057 (45)	P	113	136	5377	
		C	113	134	4066	24
		B	116	124	2255	58
7	F ₅ (GPR148xE35-1)xCS3541 x M-91057 (8)	P	99	176	3200	
		C	99	172	2778	13
		B	100	119	1122	65

* Los siguientes datos corresponden a las columnas de rendimiento de grano.

	Promedio (Kg/Ha)	CV %	SE
Protegido (P)	5192	10	+ 295
Cogollero (C)	4250	11	+ 267
Barrenador (B)	1554	58	+ 521

Nota: El CV en los tratamientos con Barrenador es muy alto debido al efecto ambiental sobre el Barrenador, lo cual provocó que no existiera un daño uniforme en las parcelas.

Prueba de Duncan de Tratamientos infestados con Cogollero correspondiente al Cuadro 2.

Material	Rendimiento (Kg./Ha.)	Agrupamiento
1. (GPR 148 x E35-1) x CS3541 x M-91057 (41)	5222	A
2. (GPR 148 x E35-1) x CS3541 x M-91057 (43)	4666	A B
3. (GPR-148 x E35-1) x CS3541 x M-91057 (37)	4455	A B
4. M-91057 P ₄	4411	A B
5. (GPR148 x E35-1) x CS3541 P ₃	4155	B
6. (GPR148 x E35-1) x CS3541 x M-91057 (45)	4066	B
7. (GPR148 x E35-1) x CS3541 x M-91057 (8)	2778	C

Al observar la columna de reducción de rendimiento podemos ver en Cogollero que en la progenie existe menos reducción que en los progenitores, sin embargo, éste no se considera importante por el hecho de que estadística y prácticamente, la progenie no superó a los padres.

Otro genotipo considerado como tolerante a Barrenador y Cogollero fue: CS3541 Cross (P₂), el cual se cruzó con M-91057 (GPR148 x E35-1)-4-1 x CS3541 derivado -1-1 (P₁) evaluándose de igual forma que el ensayo anterior con toda su progenie.

Los datos obtenidos se muestran en Cuadro 3, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados: El análisis de varianza de los tratamientos protegidos, nos indicó que existía diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se hizo la prueba de Dunca, mostrándonos ésta, que el material M-91057 (P₁) es estadísticamente diferente que el padre 2 y toda la progenie (observe pág. 15).

Asimismo, al analizarse los tratamientos infestados con Cogollero se obtuvo que existía diferencia significativa, determinándose al mismo tiempo que la progenie no superaba a sus progenitores (ver pág.).

Los rendimientos obtenidos en las parcelas infestadas con Barrenador se analizaron, observándose la existencia de significancia entre tratamientos, por lo cual se realizó la prueba de Dunca. Viendo claramente que la progenie no superaba a los padres.

En conclusión, al igual que el ensayo anterior, se determinó que el ataque de Cogollero o Barrenador, retrasan la floración y disminuyen la altura, siendo más notable cuando el ataque es debido al Barrenador.

Es importante hacer notar que el objetivo de este trabajo no fue el de mejorar el rendimiento, por tal razón, las cruces se efectuaron entre padres tolerantes sin importar su rendimiento.

Por los resultados obtenidos y observaciones propias, podemos decir que el método de pedigrí, no es el adecuado para la obtención de materiales tolerantes a Barrenador o Cogollero, la obtención de materiales tolerantes a Barrenador y Cogollero, dado que, parece ser, que esta tolerancia está regida poligénicamente, aún cuando no se ha comprobado bien genética y estadísticamente.

Considerando lo anterior, el programa de sorgo en México, ha iniciado en regiones tropicales, el mejoramiento poblacional con androesterilidad genética, utilizando todos los materiales considerados como tolerantes a Barrenador y Cogollero, teniendo en la actualidad la recombinación de estos genotipos en la población.

Cuadro 3. Concentración de datos de la evaluación de infestación de Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y el Barrenador (*Diatraea Saccharalis*) realizados en la Estación Experimental de Poza Rica, Ver., México, en el año de 1985.

No. Parcela	Pedigrí		Promedio días a Floración	Promedio altura de planta (cm)	Promedio rend. de grano (Kg/Ha)	Reducción de Rendimiento (%)
1	M-91057 P ₁	P	112	170	6011	
		C	113	153	5266	12
		B	115	138	2289	62
2	CS 3541 Cross P ₂	P	101	141	3411	
		C	100	140	3244	5
		B	101	103	1055	69
3	F ₅ M-91057 x CS 3541(15)	P	105	119	3633	
		C	105	111	2865	21
		B	105	98	1555	57
4	F ₅ M-91057 x CS 3541(23)	P	102	140	3966	
		C	101	139	3488	12
		B	101	118	1711	57
5	F ₅ M-91057 x CS 3541(24)	P	97	140	3288	
		C	98	135	2633	20
		B	98	107	1088	67

* Los siguientes datos corresponden a las columnas de rendimiento de grano:

		Promedio (Kg/Ha)	CV %	SE
Protegido	(P)	4061	9	± 210
Cogollero	(C)	3499	9	± 185
Barrenador	(B)	1539	18	± 163

Prueba de Duncan de tratamientos protegidos correspondiente el Cuadro 3.

Material	Rendimiento (Kg/Ha)	Agrupamiento
1. M-91057 (P ₁)	6011	A
2. M-91057 x CS3541 (23)	3966	B
3. M-91057 x CS3541 (15)	3633	B
4. Cs 3541 Cross (P ₂)	3411	B
5. M-91057 x CS3541 (24)	3288	B

Prueba de Duncan de los tratamientos infestados con Cogollero cuyos rendimientos se muestran en el Cuadro 3.

Material	Rendimiento (Kg/Ha)	Agrupamiento
1. M-91057 (P ₁)	5266	A
2. M-91057 x CS3541 (23)	3488	B
3. CS 3541 Cross (P ₂)	3244	B C
4. M-91057 x CS 3541 (15)	2866	B C
5. M-91057 x CS 3541 (24)	2633	C

Prueba de Duncan de los tratamientos infestados con Barrenador correspondiente al Cuadro 3.

Material	Rendimiento (Kg/Ha)	Agrupamiento
1. M-91057 (P ₁)	2289	A
2. M-91057 x CS3541 (23)	1711	B
3. M-91057 x CS3541 (15)	1555	B C
4. M-91057 x CS3541 (24)	1088	C
5. CS 3541 Cross (P ₂)	1055	C

El tercer objetivo se cubre al determinar la limitación del programa, siendo ésta la falta de un entomólogo en sorgo, ya que estos trabajos se han realizado únicamente por la buena disponibilidad del entomólogo de CIMMYT.

Asimismo, se hace notar la necesidad de llevar a cabo trabajos futuros que contribuyan a reforzar la investigación sobre la resistencia de plantas de sorgo a Cogollero y Barrenador, tales como:

- a) Evaluar la colección mundial
- b) Evaluar poblaciones con esterilidad genética
- c) Evaluar híbridos
- d) Estudiar el tipo de herencia

Todos estos trabajos considerados a futuro, sólo serán posibles si el programa de ICRISAT en México, recibe el apoyo económicamente necesario.

