

P R E S E N T A C I O N

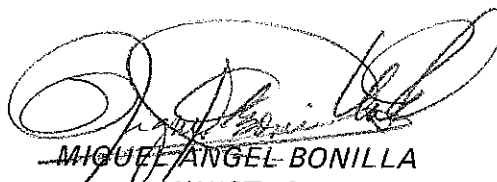
Para el Comité Organizador de la XXXI Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA) en especial, y para la Secretaría de Recursos Naturales en general, es una verdadera satisfacción el poder presentar la Memoria de la XXXI Reunión Anual, celebrada en la ciudad de San Pedro Sula, Cortés, Honduras, del 16 al 19 de abril del presente año.

Consideramos que esta Reunión abundó en trabajos técnicos, fe de lo cual dan los cinco (5) volúmenes que componen esta Memoria, la cual no dudamos vendrá a acrecentar el acervo tecnológico que en materia agrícola existe en el área Centroamericana y del Caribe.

El trabajo requerido para la publicación de esta Memoria ha sido intenso pero se ha contado con la valiosa colaboración de la señora Gladys Elizabeth Vásquez de Sánchez, sin quien la edición de este trabajo hubiese resultado casi imposible.

El Comité Organizador de la Reunión, a través de mi persona quiere dejar constancia del trabajo técnico realizado por los Ingenieros Gerardo Reyes y Antonio Silva en la edición de esta Memoria.

Esperamos que esta Memoria sirva de instrumento de trabajo en el quehacer diario de los técnicos de la región y, que los conocimientos en ella documentados contribuyan a un rápido y sostenido desarrollo de la zona.



MIGUEL ÁNGEL BONILLA
MINISTRO
SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES

I N D I C E

VOLUMEN I	MAIZ	(M-1	—	M-39-B)
VOLUMEN II	MAIZ	(M-40	—	M-54)
	SORGO	(S-1	—	S-20)
VOLUMEN III	LEGUMINOSAS	(L-1	—	L-36)
VOLUMEN IV	HORTALIZAS	(H-1	—	H-38)
VOLUMEN V	ARROZ	(A-1	—	A-16)
	SEMILLAS	(SE-1	—	SE-10)
	PRODUCCION			
	ANIMAL	(PA-1	—	PA-9)

CONTENIDO

VOLUMEN II

<u>MAIZ</u>	<u>Página</u>
M-40 ESTUDIO SOBRE LA SUSTITUCION DE MAIZ POR PAPA EN LA ELABORACION DE TORTILLA EN EL MUNICIPIO DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA <i>Axel Esquite Castillo, Arnoldo A. García Soto</i>	1
M-41 SISTEMAS DE PRODUCCION PRACTICADO EN EL ALTIPLANO DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA, UNA PRIMERA APROXIMACION. <i>Mamerto Reyes-Hernández</i>	18
M-42 APLICACION DE LA METODOLOGIA DE TORO BRIONES PARA DEFINIR PRIORIDADES DE INVESTIGACION A NIVEL DE RUBROS DE PRODUCCION PARA EL DESARROLLO AGRI-COLA DE UN AREA ESPECIFICA DE EL SALVADOR. <i>Alma Sonia Nuila Meléndez</i>	32
M-43 DESARROLLO Y USO DEL GERMOPLASMA DE MAIZ DE ALTA CALIDAD PROTEICA EN LA FORMACION DE HIBRIDOS. <i>Surinder K. Vasal, Evangelina Villegas</i>	49
M-44 INTERACCION GENETICO-AMBIENTAL DE 19 GENOTIPOS DE MAIZ EVALUADOS EN TRES LOCALIDADES DE NICARAGUA. <i>Marvin Obando P., Róger Urbina A.</i>	61
M-45 AVANCES DE SELECCION EN EL MEJORAMIENTO POBLACIONAL DE DOS VARIEDADES PRECOCES DE MAIZ, COMAYAGUA Y CHOLUTECA, HONDURAS, 1980-1984. <i>José Manuel Caballero, Mauricio García</i>	67
M-46 COMPROBACION DE NIVELES DE FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE MAIZ PARA LA ZONA DE LA PAZ, VALLE DE COMAYAGUA, HONDURAS, 1984. <i>Juan Blas Meléndez V., Juan Aeschlimann S.</i>	80

- M-47 *EVALUACION DE TRES INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE GUSANO ALAMBRE Aeolus postrimaculatu, EN EL CULTIVO DE MAIZ EN NICARAGUA, 1983.*
Laureano Pineda L. 83
- M-48 *RESPUESTA A LA ADAPTACION DE LA POBLACION SAN MARCEÑO (Zea mays L.) DESPUES DE CUATRO CICLOS DE SELECCION FAMILIAR CONVERGENTES EN DOS ZONAS DE QUEZAL TENANGO, GUATEMALA.*
Juan A. Bolaños M., Jorge A. Avila, Alejandro Fuentes O. 91
- M-49 *SITUACION ACTUAL DEL MAIZ Y PERSPECTIVAS DE LAS VA VARIETADES DE ALTO VALOR NUTRITIVO EN GUATEMALA.*
Alejandro Fuentes O. 100
- M-50 *PRUEBA DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL EN LINEAS DE MAIZ (Zea mays L.) DE ALTA CALIDAD PROTEICA.*
María Rojas J., Kenneth Jiménez M., Carlos A. Salas F. 108
- M-51 *ENSAYO REGIONAL DE RENDIMIENTO CON VARIETADES COMERCIALES Y EXPERIMENTALES DE MAIZ.*
Daniel Pérez, Andrés Gonzáles, Raúl Gonzáles, Omar Alfaro, Alfonso Alvarado 116
- M-52 *EXPERIENCIAS EN SIEMBRA MECANIZADA Y MANUAL BAJO EL SISTEMA DE "O" LABRANZA, AZUERO.*
Raúl Gonzáles, Andrés Gonzáles, Alfonso Alvarado 122
- M-53 *POSIBILIDADES PARA UNA MEJOR UTILIZACION DE VARIETADES DE MAIZ EN HONDURAS.*
Julio Romero 126
- M-54 *EVALUACION DE CRUZAS ENTRE POBLACIONES DE MAIZ (Zea mays L.) TROPICALES Y TEMPLADAS.*
Miguel Angel Gutierrez, Hernán Cortez Mendoza y Jorge Durón Ibarra 134

		<u>Página</u>
<u>S O R G O</u>		
S-1	INTRODUCCION Y EVALUACION DE VARIEDADES DE SORGO DE GRANO PARA CONSUMO HUMANO CON ALTO POTENCIAL DE RENDIMIENTO EN ZONAS SEMI-ARIDAS NO APTAS PARA EL CULTIVO DE MAIZ (Proyecto del Departamento de Desarrollo Científico y Tecnológico de la Secretaría General de la OEA).	
	<i>René Clará V., Rogelio H. Córdova, Heriberto Coto Amaya, Francisco Magno Rivas, Ismael Antonio Cea, Luis Alonso Castellón, Israel A. Henríquez, Manuel de Jesús Santos.</i>	150
S-2	EVALUACION DE ENSAYO REGIONAL DE SORGO MEJORADOS EN EL VALLE DE COMAYAGUA, HONDURAS- 1984-B.	
	<i>Miguel Angel Soler Flores, Daniel Meckenstock, Rigoberto Nolasco</i>	161
S-3	LOGROS OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE RESISTENCIA GENETICA A COGOLLERO Y BARRENADOR.	
	<i>Vartan Guiragossian, John A. Mihm</i>	166
S-4	DESARROLLO DE TECNOLOGIA CON GENOTIPOS MEJORADOS DE SORGO (<u>Sorghum bicolor L. Moench</u>) PARA AREAS MARGINALES EN EL VALLE DE MEXICO.	
	<i>Compton L. Paul, Enrique Rodríguez</i>	172
S-5	RESPUESTA DE MAIZ (<u>Zea mays L.</u>) Y SORGO (<u>Sorghum bicolor L. Moench</u>) A FERTILIZACION DENTRO DE UN SISTEMA DE CULTIVOS ASOCIADOS ADAPTADO A LADERAS ESCARPADAS EN EL SUR DE HONDURAS.	
	<i>Rigoberto Nolasco, Compton L. Paul</i>	192
S-6	ELABORACION DE HARINAS DE SORGO PREGELATINIZADAS.	
	<i>Ramírez, B. R., Martínez, B. F., Calderón, D. G. Guisarossian, V.</i>	204
S-7	UTILIZACION DE HARINA DE SORGO EN PANIFICACION.	
	<i>Rivera, M. V., Martínez, B. F., Calderón, D. G. Guiragossian, V.</i>	220

S-8	<i>RESUMEN DEL ENSAYO REGIONAL DE RENDIMIENTO CON HIBRIDOS DE SORGO.</i> <i>German de León, Raúl González, Omar Alfaro, Alfonso Alvarado D., Daniel Pérez, Andrés González</i>	237
S-9	<i>EVALUACION DE RESISTENCIA A LA MOSQUITA ROJA <u>Contarinia sorghicola</u> Coq. EN GERMOPLASMA DE SORGO DEL ICRISAT, INDIA Y DEL CENTA, EL SALVADOR.</i> <i>Rafael Reyes, Rodolfo Arévalo Castro, Manuel de Jesús Santos</i>	243
S-10	<i>LA PRODUCTIVIDAD DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE SORGO (<u>Sorghum bicolor</u> L. Moench) PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES EN GUATEMALA.</i> <i>Oscar Martínez, Mainor Vásquez, Edgar Salguero, Compton Paul</i>	261
S-11	<i>EVALUACION DE LA REPELENCIA A PAJAROS-PLAGA DE METIOCARBAMATO EN APLICACIONES GENERALES A SORGO EN MADURACION EN CONDICIONES DE CAMPO.</i> <i>Rafael Reyes, Rodolfo Arévalo Castro</i>	277
S-12	<i>ANALISIS DE CALIDAD TORTILLERA DE VEINTIOCHO VARIEDADES DE SORGO.</i> <i>D.H. Meckenstock, Rigoberto Nolasco</i>	300
S-13	<i>RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN ENSAYOS UNIFORMES DE SORGO DEL PCCMCA DE 1984.</i> <i>Jorge S. Fuentes Vásquez, Edgar Ramiro Salguero S.</i>	307
S-14	<i>COMPORTAMIENTO DE DIECISEIS SORGOS GRANIFEROS EN EL SUR DE HONDURAS.</i> <i>E. Ramírez, Rigoberto Nolasco P., D.H. Meckenstock</i>	313
S-15	<i>EVALUACION DE VARIEDADES EXPERIMENTALES DE SORGO CONTRA EL MILDIU LANOSO <u>PERONOSCLEROSPORA SORGHII</u> (KULK) WESTON Y UPPAL. C.G. SHAW.</i> <i>Ricardo Antonio Ortiz</i>	320

- S-16 UTILIZACION DE HARINA DE CEREALES PARA LA ELABORACION DE ALIMENTOS.
Ana Vilma Herrera, María Teresa de Palomo 335
- S-17 EFECTO DE SENSITIVIDAD DEL FOTOPERIODO Y SISTEMA DE PRODUCCION SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE SORGO EN EL NOROESTE DE NICARAGUA.
Donald Kass Lieber, Jacobo Reyes Palma, Roberto Arias Milla, Pedro Romero S. 345
- S-18 EFECTO DE REDUCCION DE COMPETENCIA CON MAIZ PARA RECURSOS AMBIENTALES EN LA PRODUCCION DE SORGOS SENSITIVOS Y NO SENSITIVOS AL FOTOPERIODO.
Pedro Romero S, Richard Hawkins, Donald, L. Kass 363
- S-19 ENSAYO EXPLORATORIO DE DENSIDAD Y FERTILIDAD EN EL SORGO SUREÑO, 1984-B.
Rigoberto Hernández, Rigoberto Nolasco, D.H. Meckenstock 370
- S-20 COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE SORGOS FORRAJEROS SENSITIVOS E INSENSITIVOS AL LARGO DEL DIA EN PUERTO RICO.
Antonio Sotomayor Ríos, Salvio Torres Cardona y Adolfo Quiles Belén 378

M A I Z

ESTUDIO SOBRE LA SUSTITUCION DE MAIZ POR PAPA EN LA ELABORACION
DE TORTILLAS EN EL MUNICIPIO DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA *

Axel Esquite Castillo **

Arnoldo A. García Soto ***

RESUMEN

La tortilla es un componente básico de la dieta del guatemalteco. El agricultor del altiplano cultiva maíz fundamentalmente para autoconsumo, la anterior es una barrera para la diversificación; si este producto se sustituye parcialmente puede fortalecerse la diversificación de la producción y dieta del campesino. Además, la papa es abundante en la región y sus precios son bajos en épocas de producción, por aparte a nivel de finca se reportan pérdidas de magnitud considerable. Esta investigación se diseñó para determinar la factibilidad tecnológica y económica, valor nutritivo, características organolépticas y aceptabilidad a nivel familiar de las tortillas elaboradas con maíz y papa.

Los materiales utilizados en este trabajo fueron: Las variedades de papa Tollocan y Loman. Se utilizaron variedades criollas de maíz de grano amarillo y blanco. Los niveles de sustitución de papa por maíz fueron 10, 20, 40 y 50o/o. Se realizó una prueba de aceptación doméstica entre tres diferentes grupos de ingreso económico (alto, bajo y medio). Como complemento del estudio se analizó en pruebas de laboratorio el contenido alimenticio de las tortillas.

Se determinó que puede trabajarse un máximo de 20o/o de sustitución de maíz con papa Loman y 25o/o con papa Tollocan. En los tres estratos socioeconómicos la tortilla con 20o/o de Loman fue aceptada por arriba del 90o/o de consumidores. El índice de eficiencia proteica aumenta en las tortillas con sustitución, sin embargo, no se revelaron diferencias estadísticas.

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

** Ing. Agr. Investigador Asistente Profesional I, Convenio Inter-institucional ICTA/INCAP, Guatemala, ICTA

*** Ing. Agr. Investigador Asistente I. Programa de Hortalizas, Chimaltenango, Guatemala, ICTA.

INTRODUCCION

La tortilla de maíz, es un alimento básico en la dieta de los guatemaltecos, tanto del área rural como urbana. Desafortunadamente su composición química no es la adecuada para suministrar los elementos nutritivos requeridos por una buena alimentación. Además su proteína es de mala calidad, ya que su balance de aminoácidos no es aceptable, lo que produce una proteína de bajo valor biológico.