ENSAYO EXPLORATORIO DE DENSIDAD Y FERTILIDAD EN EL SORGO SUREÑO, 1984B¹

Rigoberto Hernández, Rigoberto Nolasco, y D.H. Meckenstock²

RESUMEN

En 1984B, se estableció en la Estación Experimental La Lujosa, un ensayo exploratorio de seis densidades de población (50,000 a 400,000 plantas/Ha) y tres niveles de fertilización (0-0-0, 45-15-15 y 180-60-60 Kg/Ha de NPK) empleando para ello la variedad de Sorgo Sureño. Las respuestas de los tratamientos en estudio se reportaron rangos amplios de rendimiento de grano (1.80 a 4.95 Ton/Ha), forraje sin panoja (5.5 a 19.4 Ton/Ha) y Acame (3 a 60%), los cuales se debieron a las grandes diferencias entre las poblaciones de plantas y a los niveles de fertilización empleados. Los resultados indicaron que Sureño sirve como una variedad de doble propósito, cosecha de grano y forraje. La humedad del suelo fue el factor limitante ya que las lluvias cesaron 19 días antes de la floración de la variedad. Se estimó que la sequía causó una reducción en rendimiento de grano de 0.35 Ton/Ha por cada día, la floración tardó después 69 días de la fecha de siembra. Sin embargo, bajo estas condiciones adversas el promedio de rendimiento de grano y forraje del testigo (sin abono), fue 2.2 y 8.6 Ton/Ha respectivamente. El nivel de fertilidad intermedio (45-15-15 Kg/Ha de NPK) aumentó el rendimiento de grano y forraje en un 41 y 17% respectivamente, mientras que el tratamiento de alta fertilidad (180-60-60 Kg/Ha de NPK) incrementó el rendimiento de grano y forraje en un 100 y 95% respectivamente, en comparación con el testigo. También se determinó que niveles altos de fertilidad reducen grandemente el problema del Acame de plantas, es decir, que este problema se presentó en la variedad Sureño debido más que todo a las altas poblaciones de plantas. Este trabajo apoya en parte, la liberación de la variedad de Sorgo Sureño.

1 Presentado en la XXI Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), San Pedro Sula, Honduras, C.A., 16 al 19 de abril de 1985. Fundado en parte por fondos AID/SDAN-XII-G-149 y AID/ESF-522-K046.

2 Jefe Regional Zona Sur y Jefe Programa Nacional de Sorgo, respectivamente, Sección de Investigación Agrícola, Secretaría de Recursos Naturales, Choluteca, Honduras; Profesor Adjunto, Depto. de Ciencias de Suelos & Cultivos, Universidad de Texas A&M/INTSORMIL, Sede en Choluteca, Honduras.

INTRODUCCIÓN

El Programa Nacional de Sorgo (PNS) de la Secretaría de Recursos Naturales está entrando en una nueva etapa en el mejoramiento de sorgo. Las variedades nuevas que se están probando ahora, tienen el potencial de romper el umbral del rendimiento nacional de 1 Ton/Ha, el cual decrece anualmente (Torchelli y Narváez, 1980). Este umbral ha predominado completamente en los productores de sorgo en el país. Ahora, las mejores variedades han rendido más de 7 Toneladas por Hectárea, en algunos ensayos en la Estación Experimental La Lujosa, Choluteca, Honduras. Nunca ha sido conocido en la historia del PNS rendimientos de este nivel. Estos rendimientos han sido debido a la introducción de genoplasmata superior y no por el mejoramiento de prácticas agronómicas. Esta no es la primera vez que una revolución en rendimiento fue comenzado con un genotipo mejorado (Doggett, 1982).

Una de las variedades promisorias del PNS es Sureño, anteriormente fue llamado 62GWT-210. En el ensayo de sorgos resistentes a la intemperie (GWT) de la postrera de 1984, Sureño fue sobresaliente de 39 variedades con 7.1 Ton/Ha (datos no publicados). Considerando que Sureño no es un híbrido este es un rendimiento muy respetable. En los ensayos regionales de 1983, Sureño fue probado en 8 ambientes en el sur de Honduras. Algunos de estos ambientes fueron muy adversos, pero aun el rendimiento promedio del Sureño fue de 3 Ton/Ha (Ramírez, et al, 1984). También la variedad fue estable en rendimiento. Entonces, hay mucha esperanza para Sureño siendo que su rendimiento es 3 veces mayor que el promedio nacional.

La introducción de una variedad no va a resolver todos los problemas del agricultor. Se debe tomar en cuenta que una variedad que rinde más, requiere más. Sánchez (1976), estima que por cada Ton/Ha de grano de sorgo que se cosecha, la planta extrae 30-10-10 Kg/Ha de NPK del suelo. Entonces, el productor cosecha tres veces más con Sureño, sino también está agotando la fertilidad del suelo tres veces más rápido y esta realidad sería perjudicial si no lo toma en consideración. No sólo es la fertilidad del suelo importante cuando se determina la dosis de fertilizantes, sino también debe tomar en cuenta el potencial de rendimiento de la variedad. Las variedades que rinden más utilizan más nutrientes del suelo y esto va a requerir que los agricultores aumenten las dosis de fertilizante. En los años pasados, no fue muy baja pero este aspecto está cambiando con las nuevas variedades.

Hay varias alternativas para tratar el problema de fertilidad de suelo. Una solución común en Honduras ha sido dejar la tierra en descanso por unos años. Pero el día va a llegar cuando no haya tierra suficiente. Tal vez, este día ya ha llegado siendo que el rendimiento nacional está bajando gradualmente cada año y en parte esto puede ser debido a que el tiempo de reposo no es suficiente para rellenar la fertilidad del suelo. Otra alternativa es sembrar el sorgo en asocio o en rotación con otros cultivos que mejoren la fertilidad del suelo. Por ejemplo, se han reportado aumentos en rendimiento de sorgo durante cuatro años de sembrar en asocio con Gandul *Cajanus cajan*, el único fertilizante aplicado fue 15 Kg/Ha de Fósforo (ICRISAT, 1983). Otra alternativa es aplicar fertilizantes sea orgánico o inorgánico.

El objetivo de este trabajo fue estudiar los efectos de la densidad y la fertilidad en el comportamiento de la variedad de sorgo Sureño.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la Variedad

La variedad Sureño con genealogía (SC423 x CS3541) E35-1 -2 fue introducido al país en 1982 de la Estación Experimental de Texas en los Estados Unidos. La variedad se introdujo con el ensayo de sorgos resistentes a la ña temperie y luego fue seleccionado y designado 82GWT-210 por el PNS. También Sureño es conocido por los nombres M62650 y VG146 en otras partes del mundo. El cruce que resultó Sureño fue hecho en el Instituto Internacional para la Investigación en Cultivos de los Trópicos Semi-Aridos (ICRISAT) en la India. Después la variedad fue enviada a México y luego pasó a Texas. Las características de plantas de Sureño son fotóinsensitiva, altura de planta intermedia (doble enano), color de planta amarilla (ppqq), tipo de panoja semicompacta, color de grano crema (R-yyZZb 1b1B2B2), buena calidad tortillera (Meckenstock et al, 1984), resistente a hongos de la panoja (D.T. Rose-now, comunicación personal) y resistente al ataque del gorgojo de maíz Sitophilus zeamais (Proyecto Postcosecha, 1984). En la región sur de Honduras, la variedad Sureño ha tenido una gran aceptación por los agricultores.

Tratamientos

Los tres factores en estudio fueron distancia entre surcos (0.5 y 1 m.), distancia entre plantas (0.20, 0.10 y 0.05 m) y niveles de fertilidad (0-0-0, 45-15-15 y 180-60-60 Kg/Ha de NPK). Estos tratamientos fueron arreglados en un factorial 2 x 3 x 3 lo cual dio 18 tratamientos. Los tratamientos fueron sembrados en bloques al azar con 4 repeticiones. Dos de los tres factores tratan de la densidad, estos son distancia entre surcos y distancia entre plantas. Los tratamientos de densidad fueron arreglados así no sólo para tener información de la población, en general, sino también estudiar la interacción entre estos componentes de la población, el número de plantas en el surco y la distancia entre surcos. Dentro del factor distancia entre surco, el tratamiento de 0.5 m es representativo de un campo de producción de forraje mientras que el tratamiento de 1.0 m es representativo de un campo de producción de grano. El tercer factor trata de la fertilidad. El tratamiento 0-0-0 es considerado el testigo. El tratamiento 45-15-15 Kg/Ha es considerado un nivel de fertilización mínima y es representativo de las prácticas agronómicas que se acostumbra en Honduras. El tratamiento 180-60-60 Kg/Ha de NPK es el considerado con una tecnología alta y también como equivalente de la cantidad de NPK que se extrae del suelo cuando se cosecha 6 Ton/Ha; este nivel fue determinado tomando en cuenta el hecho que el sorgo usa 30-10-10 Kg/Ha de NPK por cada Tonelada de grano cosechado (Sánchez et al, 1976).

Factores Ambientales

El ensayo exploratorio de densidades de población y niveles de fertilización con respecto a la variedad de sorgo Sureño se estableció en la época de postrera de 1984 en la Estación Experimental La Lujosa, Municipio de Marcovia (Latitud 13° 18'N). El análisis de suelo fue hecho por el laboratorio de suelos de la Secretaría de Recursos Naturales (Cuadro 1). Otras características del suelo incluye textura de suelo franco arcilloso, pH 5.9 y 2.1 % de materia orgánica. La precipitación total durante el cultivo fue de 640 mm (Figura 1) distribuida entre el 10 de septiembre y el 2 de noviembre (unos 53 días). Después del 2 de noviembre en La Lujosa no se reportó más lluvia.

Prácticas Culturales

La preparación del terreno se realizó con maquinaria agrícola (tractor), el surcado fue manual con el fin de buscar uniformidad en las distancias entre surco (0.5 y 1.0 m). La siembra se realizó el 11 de septiembre de 1984 (día julian 255) y se cosechó el 8 de enero de 1985. En los tratamientos de fertilidad, se usó fórmula 15-15-15 y Urea. Se aplicó la fórmula en la siembra a razón de 15-15-15 y 60-60-60 Kg/Ha. de NPK para los niveles intermedio y alto respectivamente. La Urea fue aplicada a los 35 días en la dosis necesaria para cumplir los tratamientos. El control de malezas se realizó en forma manual, en cuanto a control de insectos se aplicó MTD600 (dosis 0.7 litro/Ha).

Análisis Estadístico

Se hizo el análisis estadístico según el modelo de un factorial 2 x 3 x 3. También se hizo un análisis de regresión lineal para determinar qué efecto días a floración tuvo en rendimiento de grano. Se tomó observaciones en los siguientes variables: rendimiento de grano y forraje, días a floración, altura de planta, número de plantas por parcela, largo de la panoja, excerción de la panoja y Acame.

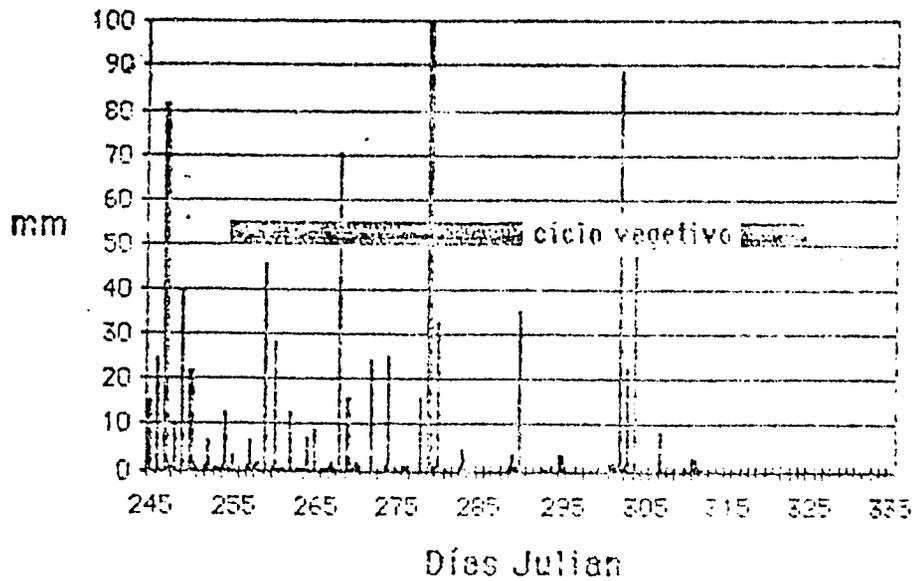


Figura 1. Ciclo vegetivo de Sureño y precipitación durante los meses septiembre a noviembre, en La Lujosa, Honduras, 1984.

Cuadro 1. Resumen de análisis químico del suelo, promedio de 12 muestras de suelo por cada elemento.

Elementos	meq/100 ml suelo	Elementos	µg/ml de suelo
K	1.1	P	12.9
Ca	13.9	Fe	106.8
Mg	2.6	Cu	12.4
		Mn	14.3
		Zn	7.3

Figura 1. Ciclo vegetativo de Sureño y precipitación durante los meses septiembre a noviembre, en La Lujosa, Honduras, 1984.

Cuadro 1. Resumen de Análisis químico del suelo, promedio de 12 muestras de suelo por cada elemento.

Elementos	meq/100 ml suelo	Elementos	ug/ml de suelo
K	1.1	F	12.9
Ca	13.9	Fe	106.8
Mg	2.6	Cu	12.4
		Mn	14.3
		Zn	7.3

Cuadro 1.

RENDIMIENTO PROMEDIO Y ALGUNAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS
DE LA VARIEDAD SUREÑO "ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA LUJOSA 1984-B

(#) Entre surco	(Kg/Ha) Fertilidad	(m) Entre planta	(Tm/Ha) Grano	Días a Flor	Altura de planta (m)	Acame %	Forraje (Tm/Ha)
0.5	0-0-0	0.20	2.59	74	1.96	48	12.1
0.5	0-0-0	0.10	2.35	74	2.06	44	10.4
0.5	0-0-0	0.05	2.34	74	2.23	53	11.4
0.5	45-15-15	0.20	3.52	72	2.01	60	9.5
0.5	45-15-15	0.10	2.80	72	2.16	45	12.2
0.5	45-15-15	0.05	3.21	70	2.22	55	13.2
0.5	180-60-60	0.20	4.95	70	2.07	14	17.3
0.5	180-60-60	0.10	4.70	70	2.26	30	19.4
0.5	180-60-60	0.05	4.64	69	2.20	48	18.8
1.0	0-0-0	0.20	1.80	74	1.74	9	6.0
1.0	0-0-0	0.10	2.19	75	1.80	18	6.0
1.0	0-0-0	0.05	1.94	74	1.83	31	5.5
1.0	45-15-15	0.20	3.04	73	1.73	13	7.1
1.0	45-15-15	0.10	2.95	73	1.82	12	8.6
1.0	45-15-15	0.05	3.17	71	1.98	14	10.4
1.0	180-60-60	0.20	3.79	72	1.87	6	12.7
1.0	180-60-60	0.10	4.42	71	1.93	3	15.5
1.0	180-60-60	0.05	4.02	70	2.10	6	16.9

Cuadro 2.