El cultivo de maíz en el altiplano guatemalteco es cultivado por pequeños agricultores con el propósito fundamental de utilizarlo en su alimentación, por lo que la sustitución parcial de este producto en la tortilla, produciría la venta de una parte de la producción o bien la reducción del área sembrada con maíz, con lo cual se podría fortalecer los programas de diversificación de cultivos; con la consecuente diversificación de la producción y dieta del campesino.

En el altiplano también el cultivo de la papa es importante, su producción se destina fundamentalmente para consumo en fresco y semilla; y debido al alto contenido de agua que posee, a la saturación del mercado en épocas de máxima producción, a la carencia de sistemas económicos y adecuados de almacenamiento a nivel de finca y debido a la ausencia de sistemas de procesamiento primario para prolongar la vida útil del tubérculo, se producen grandes problemas en el manejo post-cosecha de este producto.

La presente investigación pretende contribuir en alguna medida en la solución de la problemática post-cosecha de la papa. Al mismo tiempo que se espera elevar el nivel nutritivo de la tortilla, para contribuir a la lucha que nutricionistas y tecnólogos de alimentos sostienen contra las deficiencias calórico-proteicas que afectan a los estratos más vulnerables de la población.

OBJETIVO GENERAL

Investigar la factibilidad tecnológica y económica de una alternativa para incrementar el consumo per-cápita de papa, con la estabilización del tubérculo en forma de puré en la elaboración de tortillas, con miras a la utilización de papa comercial, cuando ésta posea bajos precios en el mercado y/o mediante un nuevo uso a nivel doméstico de la papa no comercial que producen los agricultores a nivel de finca.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1. Determinar el nivel de adición más conveniente de la papa al maíz, en función del manejo en molienda y en la elaboración, así como mediante la calidad organoléptica y nutritiva de las tortillas elaboradas en base a la mezcla maíz/papa.*
- 2. Determinar la calidad nutritiva de las tortillas elaboradas con la mezcla vegetal maíz/papa.*

3. *Determinar la aceptabilidad a nivel familiar de las tortillas fabricadas con la mezcla vegetal maíz/papa*
4. *Determinar la influencia de las variedades de papa y maíz, en el comportamiento tecnológico de la fabricación de tortillas y en las características organolépticas y nutritivas de las mismas.*
5. *Determinar el costo de elaboración de las tortillas fabricadas con la mezcla maíz/papa.*

HIPOTESIS

1. *Las variedades de papa y/o maíz, no influyen en el comportamiento tecnológico de la elaboración de las tortillas, en las características organolépticas y nutritivas de las mismas, cuando se elaboran a base de la mezcla vegetal maíz/papa.*
2. *No es posible la elaboración de tortillas a partir de maíz/papa, en función del manejo en molienda y en la elaboración, así como por la calidad organoléptica y nutritiva de las tortillas.*
3. *Las tortillas elaboradas con maíz/papa, no superan la calidad nutricional de las tortillas tradicionales.*
4. *Las tortillas elaboradas con maíz/papa, no son aceptadas a nivel familiar.*
5. *La tortilla elaborada con maíz/papa, posee un costo de elaboración mayor que la tortilla elaborada únicamente con maíz.*

METODOLOGIA

Para definir la metodología experimental que se utilizó en esta investigación, se determinó:

- *Relación de peso sin cocimiento a peso cocido del maíz — 1:1.83*
- *Relación de peso sin cocimiento a peso cocido de la papa — 1:1.001*
- *Relación maíz: Agua, para el cocimiento — 1 kg: 3 litros de agua.*
- *El cocimiento del maíz se efectuó en una solución de Ca OH₂ al 20/o de concentración.*
- *El cocimiento del maíz se realizó en tres horas y el cocimiento de la papa en una hora.*

Hay diversidad de procedimientos para manejar el material experimental de una investigación como ésta, con el afán de manejar de manera uniforme los tratamientos a evaluar, antes de iniciar la presente; se determinó la alternativa más práctica de preparación de las mezclas así:

1. *Se preparó separadamente el puré de papa, y se mezclaron en el amasado, incluyendo el puré de maíz. Esta alternativa es factible siempre que el puré de papa se prepare de manera que sea fino. Es una alternativa que puede implementarse en el área rural en donde las tortillas para el consumo familiar son elaboradas en casa; en cuyo procedimiento la masa de maíz, se prepara a mano y/o en molinos manuales de metal.*
2. *Se cocinó el maíz y papa en forma conjunta, así mismo la molienda se hizo a la mezcla de ambos productos.*

Nota: Tiempo de cocimiento: Maíz — 3 horas y Papa — 1 hora.

Se puso a cocinar, el maíz y a las dos horas de su inicio, se agregó la papa. Esta forma no dió resultados satisfactorios, pues la papa se revienta y adquiere un color amarillo fuerte y con mucho sabor a cal. No se determinó si el color y el sabor a cal se eliminaba con el lavado.

3. *Se cocinó por separado la papa y el maíz y se mezclaron al momento de la molienda.*
4. *El día de la elaboración de las tortillas, se lavó el maíz cocido (nixtamal) con agua potable y se peló la papa en forma manual. Ambos materiales debidamente escurridos se pesaron en las proporciones correspondientes a cada uno de los tratamientos. El tamaño de cada tratamiento fue de 1.000 g.*

Para evaluar las características de molienda, elaboración y organolépticas de cada tratamiento, se trabajó cuatro días en total, trabajando en cada día los tratamientos (0o/o, 20o/o, 30o/o, 40o/o, 50o/o, sustitución de maíz por papa) correspondientes a cada una de las mezclas evaluadas: Maíz blanco/Papa Loman, Maíz blanco/Papa Tollocan, Maíz amarillo/Papa Loman y Maíz amarillo/papa Tollocan.

A cada tratamiento se le observó el grado de dificultad en la molienda, el grado de dificultad al momento de la elaboración, tomando muy en cuenta el criterio del molinero y el de la señora fabricante de tortillas. Además, cada tratamiento fue sometido a un jurado conformado por 14 catadores, escogidos al azar dentro de la población de la Región estudiada. Cada panelista (catador) calificó bajo la denominación: Me gusta, no me gusta los 20 tratamientos estudiados, utilizando para su veredicto la sensación de olor, sabor y textura de cada tratamiento. Los catadores registraban sus respuestas en una boleta diseñada para el efecto.

En un día cada catador examinaba 5 tratamientos, así: En un plato se colocaban muestras de cada tratamiento debidamente identificadas, las cuales fueron individualmente examinadas. Además cada panelista se hizo un lavado interno de boca, entre el examen de dos tratamientos consecutivos.

A los 20 tratamientos se les determinó: porcentaje de humedad, o/o de proteína y contenido de calorías, en los laboratorios de la división de química agrícola del INCAP.

Con los mejores tratamientos encontrados (20o/o de sustitución de maíz blanco por papa Loman y 25o/o de sustitución de maíz blanco por papa Tollocan), se realizó una prueba de aceptabilidad a nivel familiar en la cabecera departamental de Chimaltenango, así

Se escogió tres colonias, cuyas viviendas según nuestro criterio correspondieron a:

- 1 a estrato económico alto
- 1 a estrato económico medio
- 1 a estrato económico bajo

Para realizar la prueba se hizo un muestreo polietrónico (por estratos) basado en la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{Nd^2}$$

Donde: n — No. de muestras
 N — Universo
 d — Nivel de confiabilidad

Por último se realizó un análisis comparativo de los costos de la elaboración de tortilla de maíz solo y tortillas elaboradas con la mezcla maíz/papa, estos costos se refieren a la producción de 5 kg de tortillas y únicamente se trabajó con los costos variables.

ESTADISTICA

La información recolectada mediante los pánels de selección fue sometida al ANDEVA correspondiente y a la prueba de Q. por ser información de origen no paramétrico. Además para analizar los resultados de los parámetros químicos aportados por el laboratorio de INCAP, se utilizó el ANDEVA del diseño experimental de bloques al azar.

Los resultados de las pruebas biológicas, se analizaron mediante el ANDEVA del diseño experimental completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, sobre el grado de dificultad en la molienda que presentaron los 20 tratamientos evaluados, se observa que las sustituciones del 30o/o de maíz por papa Loman, comienzan a ocasionar dificultades en la molienda, mientras que con Tollocan el 40o/o de sustitución de maíz por papa. Las dos situaciones anteriores tuvieron un comportamiento similar con las dos variedades de maíz utilizadas. El problema básico que limita realizar sustituciones mayores, es la alta viscosidad producida por la gelatinización del almidón de la papa durante el proceso, simultáneamente al problema anterior la mezcla maíz/papa, sufre un empardeamiento, lo cual afecta el color de las tortillas.

El problema básico es debido fundamentalmente a la alta viscosidad que muestran las mezclas con sustituciones mayores.

Cuadro 1 *Resumen de las observaciones sobre el grado de dificultad en la molienda de los diferentes tratamientos estudiados.*

Niveles (o/o)	M E Z C L A S				CODIGO
	Papa Loman		Papa Tollocan		
	Maíz blanco	Maíz amarillo	Maíz blanco	Maíz amarillo	
0	1	1	1	1	1) Moliendo sin dificultad
20	1	1	1	1	
30	2	2	1	1	2) Moliendo con mediana dificultad
40	3	3	2	2	
50	3	3	3	3	3) No es posible la molienda, muy viscosa

En el Cuadro 2, sobre el grado de dificultad que presentaron en la elaboración de tortillas los 20 tratamientos evaluados, se observa que las sustituciones con el 30o/o de maíz por papa Loman y 40o/o de maíz/papa Tollocan, comienza a ocasionar dificultades para la elaboración de tortillas, siendo imposible trabajar al 40o/o y 50o/o de sustitución respectivamente. Las situaciones anteriores manifestaron un comportamiento similar con las dos variedades de maíz utilizadas. Además a medida que se aumenta el porcentaje de sustitución de maíz por papa, la apariencia de la tortilla se deteriora en la misma medida.

Cuadro 2 *Resumen de las observaciones sobre el grado de dificultad en la elaboración de las tortillas, de los diferentes tratamientos estudiados.*

Niveles (o/o)	M E Z C L A S				CODIGO
	PAPA LOMAN		PAPA TOLLOCAN		
	Maíz blanco	Maíz amarillo	Maíz blanco	Maíz amarillo	
0	1	1	1	1	1) Moliendo sin dificultad
20	1	1	1	1	
30	2	2	1	1	2) Moliendo con mediana dificultad
40	3	3	2	2	
50	3	3	3	3	3) No es posible la molienda, muy viscosa

Con el propósito de corroborar la información estadística aportada por los ANDEVAS resumidos en el Cuadro 3, que fue obtenida mediante la aplicación del diseño de bloques al azar a la información obtenida por los paneles de selección, se trabajó la información con la prueba estadística no paramétrica de Q.

En el Cuadro 3, se indica que los tratamientos elaborados a base de papa Loman no sufren alteraciones significativas en relación a sus características sensoriales (sabor, olor y textura), además puede indicarse que esas tortillas gustan igual que las tortillas a base de 100o/o de maíz. Al 15o/o de probabilidad estadística se reporta también, que los tratamientos elaborados a base de papa Tollocan modifican las características sensoriales de la tortilla con el 100o/o de papa, lo que puede relacionarse con el mayor contenido de sólidos que posee la papa Tollocan (22.2o/o) comparado con el 19o/o de la variedad Loman.

Cuadro 3 Resumen de la Prueba de Q efectuada a los diferentes paneles de selección

Paneles de selección	Valor Q.
Maíz blanco/papa Tollocan	10.432 *
Maíz blanco/papa Loman	6.303
Maíz amarillo/papa Loman	8.64
Maíz amarillo/papa Tollocan	23.24 *

En el Cuadro 4 se determina que hay diferencias altamente significativas (PL 0.01) en cuanto al contenido de proteína y calorías de las mezclas evaluadas, mientras que no se revelaron diferencias estadísticas entre los distintos niveles de sustitución estudiados con cada una de las mezclas de maíz y papa.

Cuadro 4 Resumen de los ANDEVA, practicados a los parámetros proteína y kilocalorías de los 20 tratamientos evaluados.

F. de V.	G.L.	Proteína (C.M.)	K. Cal/g (C.M.)
Mezclas evaluadas	3	2.1473 **	0.0095 **
Niveles de sustitución	4	0.0642	0.0037
Error	12	0.0386	0.0014

(**) Significancia estadística al 1o/o de probabilidad

En el Cuadro 5, se muestra que las tortillas elaboradas con mezcla de maíz/papa, poseen mayor contenido de proteína cuando la papa sustituye al maíz amarillo en la mezcla, con significancia estadística del 5o/o. El porcentaje de proteína manifiesta tendencia a incrementarse, cuando para sustituir maíz se utiliza papa Loman. En general las tortillas elaboradas con maíz amarillo son más ricas en proteínas.

Cuadro 5 Tuckey para el promedio de o/o de proteína/100 g. Muestra de cada una de las mezclas evaluadas, al 5o/o de significancia estadística.

Mezcla	\bar{X}	5o/o Significancia
Maíz amarillo/papa Loman	9.18 o/o	a
Maíz amarillo/papa Tollocan	8.76 o/o	a
Maíz blanco/papa Loman	8.02 o/o	b
Maíz blanco/papa Tollocan	7.76 o/o	b

En el Cuadro 6, se observa que las tortillas elaboradas con la mezcla blanco/Loman, fue la única diferente, reportando el promedio más bajo (382.9 calorías/100 g, muestra).

Cuadro 6 Tuckey, para el promedio de calorías/100 g muestra, de cada una de las mezclas evaluadas, al o/o de significancia estadística.

Mezcla	\bar{X} Calorías	o/o Significancia
Maíz amarillo/papa Loman	392.8	a
Maíz amarillo/papa Tollocan	391.3	a
Maíz blanco/papa Tollocan	389.0	a
Maíz blanco/papa Loman	382.9	b

En el Cuadro 7, sobre las observaciones del grado de dificultad en la molienda de los tratamientos en proceso de afinación, se muestra que todos los niveles de sustitución evaluados con la mezcla Maíz blanco/papa Tollocan, no mostraron dificultad en la molienda mientras que las sustituciones con papa Loman, presentaron dificultad a partir del 25o/o de sustitución.