ANÁLISIS DE VARIANZA, CUADRADOS MEDIOS EN DISEÑO DE PARCELAS SUBDIVIDIDAS

Fuente de V.	Gl.	Grano	Forraje	Días a Flor	Altura	Acame
Total	71					
Densidad	5	0.9597*	65.36**	6.4805*	3456**	3932**
Entre planta	2	0.0238	22.79	9.7638*	2303**	691
Entre surco	1	3.1668**	279.11**	11.6805*	12482**	18176**
Planta x surco	2	0.7921	1.06	0.5972	132	51
Fertilidad	2	29.8929**	451.49**	83.5138**	1122**	1992**
D x F	10	0.1989	7.72	1.8305	117	309
Error	54	0.3403	11.86	2.4675	108	350

* y **

160 -

Cuadro 3.

SEPARACIÓN DE MEDIAS, ENTRE PLANTAS, ENTRE SURCO Y FERTILIDAD

Entre plantas	(Tm/Ha) Grano	Días a Flor	(cm) Altura	(%) Acame	(Tm/Ha) Forraje
0.20 m	3.3 a	72 a	189 a	25 a	10.8 a
0.10	3.2 a	72 a	200 b	25 a	12.0 a
0.05 m	3.2 a	71 a	209 c	34 a	12.7 a
Entre surco					
0.50 m	3.5 a	71 a	213 a	44 a	13.8 a
1.0 m	3.0 b	72 b	186 b	12 b	9.9 b
Fertilidad (Kg/Ha)					
0-0-0	2.2 a	74 a	193 a	34 a	8.6 a
45-15-15	3.1 b	72 b	198 a	33 a	10.1 a
180-60-60	4.4 b	70 c	207 b	18 b	16.8 b

EVALUACIÓN DE LA REPELENCIA A PÁJAROS-PLAGA DE METIOCARBAMATO EN
APLICACIONES GENERALES A SORGO EN MADURACIÓN
EN CONDICIONES DE CAMPO 1/

2/ Rafael Reyes
3/ Rodolfo Arévalo Castro

RESUMEN

Con el objeto de determinar la repelencia a pájaros plaga de Mesurol (Metio carbamato) aplicado a sorgo en maduración, se realizaron 3 ensayos de 1981-1984 en la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador.

Se hicieron 2 aspersiones generales a sorgo CENTA S-3 o ISIAP Durado en maduración, utilizando aspersora manual de espalda en parcelas de 900 m² separadas ampliamente entre ellas.

Se capturaron los pájaros para su identificación, se evaluó el daño en la panoja y se midieron los rendimientos de granos. Se buscaron pájaros afectados por el Mesurol y se determinó los residuos de Mesurol en el grano al momento de cosechar.

Los pájaros más importantes que causaron daño al sorgo, pertenecieron a la familia Fringillidae, Orden Passeriforme. Los daños fueron variables durante los 3 años. En los tratamientos sin Mesurol (testigo) los daños en la panoja fueron de 45 a 83%. El tratamiento con Mesurol (1.7 Kg. i.a./Ha) permitió de 54 a 60% menos daño que el testigo y los rendimientos de grano fueron 1.7 veces más que el testigo.

No se encontraron pájaros afectados o muertos debido al Mesurol.

Los residuos de Mesurol en el grano antes de cosechar, 20 a 23 días después de la segunda aplicación, estuvieron dentro de los límites permisibles para el consumo humano.

Además, se determinó el efecto negativo del Mesurol (1.75 Kg. i.a./Ha. sobre el contenido de proteínas en el grano y por otra parte las aplicaciones

-
- 1/ Trabajo presentado en XXXI Reunión Anual PCCMCA. San Pedro Sula, Honduras, 16-19 abril, 1985.
 - 2/ Ing. Agr., Técnico Programa de Sorgo. Centro de Tecnología Agrícola. CENTA/MAG. San Andrés, El Salvador.
 - 3/ Auxiliar Técnico del Programa de Sorgo. Centro de Tecnología Agrícola. CENTA/MAG. San Andrés, El Salvador.

de Mesurol en el campo redujeron significativamente la incidencia del gorgojo del arroz Sitophilus orizae y la pérdida de peso de sorgo en almacenamiento.

INTRODUCCIÓN

En El Salvador, el daño causado por pájaros-plaga que se alimentan del grano de sorgo en maduración se ha observado desde hace mucho tiempo. Las mayores pérdidas se observan en variedades mejoradas que maduran antes o después del período de maduración del sorgo criollo. Para reducir estas pérdidas, los agricultores generalmente usan espantapájaros y/o personas llamadas pajari-teros; algunos aplican insecticidas organofosforados sistémicos (Azodrin).

Hasta hoy, ningún estudio ha sido hecho que contribuya a reducir o evitar las pérdidas de grano producida por los pájaros.

En 1970, el insecticidas Mesurol (Metiocarbamato) fue evaluado para el control del Molusco Vaginulus plebeius Fisher en frijol (6). Actualmente, este insecticida no se encuentra disponible en el mercado. Sin embargo, en otros países ha demostrado tener una variable y efectiva protección contra un amplio rango de especies de pájaros-plaga en diferentes cultivos. Por consiguiente, los objetivos de este estudio fueron: evaluar la repelencia a pájaros-plaga de Metiocarbamato en aplicaciones generales a sorgo en maduración, identificar los pájaros-plaga, estimar las pérdidas en grano y determinar el contenido de residuos del insecticida en el grano.

LITERATURA REVISADA

En El Salvador, Thurber (16) y Van Rossem, citado por Rand y Traylor (11) mencionan la historia de la Ornitología y discuten diversos aspectos sobre especies de pájaros.

Schafer y Erunton (12) evaluaron 724 repelentes químicos contra varias especies de pájaros. Los productos que tuvieron alta repelencia y baja toxicidad fueron Metiocarbamato y el DRC 5524.

Martin y Jackson (7) realizaron experimentos de campo con Metiocarbamato en sorgo, milo, trigo, cebada, triticale y arroz. Recomiendan que cereales con semillas expuestas (sorgo, milo) pueden necesitar 2 tratamientos para extender la protección si el daño de pájaros comienza pronto, después de la floración. Semillas protegidas (trigo, triticale, cebada, arroz) pueden necesitar sólo un tratamiento dependiendo del período de susceptibilidad, el tiempo en el cual los pájaros inician el daño y el tipo de adherente usado. Además, presentan consideraciones generales para la investigación en repelentes químicos contra pájaros.

Henkes (5), informa del insecticida Metiocarbamato, el cual también actúa como repelente. Señala que ha sido empleado en Uruguay para controlar los ataques de las palomas de anillo en plantaciones de sorgo para grano. También se usó en Nicaragua para controlar un pájaro de la familia de los Fringilidos y en Africa del Sur se usó para el control de las Queleas (Q. sanguinirostris) que ocasionaban daños en cultivos de trigo y arroz. Destaca que la Agencia Norteamericana de Protección del Medio Ambiente ha determinado que este producto se puede emplear sin ningún riesgo en frutas comestibles hasta 14 días antes de la cosecha.

Mitchell (9) menciona que el Metiocarbamato ha demostrado ser un repelente seguro y eficaz para muchas especies distintas de aves cuando se aplica sobre las cosechas en proporciones tan pequeñas como una libra por acre. También informa que una especie que afecta a toda la América Central es el arrocero (Spiza americana) que emigra a través de América Central en la primavera y en el otoño.

El Centro de Investigación de vida silvestre (17, 18) también reporta sobre la eficacia de Mesurol contra pájaros-plaga que se alimentan de sorgo en maduración.