Cuadro 7 Resumen de las observaciones sobre el grado de dificultad en la molienda de los tratamientos evaluados en la segunda prueba para determinar el mejor nivel.

Nivel de adición de puré (o/o)	MAIZ BLANCO CRIOLLO	
	Papa Loman	Papa Tollocan
0	1	1
15	1	1
20	1	1
25	2	2
30	2	1

Código: 1) Moliendo sin dificultad
2) Moliendo con mediana dificultad

En el Cuadro 8, sobre las observaciones del grado de dificultad en la elaboración de tortillas que presentan los tratamientos en la fase de afinación, se muestra que es posible elaborar sin dificultad los tratamientos hasta con el 25o/o de sustitución de maíz por papa; cuando se trabajan las mezclas maíz blanco/papa Loman y maíz blanco/papa Tollocan.

Cuadro 8 Resumen de las observaciones sobre el grado de dificultad en la elaboración de tortillas de los tratamientos evaluados en la segunda prueba para determinar el mejor nivel.

Nivel de adición de puré (o/o)	MAIZ BLANCO CRIOLLO	
	Papa Loman	Papa Tollocan
0	1	1
15	1	1
20	1	1
25	1	1
30	3	2

Código: 1) Elaboración sin dificultad
2) Elaboración con mediana dificultad
3) No es posible la elaboración

En resumen, el tratamiento con el máximo nivel de sustitución que pueda elaborarse sin tener dificultades en la molienda, es para la mezcla Maíz blanco/papa Loman el 20o/o y para maíz blanco/papa Tollocan el 25o/o; lo anterior teniendo en cuenta que las características organolépticas no son deterioradas sustancialmente, mientras que el índice de eficiencia proteica mejora levemente (Cuadro 9).

Cuadro 9 Resumen de los ANDEVA efectuados a las pruebas biológicas que se realizan con los dos mejores niveles escogidos.

F. de V.	G. L.	PER C.M.	Ganancias en Peso C.M.	Alimento ingerido C.M.
Tratamiento	3	6.7 **	7152.45 **	10724.6 **
Error	20	0.06064	688.72	2568.74
TOTAL	23			

Con el propósito de conocer la calidad nutritiva de las tortillas elaboradas con las mezclas maíz blanco/papa Loman (20o/o de sustitución) y maíz blanco/papa Tollocan (25o/o de sustitución), se hizo un estudio biológico, con ratones de la raza Winstar, para determinar el índice de eficiencia proteica (PER), ganancia en peso y alimento ingerido, cuyos ANDEVAS se muestran en el Cuadro 9.

Para conocer como se distribuyeron las diferencias de ensayos biológicos entre los tratamientos evaluados, se aplicó la prueba de Tuckey a los tres parámetros mencionados, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 10, 11 y 12.

Cuadro 10 Prueba de Tuckey para el índice de eficiencia proteica.

Tratamientos	\bar{X}
Caseína	3.3 a
25o/o Tollocan/maíz blanco	1.29 b
20o/o Loman/maíz blanco	1.23 b
Testigo (100o/o maíz)	1.05 b

Cuadro 11 Prueba de Tuckey para la ganancia de peso.

Tratamientos	\bar{X}
Caseína	109.16 a
20o/o Loman/maíz blanco	30.5 b
25o/o Tollocan/maíz blanco	26.0 b
Testigo (100o/o maíz)	20.67 b

Cuadro 12 Prueba de Tuckey para alimento ingerido.

Tratamiento	\bar{X}
Caseína	a
20o/o Loman/maíz blanco	b
Testigo (100 o/o maíz)	b
25o/o Tollocan/maíz blanco	b

Los resultados anteriores indican (Cuadro 10) que estadísticamente el mejor PER correspondió al tratamiento con caseína (PER-3.3), mientras los tres tratamientos restantes se comportaron iguales estadísticamente. Sin embargo, el PER aumentó en los tratamientos con sustitución de maíz.

Los Cuadros 13 y 14 muestran que la tortilla elaborada con el 20o/o de sustitución de maíz blanco/papa Loman, en la prueba de aceptación familiar, gustó al 92.3o/o de encuestados en el estrato alto, al 90o/o en el estrato medio y al 93.33o/o en el estrato bajo. Mientras que la tortilla elaborada con el 25o/o de sustitución de maíz blanco/papa Tollocan en la prueba de aceptación a nivel familiar, gustó el 68.08o/o de las personas evaluadas en el estrato alto, al 93.75o/o del estrato medio y al 78.6o/o del estrato bajo. Los datos anteriores muestran diferencias bien marcadas en el nivel de aceptabilidad de las tortillas con el 25o/o de papa Tollocan; debido quizá al alto contenido de sólidos totales (22.2o/o) y al nivel de sustitución (25o/o) con respecto a Loman 19o/o de sólidos totales y 20o/o de sustitución; situación que posiblemente hace que se produzca algún sabor y/o olor no gustado, en esas tortillas.

Cuadro 13 Resumen de los resultados de la prueba de aceptabilidad a nivel familiar, realizado con tortillas elaboradas con el 20o/o de sustitución de maíz por papa Loman.

Estrato Total Económico	Encuestados	Les gustó		No les gustó		Le fue indiferente	
		No.	o/o	No.	o/o	No.	o/o
Alto	52	48	92.3	3.5	77	1	1.92
Mediano	40	36	90.0	3.7	51	—	2.05
Bajo	45	42	93.3			1	6.66
Total	137						

Cuadro 14 *Resumen de los resultados de la prueba de aceptabilidad a nivel familiar, realizado con tortillas elaboradas con el 25o/o de sustitución de maíz por papa Tollocan.*

<i>Estrato Económico</i>	<i>Encuestados No.</i>	<i>Les gustó</i>		<i>No les gustó</i>		<i>Les fue indiferente</i>	
		<i>No.</i>	<i>o/o</i>	<i>No.</i>	<i>o/o</i>	<i>No.</i>	<i>o/o</i>
<i>Alto</i>	47	32	68.08	6	12.76	9	19.14
<i>Mediano</i>	32	30	93.75	2	6.25		
<i>Bajo</i>	50	39	78.60	3	6.0	8	16.0

En el Apéndice (Cuadros 2 y 3), se muestran las respuestas de seis señoras elaboradoras de tortillas, sobre el grado de dificultad en la elaboración que presentan los tratamientos con las mezclas maíz blanco/Loman y maíz blanco/Tollocan, respectivamente.

Los Cuadros 4, 5 y 6 del Apéndice, muestran parámetros tecnológicos con caracter exploratorio de las tortillas producidas con los tratamientos de las mezclas maíz blanco/papa Loman y maíz blanco/papa Tollocan. Respectivamente se reportan datos promedios sobre el número de tortillas producidas por tratamiento de 1000 g, peso unitario de tortilla y tiempo individual del cocimiento de las tortillas.

Costo de elaboración de tortillas

<i>Mezcla</i>	<i>No. Tortillas/kg</i>	\bar{X}
<i>Maíz blanco/papa Tollocan</i>	26.8	26.9
<i>Maíz blanco/papa Loman</i>	27.0	
<i>Testigo</i>	26.5	

Costos Variables: Por la elaboración de cinco kilogramos de tortillas.

		Testigo	25o/o Sustitución
5	kg maíz Q. 0.22/kg	Q. 1.10	-
3.75	kg maíz 0.22/kg	-	0.83
1.25	kg papa 0.088/kg	-	0.11
12.67	leños 0.0125 c/u	0.79	0.79
0.14	kg de cal	0.20	0.20
TOTAL		2.09	1.93
Costo por unidad		0.016	0.014
		1 kg 26.9 tortillas	
		5 kg 1340.0 tortillas	

1 kg 26.5 tortillas
5 kg 132.5 .

Costo unitario

Costo unitario

$$\frac{C.T.}{No. Tort.} = \frac{2.092}{132.5} = 0.016 \text{ c/u}$$

$$\frac{C.T.}{No. Tort.} = \frac{Q 1.93}{134} = 0.014 \text{ c/u}$$

Conclusión: Es más barato producir tortillas con la mezcla maíz-papa, cuando la papa utilizada en la mezcla posee en el mercado bajos precios y/o papa no comercial, cuyo precio es bajo en toda época.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se puede trabajar el 20o/o de sustitución de maíz con papa Loman y 25o/o con papa Tollocan. Los porcentajes anteriores son en base a purés y corresponden respectivamente a un 31.4o/o de sustitución real de maíz crudo por papa cruda.
2. El contenido de proteína y kilocalorías de los cinco niveles de sustitución de maíz/papa mostró ser similar en todos los casos. Encontrándose diferencias estadísticas al 5o/o de probabilidad entre las mezclas evaluadas, reportando mayores contenidos de proteína y kilocalorías los tratamientos correspondientes a las mezclas: Maíz amarillo/papa Loman y maíz amarillo/papa Tollocan.

5. *Las tortillas elaboradas con la mezcla de 20o/o de sustitución de maíz/papa, en la prueba de aceptabilidad a nivel familiar, resultó ampliamente aceptada en los tres estratos evaluados, con valores superiores al 90o/o de aceptabilidad, mientras la mezcla con el 25o/o de sustitución de maíz/papa Tolloca gustó el 93.75o/o del estrato medio, pero en los restantes la aceptabilidad fue menor del 80o/o.*
6. *Es más barato producir tortillas con el 25o/o de sustitución de maíz/pure de papa (Q 0.014 cada tortilla), que tortilla con el 100o/o de maíz (Q. 0.16 cada tortilla), siempre que se utilice papa no comercial o bien papa comercial cuando ésta posea bajo precio en el mercado.*
7. *Se recomienda realizar parcela de prueba con los resultados de esta investigación en el área de Chimaltenango.*
8. *Investigar sobre alternativas económicas y efectivas de preparación de la mezcla maíz/papa, con especial énfasis en la etapa de cocimiento, para encontrar una forma económica que realiza un uso eficiente de la energía.*
9. *Trabajar una investigación para determinar la factibilidad tecnológica y económica de la producción de un producto deshidratado a base de maíz y papa, que pueda utilizarse en la fabricación de tortillas.*
10. *Determinar el comportamiento de las mezclas trabajadas en la prueba de aceptabilidad familiar, en el proceso industrial de la producción de tortillas a nivel de fábrica.*

A P E N D I C E

Cuadro 1 *Contenido promedio de humedad, proteína/100 g muestra, kilocalorías/100 g muestra, de los cinco niveles de sustitución evaluadas con las cuatro diferentes mezclas de maíz/papa.*

<i>Nivel de Sustitución</i>	<i>Kilo Calorías (B.S.)</i>	<i>o/o Proteína (B.S.)</i>	<i>o/o Humedad (B.F.)</i>
0 o/o	4.0002	8.5	46.5
20 o/o	3.8106	8.4	49.8
30 o/o	3.9812	8.4	51.2
40 o/o	3.8201	8.3	53.1
50 o/o	3.8391	8.6	56.2

B.S. — Base Seca

B.F. — Base Fresca

Cuadro 2 *Resumen de las respuestas de seis señoras sobre el manejo de las mezclas a base de maíz blanco/papa Loman en la fase de elaboración de las tortillas.*

<i>No. de Tort.</i>	<i>0o/o</i>		<i>15o/o</i>		<i>20o/o</i>		<i>25o/o</i>		<i>30o/o</i>	
	<i>Código Calif.</i>	<i>No. de Tort.</i>	<i>Código Calif.</i>	<i>No. de Tort.</i>	<i>Código Calif.</i>	<i>No. de Tort.</i>	<i>Código Calif.</i>	<i>No. de Tort.</i>	<i>Código Calif.</i>	
6	A	5	A	1	A	3	C	5	D	
		1	B	3	C	2	D	1	C	
				1	D	1				
				1						

A — Podían elaborarla sin dificultad

B — Podían elaborarla pero despacio

C — Podían elaborarla pero despacio y haciendo tortilla más gruesa

D — No podían elaborarla, muy viscosa

E — Podían elaborarla, pero preferían otra

F — Indecisión en la respuesta

Cuadro 3 Resumen de las respuestas de seis señoras sobre el manejo de las mezclas a base de maíz blanco/papa Tollocan en la fase de elaboración de tortillas.

“Niveles de Sustitución de Maíz cocido/papa cocida Tollocan”

0 o/o		15 o/o		20 o/o		25 o/o		30 o/o	
No. de Tort.	Código Calif.	No. de Tort.	Código Calif.	No. de Tort.	Código Calif.	No. de Tort.	Código Calif.	No. de Tort.	Código Calif.
6	A	6	A	6	A	5	A	5	C
						1	B	1	A

- A: – Podían elaborarla sin dificultad
- B – Podían elaborarla pero despacio
- C – Podían elaborarla pero despacio haciendo tortilla más gruesa
- D – No podían elaborarla, muy viscosa
- E – Podían elaborarla, pero preferían otra
- F – Indecisión en la respuesta

Cuadro 4 Número \bar{X} de tortillas/kg de mezcla, según niveles

	Testigo	15 o/o	20o/o	25 o/o	30o/o
Maíz blanco/papa Loman	26	27	28	27	26
Maíz blanco/papa Tollocan	27	26	26	27	28

Cuadro 5 *Peso \bar{X} en gramos de tortillas, según niveles de mezcla.*

	<i>Testigo</i>	<i>15o/o</i>	<i>20o/o</i>	<i>25o/o</i>	<i>30o/o</i>
<i>Maíz blanco/papa Loman</i>	<i>30.6</i>	<i>27.8</i>	<i>27.1</i>	<i>27.0</i>	<i>26.8</i>
<i>Maíz blanco/papa Tollocan</i>	<i>32.0</i>	<i>30.5</i>	<i>29.0</i>	<i>29.0</i>	<i>29.5</i>

Cuadro 6 *Tiempo de cocimiento de tortillas en segundos, según niveles de mezcla.*

	<i>Testigo</i>	<i>15o/o</i>	<i>20o/o</i>	<i>25o/o</i>	<i>30o/o</i>
<i>Maíz blanco/papa Loman</i>	<i>107.5</i>	<i>103.5</i>	<i>116</i>	<i>105</i>	<i>168</i>
<i>Maíz blanco/papa Tollocan</i>	<i>142</i>	<i>118</i>	<i>132</i>	<i>115</i>	<i>109</i>

**SISTEMAS DE PRODUCCION PRACTICADO EN EL ALTIPLANO DE
CHIMALTENANGO, GUATEMALA, UNA PRIMERA APROXIMACION***

Mamerto Reyes-Hernández **

R E S U M E N

Con el presente trabajo se identifican los sistemas de finca practicados por los agricultores del altiplano del departamento de Chimaltenango. Se hace también un análisis de la interacción sistema de finca por sistema de cultivo, utilizando para tal efecto los rendimientos obtenidos en los principales cultivos alimenticios del país: Maíz, Frijol y trigo. Considerando el grado de diversificación como rasgo para el agrupamiento de sistemas de finca, en el área de estudio se identificaron cinco, los cuales son los siguientes:

- *Sistema 1: Este sistema considera principalmente la producción de maíz y frijol trepador bajo condiciones de asociación. Lo practica el 12.8o/o de los agricultores.*
- *Sistema 2: Considera al sistema 1, pero con la adición de la producción de trigo. Lo utiliza el 20.5o/o de los agricultores.*
- *Sistema 3: Considera al sistema 2, pero con la adición de los cultivos de frijol de suelo y de papa. Este sistema es practicado por el 38.5o/o de los productores.*
- *Sistema 4: Dentro de este sistema se agrupan las fincas que comprenden al sistema 3, pero que además se dedican al cultivo de crucíferas. Es practicado por el 17.9 o/o de los agricultores.*
- *Sistema 5: Este sistema abarca todos los anteriores, pero incluye además el cultivo de arveja china. La práctica de este sistema se observa en el 10.3 o/o de los agricultores.*

Con el desarrollo de trabajo se pudo comprobar que la diversificación de los sistemas está significativamente correlacionada en forma positiva con la extensión ya cultivada. El sistema 1 ocupa una extensión promedio de 0.79 ha y el sistema 5, que es el más diversificado, una de 3.17 hectáreas.

En el análisis de la interacción sistema de finca/sistema de cultivo utilizado en la producción de maíz, frijol y trigo, se obtuvieron los resultados siguientes: a) en la producción de maíz y frijol de suelo en monocultivo, la interacción no es significativa y b) en la producción de maíz y frijol de suelo en asociación, maíz y frijol trepador en asociación, y en el cultivo de trigo, la interacción es significativa, indicando con ello que el sistema de finca influye en los rendimientos de estos sistemas.

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

** Economista, ICTA, Chimaltenango, Guatemala.

INTRODUCCION

Durante 1984, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, en convenio con la Universidad de Cornell desarrollaron parcialmente un proyecto de investigación sobre sistemas de producción. El mencionado proyecto se elaboró considerando dos fases de diagnóstico, una inicial de tipo estática y otra complementaria de tipo dinámica.

La fase estática ha consistido en una revisión de información secundaria referente a la región, un estudio exploratorio (Sondeo) y una encuesta aleatoria. La fase dinámica se está realizando mediante un estudio de casos representativos del área por medio de visitas múltiples a agricultores colaboradores para completar como mínimo un año de observación.

Para la ejecución del estudio fueron seleccionados seis municipios del departamento de Chimaltenango, de acuerdo a criterios agroecológicos y de infraestructura física. Los municipios seleccionados fueron los siguientes: Chimaltenango, El Tejar, Patzicía, Santa Cruz Balanyá, Patzún y Tecpán.

En el presente informe se presentan resultados obtenidos en la revisión y análisis de datos secundarios. La fase dinámica del proyecto, aunque se inició en abril de 1984, todavía no puede rendir frutos pues está en proceso de recolección de datos.

Con el presente avance del proyecto de investigación de sistemas de producción no se pretende la realización de una evaluación de los procesos productivos a nivel de ingeniería económica, sino solamente la identificación de los sistemas de finca practicados en el área de estudio y la determinación de algunas interacciones entre los componentes productivos de dichos sistemas que influyen en la productividad de los principales cultivos alimenticios del país: Maíz, frijol y trigo. Este análisis se ha realizado con el objeto de generar información que permita afinar el diseño de la etapa de campo del proyecto, tanto para la fase estática como para la fase dinámica.

Los resultados presentados son preliminares y tienen la limitación de sólo referirse al sub-sistema agrícola y no considerar la estratificación existente en la estructura agraria del área de estudio, pues los datos secundarios empleados para el análisis provienen de trabajos de investigación que por el tipo de objetivos que perseguían, solamente tomaron en consideración aspectos agrícolas.

METODOLOGIA

Para la realización del análisis se utilizaron las boletas de una encuesta sobre adopción de tecnología levantada en Chimaltenango en 1982-1983 por Socioeconomía Rural del ICTA, e información complementaria sobre precios de venta y costos de producción por cultivo, recabada de los Registros Económicos de Producción conducidos por el equipo regional de Socioeconomía durante ese mismo período; una encuesta sobre hortalizas levantada por Socioeconomía en 1981 e información de Cooperativas y empresas exportadoras de hortaliza ubicadas en el área.

Para el área de estudio correspondieron 39 boletas de la encuesta de adopción mencionada (referidas a los municipios de Patzicía, Balanyá, Patzún y Tecpán), las cuales en conjunto con los datos complementarios sobre precios y costos por cultivo, fueron analizados con el programa APPLE INTERACTIVE DATA ANALYSIS (AIDA).

Fundamentalmente, el análisis estadístico utilizado fue de tipo comparativo, empleándose como test para las comparaciones el análisis de varianza.

AMBITO GENERAL DE LOS MUNICIPIOS BAJO ESTUDIO: DESCRIPCION GENERAL DE LA SUB-REGION V-4

De acuerdo a la regionalización agrícola de Guatemala, la Región V comprende cuatro sub-regiones que incluyen cinco departamentos, identificados de la manera siguiente:

Sub-región	Departamentos
V-1	Baja Verapaz
V-2	El Progreso
V-3	Guatemala
V-4	Chimaltenango y Sacatepéquez

La sub-región V-4, que es la de interés en este trabajo, es una zona con fisiografía montañosa y múltiples valles, que está ubicada en el altiplano central de Guatemala y comprende los municipios de los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez que se localizan sobre la Sierra Madre.

Las localidades de esta sub-region están situadas a una altura que varía entre 1775 y 2650 msnm, en el departamento de Chimaltenango, y a una que oscila de 1388 a 2100 m en el de Sacatepéquez. La topografía varía de plana a inclinada, notándose que más de la mitad del área cultivada se encuentra en terrenos con pendiente. La temporada de lluvia va de mayo a octubre, con una precipitación anual de 1500 a 2000 mm. Los suelos son profundos y se han desarrollado sobre cenizas volcánicas.

Esta sub-región tiene una extensión en fincas de 94.46 miles de hectáreas¹ y se encuentra habitada por el 5.14 o/o de la población del país².

¹Dirección General de Estadística (DGE): Censo Agropecuario Nacional de 1979. Guatemala

²DGE: Censo Nacional de Población de 1973

En esta zona existe una alta concentración de la tierra. El 91.04 o/o de las unidades productivas son fincas menores de 3.49 hectáreas y ocupan el 33.31 o/o de la tierra; mientras que por otro lado se observa que el 0.05 o/o de las fincas son explotaciones de 447 a 8946 hectáreas y que concentran el 11.99 o/o de la superficie³. El coeficiente de Gini calculado para esta sub-región es de 0.62 y acusa mucha elocuencia para señalar el problema de la concentración de la tierra.

En materia de población, el censo de 1973 reporta para esta sub-región una cifra de 294.72 miles de habitantes, registrando una relación tierra/hombre de 032 ha/habitante. Referente a la etnología, el censo señala que la población está formada en un 68.27 o/o por indígenas, en un 31.67 o/o por ladinos, y el restante 0.09 o/o corresponde a población no clasificada étnicamente⁴.

La estructura de la producción está delineada por los cultivos de exportación: Coliflor, brócoli, col de Bruselas y otros; cultivos de alimentos básicos: Maíz, frijol, trigo y papas; frutas y otros vegetales de la dieta guatemalteca; frijol ejotero, cucurbitáceas, arveja dulce, etc. En el área también se cultiva café, pero su práctica está restringida principalmente a las fincas grandes de Cacatepéquez.

Ante la aparente homogeneidad minifundista, se observa en el área la existencia de una estructura social heterogénea formada por estratos que se diferencian entre sí por el grado de desarrollo alcanzado en la producción mercantil. Esta situación ha provocado que la estructura agraria de la sub-región esté integrada por formas de producción que se ubican en distintas etapas de desarrollo histórico-social que van desde la producción campesina de subsistencia hasta formas mercantiles desarrolladas con alta vinculación al mercado y que aprovechan en la producción una alta proporción de mano de obra asalariada. Esta variabilidad de formas de producción ha determinado diversos sistemas de cultivo y de finca.

ASPECTOS GENERALES DE LOS MUNICIPIOS BAJO ESTUDIO.

Los municipios seleccionados para la investigación de sistemas de finca ubican bajo la jurisdicción político-administrativa del departamento de Chimaltenango y constituyen áreas representativas de la sub-región V-4, razón a la que obedece su selección para el proyecto. Los municipios son los siguientes: El Tejar, Chimaltenango, Santa Cruz Balanyá, Patzicía, Patzún y Tecpán.

³DGE: Censo Agropecuario.... Op. Cit.

⁴DGE: Censo Nacional de Población.... Op. Cit.

En materia demográfica, los municipios de estudio están habitados por 100.27 miles de personas, que conforman una población que se caracteriza por tener una etnología indígena en casi su totalidad y además por contar con una estructura etaria formada por una alta proporción de personas jóvenes (el 56.68o/o de los habitantes tienen 19 años o menos). Referente a alfabetismo se observa, que de los 75.71 miles de habitantes que tienen siete años o más, aproximadamente el 57.89 o/o son personas que saben leer y escribir⁵.

En el campo agrario, el área de estudio se caracteriza en igual forma que toda la sub-región V-4, por ser un área con una alta concentración de la tierra. Los seis municipios ocupan una superficie en fincas de 36.73 miles de hectáreas y cuenta con 11.595 unidades productivas, de las cuales el 90o/o son explotaciones menores de 3.49 ha y ocupan el 28 o/o de la superficie total⁶. Para esta área el estadígrafo de concentración de Gini es de 0.53. La concentración de la tierra es más acusada en los municipios de Patzún, Tecpán y Chimaltenango, reportando coeficientes de Gini de 0.60; 0.51 y 0.48, respectivamente. Patzún registra una concentración intermedia (Gini: 0.40), y El Tejar y Balanyá una bastante baja, respectivamente los coeficientes de Gini para estas localidades son de un orden de 0.25 y 0.30.

El área dedicada a cultivos asciende a 15.45 miles de has de las cuales 96o/o están dedicadas a cultivos estacionales y el restante 4o/o a cultivos permanentes⁷. Los principales cultivos estacionales son maíz y frijol (tanto en monocultivo como en asociación), trigo, papa y crucíferas, y los cultivos permanentes son pequeños huertos de aguacate y frutales desiduos (Cuadro 1).

Además de la agricultura, los sistemas de producción practicados por los campesinos del área cuentan con la participación de un componente pecuario formado por ganado bovino, cerdos y aves de corral, que cumplen un rol complementario al desempeñado por la agricultura, generando fuentes alternas de alimentación e ingresos adicionales.

A nivel de especies, las aves generalmente desempeñan el papel de fuentes proteicas para la familia del productor; los bovinos juegan un rol más versátil, ya que además de proveer cantidades marginales de leche, proveen excretas que se utilizan como fertilizante y además constituyen algo similar a una cuenta de ahorro, pues en la economía campesina los bovinos son CUASI dinero del cual se puede disponer en época de crisis. Los porcinos también fungen como cuentas de ahorro.

⁵DGE: Cifras preliminares del Censo Nacional de Población de 1981.

⁶DGE: Censo Agropecuario..... Op. Cit.

⁷IBID.

Cuadro 1 Cultivos practicados, rendimientos, costos de producción y precios de venta. Altiplano de Chimaltenango, Guatemala, 1982.

<i>Cultivos</i>	<i>Rendimiento TM/ha</i>	<i>Costos de Producción Q/ha</i>	<i>Precios/TM (Quetzales)</i>
<i>Maíz monocultivo (M)</i>	3.61	448.16	176.00
<i>Maíz + Frijol trepador (M+FT)</i>		627.19	
<i>Maíz</i>	2.72		176.00
<i>Frijol trepador</i>	0.13		407.00
<i>Maíz + Frijol de suelo (M+FS)</i>		715.41	
<i>Maíz</i>	4.29		176.00
<i>Frijol de suelo</i>	0.88		550.00
<i>Frijol de suelo en monocultivo</i>	0.89	432.16	550.00
<i>Trigo I (de época de primera: Mayo)</i>	2.38	680.84	295.46
<i>Trigo II (de época de segunda: Agosto)</i>	2.58	648.71	295.46
<i>Papa + Maíz (P + M)</i>		1.716.98	
<i>Papa</i>	14.63		176.00
<i>Maíz</i>	5.85		176.00
<i>Papa Monocultivo (P)</i>	14.99	1.522.76	176.00
<i>Repollo (R)</i>	71.91	1.166.05	55.00
<i>Coliflor (C)</i>	12.27	1.166.05	187.00
<i>Brócoli</i>	5.37	1.287.74	286.00
<i>Col de Bruselas (CB)</i>	13.66	1.457.56	330.00
<i>Arveja dulce (AD)</i>	2.88	1.002.20	550.00
<i>Arveja China (ACH)</i>	3.51	6.361.43	1.100.00
<i>Guicoyito (G)</i>	5.85	491.92	132.00

FUENTE: SER/ICTA: Boletín encuesta de adopción de tecnología Región V-4 (1982-1983); Encuesta de Hortalizas (1981); Mynor Paz, Santos García, y Arturo Campos: Registros Económicos de Producción en Chimaltenango (Guatemala: SER/ICTA, 1983).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el área estudiada a pesar del pequeño tamaño de las explotaciones (\bar{X} – 1.923 ha y S – 1.480 ha), se observa la práctica de una diversidad de cultivos, lo cual es efecto directo de la lógica y racionalidad prevalente en la economía campesina, pues a consecuencia de que las unidades productivas cumplen los roles de proveer alimentos directos al productor y generar ingresos para la reproducción del proceso económico, el aprovechamiento de los factores, esencialmente la tierra, se hace al máximo.