Schafer, Brunton y Lockyer (13), probando la aversión aprendida con los repelentes metiocarbamato y Thiram en pájaros silvestres encontraron que el Metiocarbamato produjo la respuesta más fuerte y duradera en la mayoría de especies.

Bruggers (1) presenta los resultados de varias evaluaciones de campos con Metiocarbamato para proteger cultivos en procesos de maduración del ataque de pájaros en Somalia, Tanzania, Etiopía y Kenia (Africa). Se aplicó Metiocarbamato en bandas continuas o alternadas y en machones utilizando bombas aspersoras manuales a parcelas de arroz, trigo, sorgo y girasol, con superficies de 0.5 a 1.125 Ha. Los resultados mostraron gran efectividad y bajo costo.

Sotomayor-Ríos (15) evaluó frecuencias de aplicación de 1, 2, 3 y 4 semanas durante el período de maduración. Se aplicaron dosis de 2 y 4 Kg/Ha. No hubo diferencia significativa entre tratamientos en cuanto a rendimiento de grano. Sin embargo, Durcan (2) encontró que los rendimientos fueron el 28% más altos y el daño de pájaros fue 37% más bajo cuando se compararon las parcelas tratadas con Metiocarbamato con las parcelas sin Metiocarbamato. La dosis de 1.2 Kg/Ha de Mesurol 75 PH pareció repeler tan efectivamente como dosis más grandes (2.40 y 4.26 Kg/Ha). Los rendimientos de granos fueron sustancialmente reducidos cuando la dosis del tratamiento con Metiocarbamato de 1.2 a 4.26 Kg/Ha. Además, menciona que el Metiocarbamato podría estimular el crecimiento de las plantas.

Mital et al (8) utilizaron Mesurol 75 PH (1.8 Kg. i.a./Ha) en diferentes estados de desarrollo de la panoja. Concluyeron que las aplicaciones de Mesurol en las etapas de grano suave y duro dieron la mejor protección del ataque de

pájaros. Los datos también indicaron que la infestación de Acaros en sorgo fue favorecida por el Mesurol; por su parte Duncan y Boswell (3) determinaron que las aplicaciones de Mesurol redujeron el contenido de proteína (Nitrógeno) en el grano en un 5.1%, y que el efecto más grande fue sobre la concentración de Cobre, causando una reducción de más del 25%.

Mott y Lewis (10) concluyeron que aplicaciones aéreas de Metiocarbamato en dosis de 3.36 Kg/ i.a./Ha redujeron el daño causado por pájaros negros Agelaius phoeniceus en grano de sorgo en maduración. Después de 2 semanas, los pájaros habían dañado el 38.1% del total de las panojas de sorgo en el tratamiento sin Mesurol, mientras que solamente el 6.4% fue dañado en las parcelas con Mesurol. El número de pájaros observados en los campos tratados y no tratados no estuvo relacionado con el daño que ellos causaron. Los pájaros frecuentaron los campos tratados en aproximadamente el mismo número que en los no tratados.

Schafer (14), muestra un cuadro resumen detallado de los productos químicos más usados para el control de los pájaros en varios cultivos de los Estados Unidos. En este cuadro se incluyen desde repelentes hasta productos tóxicos.

Finalmente, Guarino (4), resume sobre la efectividad del Metiocarbamato como repelente de pájaros en varios cultivos, tales como: semillas en germinación (maíz), granos en maduración (arroz, sorgo), frutas en maduración (cerezas, uvas).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 3 ensayos en la Estación Experimental Agrícola de Santa Cruz Porrillo, ubicada a 36 metros sobre el nivel del mar, Departamento de San Vicente, El Salvador, durante febrero a diciembre de 1981, julio a noviembre de 1982 y septiembre de 1983 a enero de 1984 respectivamente.

El diseño utilizado fue de bloques al azar con 3 repeticiones y 3 tratamientos. Los tratamientos evaluados en 1981 y 1982 fueron: 1 con Mesurol 75 PM y sin pajaritero, 2 sin Mesurol y con pajaritero, 3: sin Mesurol y sin pajaritero (testigo absoluto). En 1983/84 se probaron 3 dosis de Mesurol 50 PM y un testigo absoluto.

El 2 de septiembre (1981), 29 de julio (1982) y 19 de septiembre (1983), se sembraron las parcelas de 25 a 100 metros de separación dentro de cada bloque. Cada parcela tuvo 30 m x 30 m (900 m²). En 1981 y 1982 se sembró la variedad mejorada de sorgo CENTA S-3 (25 lb/Mz. y en 1983, ISIAP Dorado a un distanciamiento de 0.6 metros entre surco y 0.13 m. entre plantas).

En 1981, en la parte central de cada parcela se dejó un surco sin sembrar para la colocación de las redes neblina. En 1982/83, las parcelas fueron sembradas completamente.

En estas parcelas se realizaron todas las labores recomendadas por el CENTA, para obtener buena formación de granos.

Cuando el cultivo inició la floración, se seleccionaron al azar 10 surcos de cada parcela. En cada surco seleccionado se marcaron sistemáticamente 5 puntos. Cada punto estuvo formado de 10 plantas consecutivas, las cuales fueron identificadas con pintura (Spray paint).

En estas plantas marcadas, se realizó el recuento de panojas con o sin daño de pájaros. Los resultados finales estuvieron basados en el rendimiento en grano seco de estas panojas.

Los datos tomados y actividades realizadas durante el período vulnerable del cultivo a daños por pájaros fueron:

- 1.- Captura de pájaros con redes neblina para identificación, conteo y liberación una vez por semana durante 2 horas/día de 8 a 9 a.m. y de 4 a 5 p.m. sólo en 1981.
Cada red tuvo una longitud de 12 m. Se colocaron 2 redes consecutivas por parcela.
2. Estimación de daños en la panoja causados por pájaros antes y después de cada aplicación de MesuroI y antes de cosechar. Para evaluar el daño se utilizó la escala de 0 a 10 en la que 0 - 6% de daño; 1 - 1 a 10%, 2 - 11 a 20%, 3 - 21 a 30% . . . 9 - 81 a 90% y 10 - 91 a 100%.
3. Búsqueda de pájaros afectados o muertos durante los primeros tres días consecutivos después de la aplicación del repelente.
4. Toma de muestras de granos de panojas no marcadas de los diferentes tratamientos, inmediatamente antes de cosechar, para análisis de residuos y contenido de proteínas.
5. Medición de rendimientos en grano seco de las panojas marcadas en cada parcela.
6. Alimentación de gallinas en confinamiento para detectar la aceptación o rechazo de los granos tratados (en 1981), la cual fue realizada en la granja avícola de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA), ubicada en San Andrés, La Libertad.
7. Almacenamiento de granos de los diferentes tratamientos para observar el efecto de las aplicaciones de MesuroI sobre plagas de granos almacenados.

El 1 y 9 de diciembre (1981), 21 de octubre y 12 de noviembre (1982) y el 7 y 16 de diciembre (1983) se aplicó el Metiocarbamato con aspersora manual de mochila con un gasto promedio de 88 galones de agua por Hectárea, cuando el cultivo se encontraba en la etapa temprana de grano lechoso y/o los pájaros ya habían causado cierto daño.

El 9 de enero de 1984, se almacenaron en bolsas de papel, 60 libras de cada tratamiento. Cada 15 días se tomaron muestras de 0,6 libra (10 muestras con calador de granos) de cada tratamiento y de una submuestra de 500 granos se tomaron los datos (Cuadro).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Primer Ensayo. 1981.