A nivel macroeconómico en los municipios estudiados se practica la producción de maíz, frijol trepador y arbustivo, (de suelo), trigo, papa, repollo, coliflor, brócoli, col de bruselas, arveja dulce, arveja china y güicoy.

En materia de sistemas de finca, utilizando el grado de diversificación productiva como parámetro de estratificación, se observa la práctica de cinco de ellos, los cuales son los siguientes:

SISTEMA 1:

Este sistema está dedicado a la producción de maíz y frijol trepador bajo condiciones de cultivo asociado. Su orientación principalmente es de subsistencia y es practicado por el 12.80/o de los productores.

SISTEMA 2:

Este sistema está dedicado a la producción de maíz y frijol trepador bajo condiciones de asociación con fines de subsistencia. Considera además la producción comercial de trigo, tanto en época de primera (mayo), como de segunda (agosto). En este sistema existe una variante que además del trigo considera la producción comercial de frijol de suelo en monocultivo. El porcentaje de agricultores que practica este sistema es del 20.5 o/o.

SISTEMA 3:

Este sistema comprende a las fincas que se dedican a la producción de maíz y frijol asociados (frijol trepador o de suelo), frijol de suelo, arveja dulce y/o güicoyes, trigo y papa. Su práctica se observa en el 38.5 o/o de los agricultores.

SISTEMA 4:

Dentro de este sistema se agrupan las fincas que comprenden al sistema 3, pero que además se dedican al cultivo de crucíferas. Este sistema lo practica el 17.9 o/o de los productores del área.

SISTEMA 5:

Este sistema abarca todos los anteriores, pero incluye además el cultivo de arveja china. La práctica de este sistema se observa en el 10.3o/o de los agricultores.

En los sistemas 3, 4 y 5, los cultivos de autoconsumo son el maíz y frijol trepador y parcialmente el frijol de suelo.

Según los resultados obtenidos, el tamaño de la finca, los costos de producción y los retornos por unidad de área observados con los pequeños agricultores de los municipios estudiados, son diferentes para cada sistema y además son variables que se encuentran significativamente correlacionados en forma positiva con la diversificación de los sistemas de finca. Estos resultados se consignan en los Cuadros 2 y 3.

La diversificación productiva incrementa la eficiencia económica de un sistema, no sólo por el hecho de hacerlo menos vulnerable a las fluctuaciones del mercado ofreciendo un mayor número de especies de productos, sino además porque permite que el agricultor alcance economías internas en el aprovechamiento de sus recursos, tales como la utilización de tierras semi-preparadas y el aprovechamiento de los efectos residuales de fertilizantes y pesticidas; estas economías internas se alcanzan con la práctica de cultivos en relevo y rotaciones anuales de cultivos. En este sentido, sabiendo que las producciones de papa, crucíferas y arveja china son más exigentes en fertilizantes y pesticidas, se analizó el efecto de los sistemas más diversificados; para el caso del frijol trepador en sistemas de asocio, los rendimientos fueron superiores en el sistema de finca que comprende producción de papa. Estos resultados se reportan en el Cuadro 4, 5 y 6.

Para corroborar el efecto de los sistemas diversificados en los rendimientos de maíz, frijol y trigo, se realizaron varias pruebas adicionales. Unas consideraron la comparación de los rendimientos obtenidos en estos cultivos por los agricultores que producen papa y los que no la producen; y otras pruebas se realizaron para comparar los rendimientos obtenidos en esos mismos cultivos por los agricultores productores y no productores de crucíferas. Los resultados fueron los siguientes:

- *Los rendimientos de maíz, frijol trepador y trigo de segunda obtenidos por productores de papa fueron estadísticamente superiores a los logrados por agricultores que no producen este tubérculo.*
- *Los rendimientos de maíz y trigo de segunda obtenidos por agricultores que producen crucíferas fueron más altos que los obtenidos por los agricultores que no producen coles. En el caso del frijol trepador asociado, los rendimientos mayores parece ser que los obtienen los productores que no cultivan crucíferas. Este fenómeno del frijol parece deberse a la alelopatía a las leguminosas que las coles producen en el suelo.*

Cuadro 2 Extensión total, costos e ingresos, según sistema/finca. Altiplano de Chimaltenango, Guatemala, 1982.

Concepto	CODIGO DE SISTEMA/FINCA					Resultados del análisis de Varianza	
	1	2	3	4	5	FC	Nivel de Signif.
Extensión Total (hectáreas)	0.79	2.13	1.48	2.75	3.17	2.812	0.040
Costos de Producción/área de cultivo (Quetzales/ha)	559.16	543.18	1.103.92	1.185.73	1.413.29	3.991	0.009
Ingreso bruto por área de cultivo (Quetzales/ha)	384.89	595.22	1.763.79	2.573.23	1.710.55	3.904	0.011
Ingreso neto por área de cultivo (Quetzales/ha)	- 174.27	2.05	628.95	1.387.48	- 145.94	4.004	0.010

FUENTE: SER/ICTA: Boleta encuesta de adopción de Tecnología Región V-4 (1982-83); encuesta de Hortalizas (1981); Mynor Paz, Santos García y Arturo Campos: REGistros económicos de producción en Chimaltenango (Guatemala: SER/ICTA, 1983).

Cuadro 3 Correlaciones entre Sistemas de finca y extensión total, costos e ingresos por área cultivada. Altiplano de Chimaltenango, Guatemala, 1982.

<i>Correlaciones entre</i>	<i>Coefficiente de correlación</i>	<i>Nivel de Significancia</i>
<i>Sistema de Finca-Extensión total</i>	<i>0.403</i>	<i>0.012</i>
<i>Sistema de Finca-Costos por hectárea</i>	<i>0.520</i>	<i>0.001</i>
<i>Sistema de Finca-Ingresos netos/ha</i>	<i>0.392</i>	<i>0.012</i>

FUENTE: SER/ICTA: Boleta encuesta de adopción de Tecnología Región V-4 (1982-1983); Encuesta de Hortalizas (1981); Mynor Paz, Santos García, Arturo Campos, Registros Económicos de Producción en Chimaltenango (Guatemala: SER/ICTA. 1983).

Cuadro 4 Rendimientos de maíz, frijol y trigo, según sistema de finca. Altiplano de Chimaltenango, Guatemala, 1982. (Rendimiento en TM/ha).

Cultivo	CODIGO DEL SISTEMA DE FINCA					F.C.	Resultados del Análisis de Varianza Nivel de Significancia
	1	2	3	4	5		
Maíz monocultivo	2.93	3.02	3.71	4.29	4.00	0.796	0.565
Frijol de suelo monocultivo	—	—	0.85	0.78	1.17	0.077	0.982
Maíz/Sistema M + FS	—	—	4.55	3.71	4.68	0.299	0.863
Frijol de suelo/Sistema M + FS	—	—	0.85	0.78	1.17	3.188	0.184
Maíz/Sistema M + FT	1.90	2.41	2.91	3.71	3.15	2.369	0.096
Frijol Trepador/Sistema M + FT	0.07	0.06	0.21	0.11	0.04	2.27	0.107
Trigo I	—	2.35	2.28	4.29	1.30	4.56	0.018
Trigo II	—	1.50	2.08	4.49	3.51	16.10	0.006

FUENTE: SER/ICTA: Boleta encuesta de adopción de Tecnología Región V-4 (1982-83); Encuesta de Hortalizas (1981); Mynor Paz, Santos García y Arturo Campos. Registros Económicos de Producción en Chimaltenango (Guatemala: SER/ICTA, 1983).

Cuadro 5 Cultivo de papa y rendimientos de maíz, frijol y trigo. Altiplano de Chimaltenango, Guatemala, 1982. (Rendimientos en TM/ha).

	RENDIMIENTOS OBTENIDOS POR		RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA	
	Agricultores que cultivan papa	Agricultores que no cultivan papa	F.C.	Nivel de Significancia
Maíz monocultivo	4.04	3.00	3.802	0.077
Maíz/Sistema M + FT	3.08	2.39	3.722	0.066
Frijol Trepador/Sistema M + FT	0.19	0.07	5.061	0.036
Trigo I	2.56	2.23	0.806	0.612
Trigo II	3.12	1.50	4.572	0.068

FUENTE: SER/ICTA: Boletas Encuesta de Adopción de Tecnología Región V-4 (1982-1983); Encuesta de Hortalizas (1981); Mynor Paz, Santos García y Arturo Campos. Registros Económicos de Producción en Chimaltenango (Guatemala: SER/ICTA, 1983).

Cuadro 6 Cultivo de coles y rendimiento de maíz, frijol trepador y trigo. Altiplano de Chimaltenango, Guatemala, 1982 (Rendimientos en TM/ha).

	RENDIMIENTOS OBTENIDOS		RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA	
	Agricultores que cultivan coles	Agricultores que no cultivan coles	F.C.	Nivel de significancia
Maíz monocultivo	—	3.61	—	—
Maíz/Sistema M + FT	3.27	2.63	1.430	0.245
Frijol Trepador/Sistema M + FT	0.04	0.14	1.020	0.328
Trigo I	2.80	2.32	0.734	0.590
Trigo II	5.07	2.27	7.659	0.027

FUENTE: SER/ICTA: Boletín encuesta de Adopción de Tecnología, Región V-4 (1982-1983); Encuesta de Hortalizas (1981); Mynor Paz, Santos García, y Arturo Campos. Registros Económicos de Producción en Chimaltenango (Guatemala: SER/ICTA, 1983).

CONCLUSIONES

Para el altiplano de Chimaltenango, tomando en consideración la representatividad de los municipios estudiados se puede concluir que:

- *El grado de diversificación productiva de un sistema de finca está correlacionado en forma positiva con el tamaño de la finca.*
- *Los costos de producción y los ingresos por área de cultivo están asociados directamente a la diversificación del sistema finca.*
- *En los rendimientos de los componentes productivos maíz asociado y trigo, el grado de diversificación del sistema de finca parece influir, pues se observa que en los sistemas más diversificados estos componentes expresan mayores rendimientos.*
- *Los rendimientos de maíz monocultivo, frijol de suelo monocultivo y frijol de suelo asociado, no están influenciados por el tipo de sistema de finca. En los cinco sistemas identificados, estos componentes productivos reportaron rendimientos estadísticamente iguales.*
- *En los sistemas de finca que comprenden producción de crucíferas, los rendimientos de frijol trepador son más bajos, debido posiblemente a los efectos alelopáticos para las leguminosas que las coles le producen en el suelo.*

BIBLIOGRAFIA

- ¹GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. *Censo Nacional de Población de 1973.*
- ²_____ *Censo Agropecuario Nacional de 1979.*
- ³_____ *Cifras Preliminares del Censo Nacional de Población de 1981.*
- ⁴GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. *Boletas de encuestas sobre hortalizas. 1981.*
- ⁵_____ *Boletas de encuesta de adopción de tecnología Región V-4. 1982-1983.*
- ⁶PAZ, M., S. García y A. Campos: *Registros Económicos de Producción en Chimaltenango, Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, 1983. Sin paginación.*

APLICACION DE LA METODOLOGIA DE TORO BRIONES PARA DEFINIR
PRIORIDADES DE INVESTIGACION A NIVEL DE RUBROS DE
PRODUCCION PARA EL DESARROLLO AGRICOLA DE
UN AREA ESPECIFICA DE EL SALVADOR *

Alma Sonia Nuila Meléndez **

R E S U M E N

Considerando la contribución potencial de la investigación a la agricultura a los países en desarrollo, se necesita hacer una evaluación interna de la misma, ya que se tiene una gama amplia de sectores, sub-sectores, rubros de producción y otros, para dedicarle atención pero no así, un presupuesto satisfactorio por lo limitado de los recursos para dichos países. Por lo que se hace necesario priorizar la actividad investigativa mediante una metodología científica para las condiciones propias de cada país. Para El Salvador se aplicó la metodología diseñada por Guillermo Toro Briones, la cual aplica nueve variables; tres económicos, tres técnicos y tres sociales, a través de los cuales se ordenan los cultivos para establecer al final de un orden de prioridades por cultivo para investigación en una zona previamente seleccionada fue el Distrito de Riego y Avenamiento No. 1, Zapotitán, ubicado a 30 km de San Salvador. Se trabajó con ocho cultivos (granos básicos y hortalizas), los cuales ocupan aproximadamente un 80o/o de la superficie cultivada de la zona, de ellos, tres se ubicaron en el nivel de prioridad alto y los otros cinco cultivos en prioridad baja, ninguno en nivel intermedio.

La aplicación de la metodología presentó dificultades más que todo por no disponerse de un sistema de registros de información básica especialmente de hortalizas. Así mismo, requiere de un diagnóstico de la zona que permita la medición de las variables.

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

** Ingeniero Agrónomo, Economista Agrícola, Jefe Sección Economía Agrícola, Centro de Tecnología Agrícola (CENTA), San Andrés, El Salvador, C.A.

INTRODUCCION

La investigación constituye un sacrificio presupuestario en razón de lo limitado de los recursos disponibles (7). Así pues, en la asignación de los recursos para la investigación agrícola, a fin de hacerla más acorde con las necesidades de los agricultores y con la disponibilidad de recursos, ya sea incrementando la actividad o simplemente reorientándola para su mayor eficiencia, es ineludible el establecimiento de un sistema de prioridades de investigación a nivel de áreas específicas, de tal manera que lo que se transfiera corresponda a las necesidades reales establecidas previamente en la priorización de la investigación como parte del proceso de Generación, Validación y Transferencia de Tecnología.

La definición de las prioridades de investigación se presenta en este trabajo a nivel de rubros de producción agrícola, y utilizando la metodología propuesta por Guillermo Toro Briones (7), la cual emplea tres variables económicas, tres técnicas y tres sociales.

El objetivo general de este trabajo es analizar, adaptar y definir una metodología para determinar prioridades de investigación entre rubros de producción agrícola de una área específica. Como objetivos específicos: a) Hacer los ajustes necesarios a la metodología de Toro Briones para definir una aplicable a El Salvador; b) Orientar la actividad investigativa de la zona en el campo de la agricultura de manera que, todos los esfuerzos se dirijan hacia metas comunes y bien definidas; c) Lograr un uso más eficiente de los recursos técnicos y financieros, para el desarrollo agrícola de áreas específicas.

Para probar, analizar y adaptar la metodología de Toro Briones, se utilizan datos del Distrito de Riego y Avenamiento de Zapotitán (14) ubicado en el Valle del mismo nombre, a unos 30 km al suroeste de San Salvador; con una elevación de 450 msnm, una precipitación anual de 1615 mm; temperaturas mínimas en enero y febrero (13-14°C) y máximas en abril (35-36°C); suelos latosoles, Arcillosos Gley Húmicos y Aluviales, con ocurrencias de capas endurecidas (talpetates).

Se parte de las cifras de ordenamiento particular de cada variable para elaborar un ordenamiento final u orden prioritario de los rubros agrícolas para investigación. Así también, se presentan las dificultades de adaptar la información para implementar la metodología, y algunas conclusiones y recomendaciones preliminares, ya que el presente trabajo aún no ha concluido.

REVISION DE LITERATURA

En la búsqueda del desarrollo de los países, Navarro (19) consideró la existencia de cuatro aspectos importantes, comunes al desarrollo de las sociedades modernas y que implican presión directa sobre la agricultura, estos aspectos son: a) crecimiento de la población, lo que implica mayor demanda de alimentos, de energía, materia prima, espacio, techo y abrigo; b) aumento del ingreso, aún cuando hay problemas de distribución

transforma las necesidades de demanda efectiva de alimentos, energía y otros; c) generalización de la educación, información y cultura general; da como resultado una sociedad más exigente que demanda mayor variedad y calidad de alimentos y d) recursos básicos, son fijos en cantidades absolutas y disminuyen en términos relativos; para la agricultura, el recurso más importante es la tierra que compite con los parques, ciudades, presas, etc.

Puede decirse que la agricultura debe producir mayor cantidad de alimento en mayor variedad y calidad en relativamente poco tiempo y con recursos cada vez más limitados. Por tanto, la demanda de tecnología y capacidad científica aumenta para resolver la problemática agropecuaria de cada país (3).

Siendo El Salvador, eminentemente agrícola las prioridades fueron establecidas (desde 1942 hasta 1982) principalmente con criterio político acompañado de la identificación y observación de áreas piloto de desarrollo (15) sin el seguimiento de una metodología definida. O en su defecto, el establecimiento de prioridades obedecía más a iniciativas de los técnicos que a un proceso institucionalizado (17) y/o a convenios y compromisos contraídos por El Salvador con organismos internacionales.

A partir de 1983 se ha comenzado a bosquejar las bases para la selección de prioridades de investigación entre rubros pecuarios (12) mediante criterios de tipo social, económicos, técnicos y ecológicos, asignando a cada rubro una ponderación según escala previamente establecida (de 1 a 5 u otra), la cual asociada a cada criterio y estimando promedios origina el orden de prioridades, a un promedio inferior corresponde mayor prioridad. Sin embargo, con esta metodología no se asegura que los resultados serán los mejores, pues su base son los criterios personales en la asignación de puntuaciones.

En Venezuela, la fundación para el desarrollo de la Región Occidental (FUDECO) en la selección de rubros prioritarios estableció como parámetros: Valor de la producción, aumento porcentual de rendimiento, jornales utilizados por año, aumento en área sembrada e ingreso por hectárea (6, 10).

León Díaz y Bustamante (10) adicionaron, renglones deficitarios e incrementos totales de producción. Por su parte, el Fondo Nacional de Investigación Agropecuaria (FONAIAP) en la elaboración de prioridades para el desarrollo agropecuario de la región Centro-Norte-Costera de Venezuela (7) logró con la colaboración del IICA aplicar la metodología elaborada por Guillermo Toro Briones, la cual mide e integra variables económicas, técnicas y sociales aplicadas a cada rubro agropecuario para determinar prioridades de investigación, según un ordenamiento por variables y global. No obstante, en Venezuela, las preocupaciones orientadas a conformar un plan de investigación agrícola según prioridades, sólo tocaron el problema en forma parcial descuidando los mecanismos y estructuras administrativas para la transferencia de tecnología y la demanda de tecnología era independiente de lo que el gobierno, las universidades y los agricultores decidan hacer (2).

El gasto en investigación agropecuaria expresado en porcentaje del producto bruto agropecuario para países de América Latina, aumentó de 0.18 a 0.50, para el caso de El Salvador en los años de 1975 y 1980 (21). Esto refleja la necesidad de establecer una metodología con retroalimentación que permita al campo de la investigación mayor seguridad en su marco específico. Así mismo, la estructura de un programa de investigación agrícola está determinado por el establecimiento de prioridades definido sobre la base de aspectos fundamentales para el área específica.

MATERIALES Y METODOS

METODOLOGIA

- Marco de referencia
- El Método (elaborado por Toro Briones)
 - Expresión matemática
 - Variables
 1. Económicas: Valor bruto de la producción (VBP), Balanza Comercial (BC) y Cambio en la Demanda Interna (CDI).
 2. Técnicas: Cambios en el Rendimiento (CR), Potencial de Producción (PP) y Superficie ocupada por cultivos (SC).
 3. Sociales: Empleo de mano de obra (MO), Tamaño de las explotaciones (T) y Aspectos Nutricionales (N).
- Medición de variables e integración de las mismas.
- Determinación de prioridades de investigación en niveles.
- Evaluación y ajuste del método.

MARCO DE REFERENCIA.

Para la aplicación del método se tenía la necesidad de contar con un diagnóstico de la zona, por lo que, se seleccionó el Distrito de Riego y Avenamiento de Zapotitán, ya que en 1980-81 el MAG a través de técnicos del CENTA y la Gerencia Regional II, bajo la asesoría del IICA realizaron dicho diagnóstico el cual se empleó para medir las variables del método de Toro Briones. Se trabajó con ocho cultivos: Maíz, frijol, arroz, tomate, pepino, papa, chile dulce y ejote, los que representaron un 78.30/o de la superficie de siembra de la zona (14).

MEDICION DE VARIABLES:

Variables económicas: Valor bruto de la producción (VBP). Se calculó empleando la fórmula:

$$VBP = \sum_{i=1}^n Q_i P_i ; \text{ donde: } \begin{array}{l} Q_i - \text{Cantidad producida en el año } i \\ P_i - \text{Precio recibido por el producto} \\ \text{en el año } i \\ n - \text{Número de años (quinquenio} \\ \text{1974-78).} \end{array}$$

Los resultados aparecen según, a un mayor VBP, corresponde un mayor orden de prioridad.

Balanza Comercial (BC). Como la información básica existe solamente a nivel nacional se empleó el índice de concentración (IC) para su incorporación a nivel de la zona. Se empleó la fórmula:

$$IC = \frac{VBP_i \text{ zona}}{\sum_{i=1}^m VBP_i \text{ zona}} \times \frac{VBP_i \text{ país}}{\sum_{i=1}^m VBP_i \text{ país}}$$

donde: VBP_i zona - Valor Bruto de la Producción del cultivo "i" en la zona.

$$\sum_{i=1}^m VBP_i \text{ país} - \text{Suma de los VBP de los cultivos "m" a nivel nacional}$$

Una vez establecido el IC, este se multiplicó por el total de exportaciones + importaciones (promedio de cinco años 1974-78) de cada cultivo y el resultado originó el ordenamiento de la variable (a un mayor valor de resultado originó el ordenamiento de la variable (a un mayor valor de resultado, mayor prioridad).

Cambios en la demanda interna (CDI). Se comparó una demanda base "Db" (demanda real de 1973-74) y otra actual "Da" (demanda potencial de 1981) para obtener otra, en términos de cambio porcentual que sirvió para dar el orden de prioridades. Se empleó la fórmula:

$$D \text{ aparente} = \frac{Da - Db}{Db} \times 100 - \text{o/o}$$

A un menor porcentaje de demanda aparente, correspondió un mayor orden de prioridad.

Variables técnicas. Cambios en los rendimientos (CR). Para medir esta variable se empleó la fórmula:

$$CR = \frac{Ra - \bar{Rb}}{\bar{Rb}} \times 100 \text{ donde } Ra = \text{Rendimiento promedio del trienio actual (1973-75)}$$
$$Rb = \text{Rendimiento promedio del trienio base (1976-78) y}$$

si $CR \leq 0$, entonces existe una demanda latente de tecnología.

Así también a menor porcentaje de cambio en rendimiento obedece mayor prioridad de investigación.

Potencialidad de producción (PP). Para medir esta variable podría también hacerse en base a datos de producción, pero en este caso se hizo comparando superficies sembradas durante el quinquenio 1974-78, o sea, la mayor superficie con respecto a su promedio dió un porcentaje de aumento y el ordenamiento respectivo (mayor o/o aumento, mayor prioridad de orden).

Superficie cultivada (SC). Esta variable representa el promedio quinquenal 1974-78 e indica qué cultivos ocupan mayores superficies dentro de la zona de Zapotitán. Es prioritario aquel que ocupa mayor superficie de cultivo.

Variables Sociales. Empleo de mano de obra (MO). La utilización de mano de obra se tomó de una encuesta de producción realizada en el Distrito durante la cosecha 1980/81. Los cultivos que requieren más jornales por unidad de área son prioritarios.

Tamaño de las explotaciones (T). Esta variable emplea un coeficiente de densidad o índice de concentración para llevar datos del nivel nacional al de la zona. Pero como se disponía de la información a nivel zonal, no se utilizó. Se determinó el número de beneficiarios, que se separaron en tres estratos: El de los pequeños (con parcelas menores de 10 hectáreas), lo medianos (de 10 a 50 ha) y el de los grandes (mayores de 50 ha). Se expresó a través de ponderaciones mediante un peso "Aij" que se le asignó a cada estrato, multiplicando por el porcentaje de beneficiarios respectivo. Luego, se sumaron los Cij de los tres estratos. Se utilizaron las fórmulas:

Aij - Distribución de agricultores que siembran cultivo "i" en Zapotitán.

$$Aij = \frac{\text{No. agricultores siembran cultivo "i" en estrato "j"}}{\text{No. total agricultores siembran cultivo "i" en Zapotitán}}$$

Bij - Proporción (en o/o) de agricultores que siembran cultivo "i" en estrato "j".

$$Bij = \frac{\text{No. agricultores siembran cultivo "i" en estrato "j"}}{\text{No. total agricultores en estrato "j"}} \times 100$$

Cij - Ponderación (en o/o) del cultivo "i" en Zapotitán

$$Cij = Aij \cdot Bij ; \text{ donde } \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, nk \\ j = 1, 2, 3, \dots \\ k = 3, 5. \end{matrix}$$

A mayor porcentaje de ponderación total "Cij" le correspondió una mayor prioridad.

Aspectos nutricionales (N). Se comparó el consumo real per-cápita y el consumo recomendado per-cápita por día (16.18) para determinar los elementos deficitarios de la población de Zapotitán, en base a los cuales, y a su composición bromatológica que supliría las deficiencias nutricionales, se estableció el ordenamiento particular para cada elemento, éstos al final se sumaron con un orden total. Y a un menor orden total le iba una mayor prioridad.

Compatibilización e Integración de las variables. Una vez que se midieron las nueve variables, éstas se compatibilizaron e integraron, los granos básicos y las hortalizas para poder establecer los niveles de prioridad de los cultivos (Cuadro 1 y Figura 1).

DISCUSION DE RESULTADOS

Partiendo de las cifras de ordenamiento de cada variable se elaboró el Cuadro 1, que conduce al ordenamiento final u orden prioritario para la investigación agrícola por cultivos.

Cuadro 1 Compatibilización de variables con integración de cultivos para obtener orden de prioridades para Zapotitán.

Cultivos	ECONOMICAS			TECNICAS			SOCIALES			Promedio	Orden
	VBP	BC	CDI	CR	PP	SC	MO	T	N		
Maíz	2	1	2	2	3	1	2		2	1.78	3
Frijol	1	2	1	1	2	2	1	2	1	1.44	1
Arroz	3	3	3	3	1	3	3	3	3	2.78	5
Tomate	2	2	–	2	1	1	1	1	3	1.62	2
Pepino	4	–	–	1	3	3	3	2	5	3.00	6
Ejote	–	–	–	–	–	–	4	3	1	2.67	4
Papa	1	1	–	3	4	2	5	5	4	3.12	7
Chile dulce	3	3	–	4	2	4	2	4	2	3.00	6

Niveles de prioridad – alto, medio e inferior

Al dividir la escala de ordenamiento en tres partes iguales, tomando como base los datos de la columna "promedio" (1.44 a 3.12) del Cuadro 1, los cultivos quedaron clasificados automáticamente en grupos (Figura 1). Los primeros (frijol, tomate y maíz) de alta prioridad (1.44 a 2.00), en el segundo nivel ningún cultivo, y los de prioridad inferior (2.56 a 3.12) que son el ejote, arroz, pepino, chile dulce y papa.