En este ensayo la incidencia de los pájaros sobre las parcelas fue muy baja, debido a que durante el período de maduración de las parcelas evaluadas, también hubo otros lotes vecinos de sorgo en maduración. Esta situación influyó en que no ocurrieran daños por pájaros en la mayoría de parcelas. Sólo se observaron daños en 2 parcelas por lo que fueron considerados datos preliminares.

En los muestreos de pájaros realizados de febrero a abril (Cuadro 1) y los muestreos hechos durante el período de maduración de las parcelas en noviembre-diciembre (Cuadro 2) puede notarse que la mayoría de los pájaros pertenecen a la familia Fringillidae, del orden Passeriformes. Estos se observaron desde noviembre a abril. Durante este tiempo hubo sorgo en maduración disponible para su alimentación.

Al analizar el Cuadro 2, se observa que la especie más importante fue el Pheucticus ludovicianus con el 60.5% del total de la población incidente, la cual predominó durante todo el período de captura.

En los muestreos de pájaros del 30 de noviembre, las redes fueron colocadas, en el surco muerto central de cada parcela pero se observó que los pájaros estaban causando daño en las partes del cultivo más próximo a los cercos de árboles donde los pájaros descansaban. En los muestreos del 9, 16 y 21 de diciembre, las redes fueron cambiadas de posición y colocadas entre la parcela y el surco de árboles. Las redes estuvieron próximas a las parcelas. Fue notorio que en esta nueva posición las redes fueron más efectivas.

En la Figura 1, se puede apreciar que la curva del número total de pájaros tiene la misma tendencia que las curvas de daño en las parcelas tratadas y no tratadas. Esto también puede observarse al comparar el número total de pájaros en las parcelas con y sin Metiocarbamato (Cuadro 2), lo cual coincidió con los resultados obtenidos por Mott y Lewis (12).

No se encontraron pájaros que hayan sido afectados por el Metiocarbamato.

Con respecto al rendimiento en grano (Cuadro 3) hubo diferencias entre tratamientos al 0.01 de probabilidades. En la Figura 2, la parcela con Metiocarbamato produjo 2691 Kg/Ha y la parte testigo produjo 1456 Kg/Ha. Es decir, que la parcela con Metiocarbamato produjo 1.8 veces más que la parcela sin Metiocarbamato.

Según los rendimientos obtenidos, se dedujo que a pesar que los pájaros continuaron visitando la parcela tratada, éstos no produjeron pérdidas considerables en el rendimiento lo cual se le atribuyó al Metiocarbamato.

El análisis de residuos de Metiocarbamato en el grano, realizado por el Departamento de Química Agrícola del CENTA, reveló que se encuentran dentro de los límites permisibles para el consumo humano.

Tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos cuando se alimentó a gallinas en confinamiento.

Cuadro 1. Pájaros-plaga alimentándose de sorgo en maduración, capturados en redes neblina en muestreos preliminares, Estación Experimental de Santa Cruz Horriño, San Vicente, El Salvador. febrero-abril de 1981.

NOMBRE		FAMILIA	ORDEN
COMÚN	TECNICO		
Puñalada	<u>Pheucticus ludovicianus</u>	Fringillidae	Passeriformes
Azulejo	<u>Guiraca caerulea</u>	Fringillidae	Passeriformes
Azulejo	<u>Passerina cyanea</u>	Fringillidae	Passeriformes
Siete colores	<u>Passerina ciris</u>	Fringillidae	Passeriformes
Tingulinche, Volatín	<u>Volatinia jacarina</u>	Fringillidae	Passeriformes
Arrocero	<u>Sporophila torqueola</u>	Fringillidae	Passeriformes
Tortolita	<u>Columbina talpacoti</u>	Columbidae	Columbiformes
Arrocero	<u>Passer domesticus</u>	Ploceidae	Passeriformes

Cuadro 2. Número total de pájaros por tratamiento y su proporción, capturados con redes neblina (mist nets) en sorgo CENTA S-3 en maduración en muestreos realizados el 30 de noviembre, 8, 16 y 21 de diciembre de 1981. Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo, Departamento de San Vicente, El Salvador.

Nombre (s) Común (es)	Nombre Científico	T ₁	T ₂	TOTAL	%
Puñalada	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	38	11	49	60.5
Tortolita	<i>Columbina talpacoti</i>	7	10	17	21.0
Arrocero, Corbatita	<i>Sporophila torqueola</i>	0	5	6	7.4
Siete Colores	<i>Passerina ciris</i>	0	6	6	7.4
Azulejo	<i>Passerina cyanea</i>	0	3	3	3.7
TOTAL		45	36	81	100.0

T₁ - Parcela tratada con Metiocarbamato 75 P.M. (1.07 Kg i.a./Ha), y

T₂ - Parcela sin Metiocarbamato y sin Pajaritero.

Cuadro 3. Análisis de varianza para rendimiento (Kg/Ha) en evaluación de repelencia de Mesurol a Pájaros-plaga que se alimentan de sorgo en maduración.
Estación Experimental Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador. 22 de diciembre de 1981.

Causas de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.	
					0.05	0.01
Bloques	49	0.121	0.002	0.63		
Tratamiento	1	0.194	0.194	49.95**	4.00	7.08
Error	49	0.190	0.003			
Total	99	0.506				

** Significativo al 0.01 de probabilidades

\bar{X} = 0.15 S = 0.055 C.V. = 36.51%

Segundo Ensayo. 1982.

Se evaluaron 3 tratamientos en 3 repeticiones. Según las observaciones visuales realizadas, los pájaros continuaron visitando tanto las parcelas con Mesurol así como aquellas sin Mesurol. Los pájaros observados fueron los mismos registrados en 1981.

En la Figura 3, al 21 de octubre antes de la primera aplicación, el daño promedio fue de 3.8%. No hubo diferencia significativa entre tratamientos. Al 23 de noviembre, hubo diferencia significativa entre tratamientos al 0.05 de probabilidades (Cuadro 4). Según la prueba de Duncan, los tratamientos con pajaritero, y con Mesurol fueron iguales entre sí pero diferentes al testigo.

En el tratamiento testigo ocurrieron los daños mayores con un rango de 45 a 83% y un promedio de 67%. El tratamiento con Mesurol produjo el 54% menos de daño cuando se comparó con el testigo. Esta misma tendencia y significancia estadística se presentó en los rendimientos de grano obtenidos (Fig. 4, Cuadro 5). El tratamiento con pajaritero superó en rendimiento al resto de tratamientos, produciendo 2.6 veces más que el testigo. Por su parte, el tratamiento con Mesurol produjo 1.7 veces más que el testigo. Se sugiere que para futuros ensayos, cuando se evalúen pajariteros, se utilicen parcelas de 7000 m² (un pajaritero por manzana).

No se encontraron pájaros afectados o muertos por el Mesurol.

Al analizar el daño a través del tiempo (Fig. 3, Cuadro 4), del 9 de noviembre en adelante, hubo significancia estadística entre tratamientos, lo cual indica que el mesurol hay que aplicarlo con una frecuencia de aproximadamente 10 días de intervalo. Estos mismos resultados se obtuvieron en 1983 (Fig. 5, Cuadro 7), en el cual hubo significancia estadística desde el 23 de diciembre.

Los restos de insecticidas en el grano al momento de cosechar estuvieron dentro de los límites permisibles para el consumo humano.

Cuadro 4. Análisis de varianza y comparaciones de promedios del porcentaje de daño causado por pájaros que se alimentan de sorgo en maduración en los diferentes tratamientos. Estación Experimental Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador, 9 de noviembre de 1982.