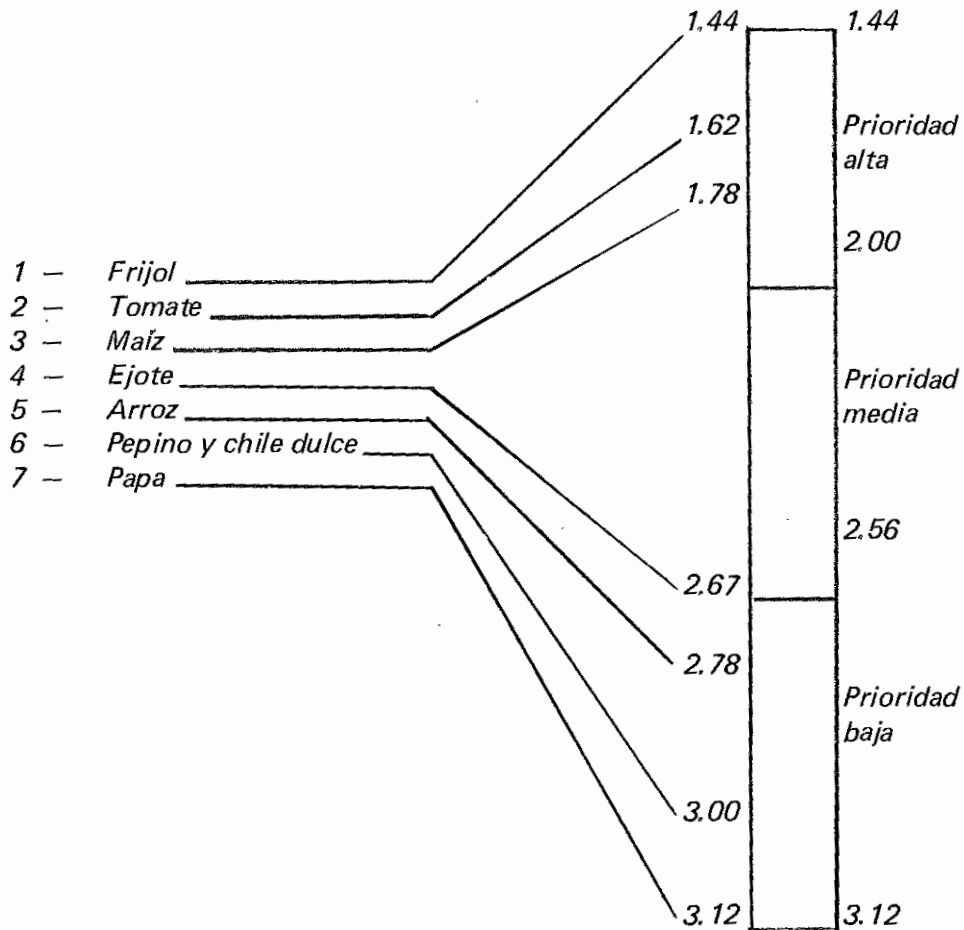


Figura 1 Ubicación de los cultivos en la escala de prioridad de investigación. Zapotitán.

La medición de variables se realizó considerando principalmente el período de 1974 a 1978 para las variables VBP, BC, CR, PP, SC. En el caso de CDI se tomaron datos de 1973 y 1980-81, y para MO, T. y N el año 1980-81. Lo que motivó esta situación fue la escasa disponibilidad de información de la zona en estudio.

En relación a la aplicación de cada variable, las principales dificultades estuvieron en: Valor Bruto de la producción (VBP) — no se conocían los precios pagados al productor por lo que tuvieron que ajustarse buscando una relación porcentual de un precio conocido pagado al productor (año 1981-82) con un precio promedio pagado por el mayorista (granos básicos) y por el consumidor (hortalizas), para luego aplicar la misma relación al período estudiado.

Balanza Comercial (BC) — En el Cálculo del Índice de concentración (IC) se desconocía el VBP de algunas hortalizas a nivel nacional (su producción total es difícil estimarla) por lo que no se pudo calcular para pepino y ejote).

Cambio en la Demanda Interna (CDI) – La demanda de hortalizas en forma individual (por cultivo) no es usual estimarla, sino más que bien, en forma global como hortalizas o legumbres, la medición de esta variable se limitó a los granos básicos únicamente.

Las demás variables técnicas (CR, PP, SC) y sociales (MO, T, N) se midieron casi en su totalidad, a excepción de lo referente a ejote, pues no fue posible obtener dicha información.

CONCLUSIONES

- *Las prioridades de investigación para la zona del Distrito de Riego y Avenamiento de Zapotitán son los cultivos frijol, tomate y maíz, en orden de mayor a menor importancia.*
- *La aplicación de la metodología de Toro Briones presentó dificultades principalmente por no disponibilidad de información completa y reciente tanto de la zona en estudio como a nivel nacional, especialmente en lo que a hortalizas se refiere.*

RECOMENDACIONES

- *Las prioridades de investigación determinadas en este estudio corroborarlas mediante la aplicación de otras metodologías.*
- *La continuación de otros trabajos que complementen la determinación de cultivos prioritarios con la selección de aspectos prioritarios (agronómicos, sociales, económicos, etc.) de dichos cultivos de la zona en estudio.*

BIBLIOGRAFIA

- ¹ANDREW, C.O. Y HILDEBRAND, P.E. *Planificación y Ejecución de la Investigación Aplicada*. Guatemala, 1977. pp. 35-43.
- ²BADILLO, A. *Investigaciones y cambios tecnológicos* Revista *Desarrollo Rural*, Serie *Avances y Noticias*. Maracay, diciembre 1980, No. 5. Facultad de Agronomía. Instituto de Economía Agrícola y Ciencias Sociales. Universidad Central Caracas, Venezuela. pp. 51-61.
- ³Comisión Económica para América Latina. *Plan de acción regional para aplicación de ciencias y la tecnología al desarrollo de América Latina*. Comité asesor de las Naciones Unidas sobre la aplicación de ciencia y la tecnología al desarrollo. Fondo de Cultura Económica. México 1973 pp. 115-135.
- ⁴Consejo Nacional de Planificación y Coordinación Económica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. *Plan de Desarrollo Agropecuario 1973-77*. San Salvador, pp. 48, 180.
- ⁵----- *Plan de Desarrollo Agropecuario 1978*, San Salvador.
- ⁶Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental de Venezuela. *Establecimiento de prioridades de investigación agrícola en la Región Centro Occidental*. Barquisimeto 1975. 39 p.
- ⁷GOMEZ QUIROGA, F. *Prioridades de investigación agrícola a nivel Rubro de la Producción Región Centro Norte costera de Venezuela*. Fondo de la Investigación Agropecuaria. Oficina de Proyectos Serie Planificación No. 3, MAG. Agosto 1977, 96 p.
- ⁸GONZALES ALVARADO, S. *Escrituración e implementación de proyectos en Investigación Agropecuaria por grupos multidisciplinarios*. Departamento de Estadística. Instituto Salvadoreño de Investigación Agraria y Pesquera (ISIAP) San Andrés, La Libertad. El Salvador, diciembre, 1982.
- ⁹HERNANDEZ, C. *Plan de operaciones del proyecto Nor oriental de Desarrollo integrado del Gobierno de El Salvador, con la cooperación del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia UNICEF*, San Salvador, El Salvador, 1980. 18 p.
- ¹⁰LEON DIAZ, J.R. y BUSTAMANTE, A. *Establecimiento de prioridades de investigación Agrícola. Sub-sector vegetal. ka. parte* Caracas, Consejo Nacional de Investigación Agrícola, 1968, 87 p.
- ¹¹MELLENDEZ, M.E. *Normas para preparación de sub-proyectos de investigación e informe Organización de Grupos y Comités de Investigación*, Centro de Tecnología Agropecuaria. Abril 1972. pp. 9-29.

- 12 *Centro de Desarrollo Ganadero. Base para la formulación de un Plan Nacional de Investigación Pecuaria a mediano plazo en El Salvador, Publicación miscelánea No. 418. Instituto Interamericano para la Agricultura - IICA - San Salvador, El Salvador, junio de 1983. 76 p.*
- 13 _____ *Oficina Sectorial de Planificación Agropecuaria. Plan Anual operativo del sector agropecuario, 1983, San Salvador, pp. 24-25.*
- 14 *Ministerio de Agricultura y Ganadería, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Perfil de Distrito de Zapotitán. Generalidades acerca del estudio San Salvador, 1982. Vol. I, 30 p.*
- 15 *Ministerio de Planificación del desarrollo económico y social. Síntesis del programa desarrollo integral Zona Norte, San Salvador, El Salvador, 1978. p. 10.*
- 16 _____ *Informe Final Comisión Nacional de Alimentación y Nutrición (CONAN). Documento Público No. 4, julio 1983. Resumen y Vol. I, II y III.*
- 17 _____ *Informe final de la jornada de Evaluación del Proyecto Nor-oriental con técnicos de nivel local y regional. Desarrollado en el Centro de Capacitación "La Reforma Moncagua", San Miguel 14 y 15 de diciembre de 1982. San Salvador, enero de 1983.*
- 18 *Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Evaluación Nutricional de Centro América y Panamá (INCAP). Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud de (USA). INCAP V-26. 1969. 165 p.*
- 19 *NAVARRO, L.A. El problema general de la agricultura y la investigación agrícola basada en el enfoque de sistema, Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 23 p.*
- 20 _____ *Selección de áreas prioritarias para investigación y desarrollo técnico agrícola. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 1983. 23 p.*
- 21 *PIÑEIRO, M.E. y TRIGO, E.J. La investigación agropecuaria en el sector público de América Latina: Problema y perspectiva. In Taller sobre investigación agrícola organizada por CIMMYT, con la colaboración del BIB. México, 10-12 septiembre 1984. p. 10.*
- 22 *RODRIGUEZ SANDOVAL, R. et al. Un modelo de generación y transferencia de tecnología agrícola para desarrollo de áreas. Depto. de Economía Agrícola. Febrero 1983. 13 p.*
- 23 _____ *El desarrollo de transferencia de tecnología agrícola en El Salvador. Experiencia en el cultivo de maíz, marzo-83. 33 p.*

APENDICE

Cuadro 1 Valor Bruto de la producción (VBP) por rubros de producción agrícola en el Distrito de Zapotitán en el quinquenio 1974-78.

Cultivos	VBP Total en ¢	VBP Promedio en ¢	Ordenamiento
<i>Granos básicos</i>			
Frijol	8 173 001.50	1 634 600.30	1
Maíz	7 932 449.30	1 586 489.80	2
Arroz	6 323 866.20	1 264 773.20	3
<i>Hortalizas</i>			
Papa	4 387 250.00	877 450.00	1
Tomate	2 983 330.00	596 666.00	2
Chile dulce	1 316 489.00	263.297.80	3
Pepino	941 262.29	188.252.45	4
Ejote*	—	—	—

FUENTE: Anuarios de Estadística Agropecuaria (Años 1974-78, 8.1) y Perfil del Distrito (Vol. III)

* Faltó información

Cuadro 2 Balanza comercial (BC) 1974-1978 por rubros agrícolas en el Distrito de Zapotitán. (Promedios del quinquenio).

Cultivos	Export X en T	Importación M en T	Total X+ M	IC*	Resultados	** Orden.
<i>Granos básicos:</i>						
Maíz	673.21	30070.90	30744.11	0.241	7409.3	1
Frijol	87.17	2856.69	2943.86	0.095	279.7	2
Arroz	94.56	3306.08	3400.64	0.017	57.8	3
<i>Hortalizas:</i>						
Papa	3.08	58650.47	58653.55	0.177	10381.7	1
Tomate	663.35	19154.67	19818.02	0.185	3666.3	2
Pepino	-	1046.73	1046.73	—	—	—
Chile dulce	70.72	686.91	757.63	0.017	12.9	3
Ejote	1.73	3136.56	3138.29	—	—	—

FUENTE: Anuarios de Estadística Agropecuaria e Informes de Economía Agropecuaria.

* — Producto de las cifras de la columna "Total" por el Índice de Concentración (IC)

** — El IC de hortalizas se calculó únicamente por trienios (papa y tomate) y para dos años (chile dulce).

Cuadro 3 Cambios en la demanda interna (CDI) por cultivos en el Distrito de Zapotitán.

Cultivos	Demanda Real 1973-1974 (TM)	Demanda Potencial 1981 (TM)	Demanda Aparente o/o	Ordena- miento
<i>Granos Básicos:</i>				
Frijol	32.2	50.8	119	1
Maíz	103.9	558.9	438	2
Arroz	0.8	50.8	6250	3
<i>Hortalizas:</i>				
Tomate	0.2	—	—	—
Papa	—	25.4	—	—
Pepino	0.3	—	—	—
Chile dulce	—	—	—	—
Ejote	—	—	—	—

FUENTE: Proyecto de Zapotitán PNUD y Perfil Zapotitán, Vol. III

Cuadro 4 Cambio en los promedios de los rendimientos trienales (CR) 1973-75 y 1976-78 de los cultivos en Zapotitán.

Cultivos	1973-75 kg/ha	1976-78 kg/ha	Porcentaje (o/o)	Ordenamiento
<i>Granos Básicos:</i>				
Frijol	1147	1212	5.67	1
Maíz	3408	3602	5.69	2
Arroz	4062	6006	47.86	3
<i>Hortalizas:</i>				
Pepino	13249	11727	11.49	1
Tomate	13353	14156	6.01	2
Papa	17500	19113	9.22	3
Chile dulce	6991	7814	11.77	4
Ejote	—	—	—	—

FUENTE: Perfil del Distrito de Zapotitán, Vol. III

Cuadro 5 *Potencialidad de producción (PP). Mayor superficie ocupada por cultivos en el Distrito de Zapotitán.*

<i>Cultivos</i>	<i>Area Máxima (ha)</i>	<i>Promedio quinquenio (ha)</i>	<i>o/o de Aumento</i>	<i>Ordenamiento</i>
<i>Granos Básicos:</i>				
<i>Arroz</i>	651.0	544.5	20	1
<i>Frijol</i>	1394.4	1182.3	18	2
<i>Maíz</i>	1814.4	1560.7	16	3
<i>Hortalizas:</i>				
<i>Tomate</i>	318.5	180.2	77	1
<i>Chile dulce</i>	69.3	49.3	41	2
<i>Pepino</i>	129.5	101.8	27	3
<i>Papa</i>	208.6	169.8	23	4
<i>Ejote</i>	—	—	—	—

FUENTE: Perfil del Distrito de Zapotitán, Vol. III

Cuadro 6 *Superficie ocupada por cultivos (SC). Promedio quinquenal 1974-78. Distrito de Zapotitán.*

<i>Cultivos</i>	<i>Promedio en ha.</i>	<i>Ordenamiento</i>
<i>Granos Básicos:</i>		
<i>Maíz</i>	1560.7	1
<i>Frijol</i>	1182.3	2
<i>Arroz</i>	544.5	3
<i>Hortalizas</i>		
<i>Tomate</i>	180.2	1
<i>Papa</i>	169.8	2
<i>Pepino</i>	101.8	3
<i>Chile dulce</i>	49.3	4
<i>Ejote</i>	—	—

FUENTE: Perfil del Distrito de Zapotitán, Vol. III

Cuadro 7 Empleo de mano de obra por cultivos (MO). Distrito de Zapotitán, Cosechas 1981-82.