F. de V.	G.L.	S.C.	G.M.	Fc	Ft	
				0.05	0.01	
Repeticiones	2	431.20	215.60	1.61 ^{n.s.}	6.94	18.00
Tratamientos	2	2.456.82	1.228.41	9.20 ⁺	6.34	18.00
Error	4	533.81	133.45			
Total	8	3.421.84				

+ Significativo al 0.05 probabilidad estadística.

n.s. = No significativo

\bar{X} = 27.21 S = 11.5520 CV = 42.45 ET = 6.669

Diferencia entre promedios de tratamientos

Tratamientos	\bar{X}	Diferencia
Pajaritero	8.13	a
Mesurol	25.07	a
Testigo	48.49	

Cuadro 5. Análisis de varianza y comparaciones de promedios del porcentaje de daño causado por pájaros que se alimentan de sorgo en maduración, antes de cosecha. Estación Experimental, Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador, 23 de noviembre de 1982.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	
				0.05	0.01
Repeticiones	2	239.84	119.92	0.73 n.s.	6.94 18.00
Tratamientos	2	5.119.16	2.559.58	15.63 *	6.94 18.00
Error	4	654.73	163.68		
Total		6.013.74			

* Significativo al 0.05 de probabilidad

n.s. = No significativo

\bar{X} = 35.88 S = 12.79 CV = 35.65% ET = 7.3864

Diferencia entre promedios de tratamientos

Tratamiento	\bar{X}	Diferencia
Pajaritero	9.00	a
Mesuro1	31.70	a
Testigo	66.96	b

Cuadro 6. Análisis de varianza y comparaciones de promedios del rendimiento (Ton/Ha) obtenidas en evaluación de la repelencia a pájaros que se alimentan de sorgo en maduración. Estación Experimental Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador, Cosecha 26 de noviembre de 1982.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	0.05	Ft	0.01
Repeticiones	2	2.48	1.24	7.34*	6.94		18.00
Tratamientos	2	5.25	2.62	15.53*	6.94		18.00
Error	4	0.67	0.16				
Total	8	8.41					

* Significativo al 0.05 de probabilidad

\bar{X} = 2.06 S = 0.4 CV = 19.41% ET = 0.2309

Diferencia entre promedios de tratamientos - Prueba de DUNCAN

Tratamientos	\bar{X}_s	Diferencia
Pajaritero	3.02	a
Mesuro1 <u>1/</u>	2.02	b
Testigo absoluto	1.15	c

1/ Mesuro1 (1.71 Kg. i.a./Ha) + Adherente Disapen (2 cc/galón agua)

Cuadro 7. Análisis de varianza y prueba de Duncan del daño causado por pájaros que se alimentan del sorgo en maduración tratado con diferentes dosis de Mesurol 50 PH. Estación Experimental Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador. 7 Dic. 1983 - 5 enero 1984.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc		Ft	
				0.05	0.01	0.05	0.01
Repeticiones	1	0.0180	0.0180	0.06	10.13	34.12	
Tratamientos	3	11.2541	3.7513	12.71	9.28	29.46	
Error "A"	3	0.8854	0.2951	-	-	-	
Fechas	5	15.9115	3.1823	72.60**	2.90	4.56	
Int. (fechas x repet.)	5	2.5591	0.5118	11.67**	2.90	4.56	
Int. (fechas x trat.)	15	3.5389	0.2359	5.38**	2.43	3.56	
Error "B"	15	0.6575	0.0438				
Total	47	34.8246					

** = Significativo al 0.01 y 0.05 de probabilidad

Error "A" Error "B"
 $\bar{X} = 0.91$ $\bar{X} = 0.91$ ET Tratamiento = 0.1568

S = 0.5432 S = 0.9192
 CV = 59.69% CV = 22.99% ET fechas = 0.0739

Prueba de Duncan para diferencia entre promedios tratamientos

Tratamientos	\bar{X}	Diferencia
Tt Testigo (s. Mesurol)	1.74	a
T3 Mesurol 50 PH (4.5 Kg/Ha)	0.76	
T1 Mesurol 50 PH (2 Kg/Ha)	0.60	
T2 Mesurol 50 PH (3.5 Kg/Ha)	0.55	

Prueba de Duncan para diferencia entre promedios de fechas

Fechas	\bar{X}	Diferencia
F6. 5 enero/84	1.86	a
F5. 30 Dic./83	1.43	b
F4. 23 Dic./83	0.90	c
F3. 19 Dic./83	0.67	
F2. 15 Dic./83	0.42	
F1. 7 Dic./83	0.19	

Tercer Ensayo. 1983.

En este ensayo se evaluaron 4 tratamientos: 3 dosis de Mesurol, un testigo sin Mesurol, repetidos 3 veces; pero debido a que en algunas parcelas no hubo incidencia ni daño por pájaros se descartó una repetición.

Según el análisis de varianza del daño (Cuadro 7, Fig. 5) hubo significancia estadística al 0.05 de probabilidades. Las 3 dosis de Mesurol fueron iguales entre sí, pero diferentes al testigo. Los tratamientos con Mesurol permitieron un 60% menos de daño cuando se compararon con el testigo. El tratamiento testigo presentó los mayores daños con un rango de 29 a 41%. Sin embargo, no hubo significancia estadística cuando se compararon los rendimientos. Aunque los tratamientos con Mesurol produjeron los mayores rendimientos de grano (Fig. 6).

No se encontraron pájaros afectados por el Mesurol. También los residuos de Mesurol en el grano estuvieron dentro de los límites permisibles de consumo humano, sin embargo, ganado vacuno fue alimentado con zacate de sorgo tratado con Mesurol causándole diarrea.

El análisis químico del contenido de proteína en el grano al momento de cosechar dio los siguientes resultados:

Tratamiento	Proteína cruda o total (%)	Proteína en pared celular (%)	Proteína asimilable (%)
T1: Mesurol 50 PH (1.00 Kg i.a./Ha)	11.61	1.35	10.26
T2: Mesurol 50 PH (1.75 Kg i.a./Ha)	9.11	1.06	8.05
T3: Mesurol 50 PH (2.25 Kg i.a./Ha)	10.02	1.35	8.67
T4: Testigo (sin Mesurol)	12.06	1.10	10.96

Estos datos revelaron que los tratamientos con Mesurol comparados con el testigo, redujeron el contenido de proteína total hasta un 24%. Este efecto detrimental coincide con los resultados obtenidos por Duncan y Boswell (3).

Con respecto al efecto del Mesurol sobre insectos-plaga de granos en almacenamiento, se tuvieron los siguientes resultados: la más importante fue el Gorgojo del Arroz Sitophilus orizae L. (Curculionidae-Coleoptera). Además, hubo muy poca incidencia, la cual no fue considerada, de la Palomilla Indiana de las harinas Plodia interpunctella Hubn. 1813. (Phycitidae-Lepidoptera) y Rizoperta dominica F. (Bostrichidae-Coleoptera).

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Cuadro 8. Número de adultos de Sitophilus orizae L. y pérdida de peso (%) producido en sorgo en almacenamiento. Estación Experimental Santa Cruz Porrillo. del 9 de enero al 17 de abril de 1984. San Vicente, El Salvador.

Tratamiento	Número de adultos de <u>Sitophilus orizae</u> 1/							
	Marzo 1		Marzo 15		Marzo 30		Abril 17	
	V	M	V	M	V	M	V	M
Mesuro1 (1.00 Kg i.a./Ha)	2	2	3	11	24	18	20	25
Mesuro1 (1.75 Kg i.a./Ha)	1	0	1	1	0	0	0	2
Mesuro1 (2.25 Kg i.a./Ha)	0	5	0	33	0	22	0	16
Testigo (sin Mesuro1)	79	8	193	112	388	166	130	212

1/ Proviene de 0.6 lb. de granos por cada tratamiento

V = vivos

M= muertos

Tratamiento	% de pérdida de peso 2/			
	Marzo 1	Marzo 15	Marzo 30	Abril 17
T1 Mesuro1 (1.00 Kg i.a./Ha)	1.64	2.70	1.15	2.07
T2 Mesuro1 (1.75 Kg i.a./Ha)	0.35	0.38	0.33	0.94
T3 Mesuro1 (2.25 Kg i.a./Ha)	0.16	0.38	0.43	0.60
T4 Mesuro1 (sin Mesuro1)	5.19	9.16	11.73	9.57

1/ Proviene de submuestra de 500 gramos estimado según fórmula : %

$$\text{Pérdida Peso} = \frac{(UNd) - (DNu)}{U(Nd + Nu)} \times 100$$

en donde: U = Peso de granos sanos

Nu = # de granos sanos

Nd = Número de granos dañados

D = Peso granos dañados

Fuente: ADAMS, J.M. Weight loss caused by development of Sitophilus zeamais (motsch). In Maize Journal of Stored Products. Vol. 12 pp. 90, 269-272. 1976.

Se observa que las diferentes dosis de Mesurol redujeron la población de adultos y el porcentaje de pérdida de peso al compararlos con el testigo, durante todo el período de recuento. Los mejores tratamientos fueron las dosis de 1.75 y 2.25 Kg. i.a./Ha de Mesurol.

Se suspendieron los recuentos debido a daño por ratas. Estos resultados son promisorios. Se podría utilizar el Mesurol como repelente de pájaros y a la vez se controlaría la infestación de campo de Sitophilus orizae, evitándose así el tratamiento de la semilla para almacenamiento.

CONCLUSIONES

Se identificaron los pájaros que se alimentaron de sorgo en maduración. Los de mayor incidencia pertenecieron a la familia Fringillidae, del Orden Passeriforme, de los cuales sobresalieron Pheucticus ludovicianus, Sporophila torqueola, Passerina ciris, Passerina cyanea y Volatinia jacarina. Estos continuaron visitando en las mismas proporciones, ya sea antes o después de la aplicación de Metiocarbamato, las parcelas tratadas y no tratadas.

El daño causado por estos pájaros en 1981 y 1983 fue moderado. En 1982 se observaron los mayores daños, sorgo en maduración durante octubre, antes del período de maduración de los sorgos criollos. En las parcelas testigo se registraron daños en la panoja de 45 a 83%. Hubo significancia estadística entre tratamientos al 0.05 de probabilidades. El tratamiento con pajaritero presentó los menores daños cuando se comparó con el Metiocarbamato y el testigo. Por su parte, el tratamiento con insecticida produjo de 54 a 60% menos daño que el testigo.

Los rendimientos de grano fueron mayores en las parcelas tratadas con Metiocarbamato que aquellas sin él. En 1982, el tratamiento con Metiocarbamato produjo 1.7 veces más que el testigo.

No se encontraron pájaros que hubieran sido afectados o muertos por este insecticida.

Las trazas de los residuos de Mesurol en el grano al momento de cosechar, de 20 a 23 días después de la segunda aplicación, estuvieron dentro de los límites permisibles para el consumo humano. Tampoco hubo repelencia cuando se alimentó a gallinas en confinamiento con sorgo tratado con Mesurol.

Se estimó que el Mesurol debería ser aplicado con una frecuencia aproximada de 10 días de intervalo entre cada aplicación.

El Mesurol redujo hasta un 24% el contenido de proteína total en el grano. Por otra parte, las aplicaciones de Mesurol controlaron las infestaciones de campo de Sitophilus orizae L.

RECOMENDACIONES

- Hacer análisis de residuos de Mesurol en el zacate de sorgo al momento de cosechar y determinar el efecto que la alimentación con este zacate pueda causar en el ganado bovino y equino.
- Seguir investigando sobre la reducción en el contenido de proteínas en el grano, así como la eficacia del Mesurol para controlar infestaciones de campo de Sitophilus orizae.

BIBLIOGRAFÍA

1. BRUGGERS, R. et al. Reduction of bird damage to field crops in Eastern-Africa with Methiocarb. Tropical Pest Management 27 (2): 230-241. 1981.
2. DUNCAN, R.R. Methiocarb as a bird repellent on ripening grain sorghum. Canadian Journal, planta Science 60: 1129-1133. 1980.
3. DUNCAN, R.R. and BOSWELL, F.C. Seed element concentration, grain yield, and bird damage ratings of grain sorghum hybrids after mesurol treatment. Sorghum Newsletter 23: 144-145. 1980.
4. GUARINO, J.L. Methiocarb, a chemical bird repellent: a review of its effectiveness on crops. Proceedings Sth Vertebrate Pest Control Conference, Fresno, California, March 7-9, po. 108-111. 1972.
5. HENKES, R. Nuevas técnicas para reducir el daño de los pájaros. El Surco Latinoamericano Nº 3 p. 2-4. 1979.
6. MANCIA, J.E. La babosa (Vaginulus plebeius Fisher), nueva plaga del cultivo del frijol en El Salvador. In XVII Reunión Anual del PCCMCA, Panamá, R.P. Marzo 2-5, 1971. Volumen sobre frijol. pp. 43-61. 1971.
7. MARTIN, L.R. and JACKSON, J.J. Field testing of a bird repellent chemical on cereal crops. Test methods for vertebrate pest control and management materials. Eds. W.B. Jackson and R.E. Marsh., American Society for Testing and Materials. pp. 177-185. 1977.
8. MITAL, V.P., KADAM, J.R. and DESAI, K.B. Methiocarb as a bird repellent in grain sorghum. Sorghum Newsletter 24-41. 1981.
9. MITCHELL, G.C. Plagas de vertebrados y la agricultura en América Latina. Denver Wildlife Research Center. Denver, Colorado, 11 p. Septiembre, 1979.

10. MOTT, D.F. and LEWIS, L.E. Methiocarb: A bird repellent on ripening grain sorghum. Sorghum Newsletter 19: 95-97. 1976.
11. RAND, A.L. y TRAYLOR, M.A. Manual de las aves de El Salvador. 2a. Ed. Editorial Universitaria, San Salvador, El Salvador, C.A. 308 p.
12. SCHAFER, E.W. and BRUNTON, R.B. Chemicals as bird repellents: Two promising agents. Journal of Wildlife Management 35 (3): 569-572. July 1971.
13. SCHAFER, E.W. Jr. BRUNTON, R.B. and LOCKYER, N.E. Learned aversion in wild birds: a method for testing comparative acute repellency. Test methods for vertebrate pest control and management materials, Eds. W.B. Jackson and Materials. pp. 186-194. 1977.
14. SCHAFER, E.W. Registered bird damage chemical controls. Pest Control, June: 36-39. 1979.
15. SOTOMAYOR-RIOS, A. Effect of rates and frequency of application of Methiocarbs as a bird repellent on sorghum. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 61 (3): 332-336. 1977.
16. THURBER, W.A. Cien Aves de El Salvador. 1a. Ed. Dirección de publicaciones del Ministerio de Educación, San Salvador, El Salvador, 100 p. 1979.
17. U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE. Vertebrate damage control research in agriculture. Annual Progress Report 1978. Denver Wildlife Research Center. pp. 54-55.
18. U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE. Vertebrate damage control research in agriculture. Annual Progress Report 1979. Denver Wildlife Research Center, S.F. pp. 53-58, 39-90.