Cultivos	Jomales por ha/año	Ordenamiento
<i>Granos Básicos:</i>		
Frijol	9680	1
Maíz	7703	2
Arroz	6619	3
<i>Hortalizas:</i>		
Tomate	6743	1
Chile dulce	3740	2
Pepino	1830	3
Ejote	1484	4
Papa	899	5

FUENTE: Encuesta de Producción Agropecuaria en Zapotitán 1980-81.

Cuadro 8 Tamaño de las explotaciones por cultivos (T). Distrito de Zapotitán.

Cultivos	Porcentaje (o/o) d/	Coefficiente de densidad e/	Resultados f/	Ordenamiento
<i>Granos Básicos:</i>				
Maíz	75.14	—	—	1
Frijol	68.95	—	—	2
Arroz	53.99	—	—	3
<i>Hortalizas:</i>				
Tomate	57.92	—	—	1
Pepino	30.32	—	—	2
Ejote	24.67	—	—	3
Chile dulce	14.30	—	—	4
Papa	5.95	—	—	5

FUENTE: Encuesta de producción de Zapotitán 1980-81, y Anexo 8.

d/ Suma de porcentajes ponderados de explotaciones pequeñas, medianas y grandes a nivel de Zapotitán.

e/ No se utilizó por disponer de información a nivel de Zapotitán.

f/ Producto de las cifras de la columna (o/o) y Coeficientes de densidad.

Cuadro 9 Determinación de nutrientes deficitarios para la población de Zapotitán según consumo.

Consumo real Per-cápita por año	por día (g)	COMPOSICION NUTRICIONAL								
		Calorías K cal.	Proteínas (g)	Calcio (g)	Hierro (mg)	Vit A (mg)	Vit B ₁ (mg)	Vit B ₂ (mg)	Vit C (mg)	Niacina (mg)
Granos Básicos:	479	1638	45.916	0.091	12.678	0.027	2.007	0.486	5.25	10.023
Maíz	378	1365	35.53	0.034	9.45	0.019	1.625	0.378	tr.	7.182
Frijol	75	112	7.35	0.044	2.70	0.008	0.285	0.090	5.25	1.125
Arroz	44	161	3.036	0.013	0.528	(o)	0.097	0.018	(o)	1.716
Hortalizas:	73	20.61	0.715	0.0076	0.480	0.0797	0.043	0.035	19.92	0.522
Papa	10	7.50	0.180	0.0006	0.08	tr.	0.009	0.003	1.60	0.150
Tomate	38	7.98	0.304	0.0027	0.228	0.068	0.023	0.019	8.74	0.266
Pepino	17	2.55	0.119	0.0027	0.102	0.0008	0.005	0.007	2.38	0.034
Chile dulce	6	0.72	0.040	0.0011	0.036	0.0087	0.004	0.004	6.84	0.060
Ejote	2	0.72	0.040	0.0011	0.0034	0.0022	0.002	0.002	0.36	0.012
Consumo real Per- capita/día		1658.6	46.63	0.10	13.16	0.11	2.05	0.52	25.17	10.54
Consumo recomendado Per-cápita/día		2700.0	65.00	0.45	10.00	1.30	1.10	1.60	50.00	17.80
Diferencias*		-1441.4	-18.37	-0.35 ±	3.16	-1.19 +	0.95	-1.08	-24.83	-7.26

FUENTE: Perfil del Distrito, Vol. III y Evaluación Nutricional de la Población de C.A. y Panamá. INCAP, 1969. Los valores negativos son los nutrientes deficitarios para la población de Zapotitán, los cuales pasan al Cuadro 10.

Cuadro 10 Aspectos nutricionales (N). Ordenamiento prioritario por cultivos de acuerdo con el contenido de nutrientes deficitarios en Zapotitán.

Cultivos	Calorías		Proteína		Calcio		Vit A		Vit B ₂		Niacina		Orden O.	
	No.	Ord.	g	Ord.	g	Ord.	mg	Ord.	mg	Ord.	mg	Or.	Total	
<i>Granos Básicos:</i>														
Frijol	150	3	9.8	1	59	1	10	4	0.12	1	1.5	3	13	1
Maíz	361	2	9.4	2	9	5	5	5	0.10	3	1.9	2	19	2
Arroz	367	1	6.9	3	29	3	(o)	7	0.04	6	3.9	1	21	3
<i>Hortalizas:</i>														
Ejote	36	5	2.0	4	55	2	110	3	0.11	2	0.6	6	22	1
Chile dulce	31	6	1.2	6	8	6	145	2	0.06	4	1.0	4	28	2
Tomate	21	7	0.8	7	7	7	180	1	0.05	5	0.7	5	32	3
Papa	75	4	1.8	5	6	8	tr.	6	0.03	7	1.5	3	33	4
Pepino	15	8	0.7	8	16	4	5	5	0.04	6	0.2	7	38	5

FUENTE: Tablas de Composición de Alimentos INCAP-ICNND.

Cuadro 11 Compatibilización de variables con integración de cultivos para obtener orden de prioridades.

Cultivo	ECONOMICAS			TECNICAS			SOCIALES			Prome- dio	Ordena- miento
	VBP	BC	CDI	CR	PP	SC	MO	T	N		
Maíz	2	1	2	2	3	1	2	1	2	1.78	3
Frijol	1	2	1	1	2	2	1	2	1	1.44	1
Arroz	3	3	3	3	1	3	3	3	3	2.78	5
Tomate	2	2	-	2	1	1	1	1	3	1.62	2
Pepino	4	-	-	1	3	3	3	2	5	3.00	6
Ejote	-	-	-	-	-	-	4	3	1	2.67	4
Papa	1	1	-	3	4	2	5	5	4	3.12	7
Chile verde	3	3	-	4	2	4	2	4	2	3.00	6

FUENTE: Cifras de ordenamiento obtenidas en Cuadros 1 a 10 para cada variable.

DESARROLLO Y USO DEL GERMOPLASMA DE MAIZ DE ALTA CALIDAD
PROTEICA EN LA FORMACION DE HIBRIDOS*

Surinder K. Vasal**
Evangelina Villegas***

INTRODUCCION

Los científicos dedicados al mejoramiento del maíz tienen a su disposición varios genes mutantes que pueden ser usados en el mejoramiento de la calidad nutritiva de la proteína del endospermo del maíz. Utilizando estos genes, se pueden incrementar los niveles de los dos aminoácidos limitantes: Lisina y triptofano en la proteína del endospermo normal, por lo menos de 70-80o/o, haciendo que la proteína del maíz esté mejor balanceada en cuanto a un valor nutricional. De la amplia variación de distintos mutantes, tales como opaco-2, harinoso-2, opaco-7, opaco-6 y harinoso-3, sigue siendo el gene opaco-2 el que ha sido extensamente utilizado en los programas de mejoramiento. Sin excepción, todos estos mutantes han alterado el fenotipo del grano y presentan una producción deficiente de materia seca, más vulnerable a la pudrición de la mazorca en el campo y al daño de plagas en almacenamiento. Por estas diversas desventajas agronómicas que acompañan a estos mutantes, la introducción y utilización efectiva de los beneficios nutritivos de estos genes ha sido una experiencia difícil y frustrante. Varios programas de mejoramiento de maíz alrededor del mundo no han podido seguir llevando a cabo este tipo de investigación. El CIMMYT, por otro lado, ha continuado poniendo mayor énfasis en tan importante esfuerzo a nivel mundial obteniéndose un mayor éxito en resolver los problemas que afectan a los opaco-2 y ha desarrollado una amplia variación de germoplasma de maíz de alta calidad proteica (ACP) el cual puede tener varios usos.

El principal interés de este reporte es el de presentar eventos cronológicos en el desarrollo de maíz de alto valor proteico e ideas y metodología que faciliten la integración del mejoramiento de poblaciones y los esfuerzos en el desarrollo de híbridos en el CIMMYT y en los programas nacionales de muchos países en desarrollo.

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

** Ph.D. Fitomejorador, Programa de Maíz, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Londres, 40, Apdo. 6-641, Col. Juárez Deleg. Cuauhtémoc, 06600, México, D.F.

*** Ph.D. Bioquímica, Jefe de Laboratorios de Servicio, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Londres 40, Apdo. 6-641, Col. Juárez Deleg. Cuauhtémoc, 06600 México, D.F.

DESARROLLO DEL GERMOPLASMA DEL MAÍZ CON ALTA CALIDAD PROTEICA

En el CIMMYT, hasta fines de los años 60s, se enfatizó en la investigación de la introducción y desarrollo de genotipo del maíz opaco-2 suave. No fue posible continuar este procedimiento, por varios problemas encontrados con estos materiales. Posteriormente, el programa sintió la necesidad de probar nuevas ideas y procedimientos que pudieran ser útiles en resolver los problemas del maíz opaco-2 suave y que pudieran generar germoplasma de ACP que tuviese buena aceptación, tanto por el grupo de productores como de consumidores. Después de cierto trabajo exploratorio de investigación, los científicos del CIMMYT se convencieron de que el procedimiento de mejoramiento involucrando el gene opaco-2 y el complejo de genes modificadores podrían ser manipulados en conjunto para resolver los problemas anteriormente mencionados y en el desarrollo de germoplasma ACP con buenas características agronómicas. Como puede observarse, antes de usar este procedimiento se hizo un esfuerzo considerable en el desarrollo de donadores de ACP con endospermo modificado y apariencia normal de endospermo duro. Esto fue en verdad un trabajo difícil y frustrante pero afortunadamente completado en un lapso de tiempo razonable. Para mediados de los 70s el programa estaba listo para un cambio radical hacia esta nueva estrategia de mejoramiento.

Prácticamente todos los complejos germoplásmicos y poblaciones de maíz que existen en CIMMYT han sido convertidos a ACP, usando los nuevos donadores a través de un programa modificado de retrocruzas, el cual incluye cierto grado de selección recurrente a diferentes etapas del avance de generaciones. Al mismo tiempo, que se desarrollaba el programa de conversión también se desarrollaron en forma paralela complejos germoplásmicos de amplia base genética cruzando materiales normales con los donadores de ACP y mejorándolos subsecuentemente en contrapartes homocigóticas para el gene opaco-2 para modificadores genéticos favorables. Este esfuerzo condujo al desarrollo de una amplia variación de ACP con buenas características agronómicas.

En esta etapa, un eficiente manejo del material ACP recibió alta prioridad. Considerando algunos factores importantes tales como: Adaptación, madurez, color de grano y otros aspectos fenotípicos. Todo el germoplasma fue reordenado a través de un proceso de agrupamiento en diez poblaciones avanzadas de ACP, en la Unidad Avanzada (Cuadro 1) y 13 complejos germoplásmicos de ACP (Cuadro 2). En los cuadros mencionados anteriormente, también se incluyen los números asignados a los complejos germoplásmicos y poblaciones, así como también su nombre, adaptación climática, madurez, color y textura de grano.

DESARROLLO DE COMPLEJOS GERMOPLÁSMICOS Y POBLACIONES DE ACP.

Después de reagrupar el germoplasma de ACP en un número definido de complejos germoplásmicos y poblaciones, estos materiales fueron mejorados manejándolos en una contraparte homocigótica para el gene opaco-2 y capitalizando al máximo en los genes modificadores. Los complejos germoplásmicos y las poblaciones se manejan de la siguiente manera:

1. Mejoramiento de los complejos germoplásmicos de ACP

Los complejos de ACP se manejan a través de un sistema combinado de selección de medios hermanos-mazorca por surco modificado y líneas S1. Estos dos sistemas de mejoramiento se realizan en forma alternada. Sin embargo, el sistema de líneas S1 o fase endogamia en cada uno de los complejos se usa periódicamente seguido de por lo menos de 5 a 6 ciclos de mejoramiento por medios hermanos. La introducción de la fase de endogamia dentro del proceso de mejoramiento ha sido realizada con los siguientes objetivos:

- a) La endogamia ayuda a poner visibles y a eliminar muchos alelos deletorios recesivos, los cuales son generalmente enmascarados por los alelos dominantes.
- b) La autofecundación periódica en los complejos de ACP ayuda a soportar mejor la depresión por endogamia haciéndolos más adecuados para el desarrollo de híbridos.
- c) Autofecundaciones periódicas en los complejos ACP, ayudan a seleccionar mejores líneas para avanzar en el proceso de endogamia y en el futuro uso en un programa de hibridación. Al mismo tiempo es más apropiado el muestreo de nuevas líneas provenientes de ciclos avanzados de mejoramiento.

Actualmente, la mayoría de los complejos germoplásmicos ACP han pasado por más de 20 ciclos de selección. Se pueden derivar algunas conclusiones generales de la información acumulada en los recientes años. La mayoría de los complejos ACP tropicales y subtropicales han mostrado mejoramiento para rendimiento de grano, reducción en altura de planta y mazorca, reducción en madurez, menor incidencia a pudrición de mazorca, mejor aspecto de mazorca y mejor tendencia en la estabilidad del endospermo modificado a nivel de grano y mazorca (Cuadro 3)

2. Mejoramiento de poblaciones de ACP.

En las poblaciones de ACP se necesitan dos años para completar un ciclo de mejoramiento. Por otra parte, cada año sólo se maneja la mitad de las poblaciones. El manejo de poblaciones se realiza en las siguientes etapas:

- a) Generación de familias de hermanos completos.
- b) Ensayos de progenies de seis localidades.
- c) Mejoramiento intrafamiliar de caracteres deficientes a través de la autofecundación de plantas deseables.
- d) Recombinación de las líneas S1 superiores provenientes de las familias de hermanos completos seleccionadas a través de mezcla de polen entre familias.
- e) Generación de un nuevo grupo de familias de hermanos completos provenientes de las familias de medios hermanos cosechadas en el ciclo anterior.

Las etapas antes mencionadas en el mejoramiento de las poblaciones de alta calidad de proteína se describen en la Figura 1. El sistema permite el mejoramiento de la población en cada ciclo y adicionalmente la extracción de variedades para cada localidad y variedades a través de localidades, como un mecanismo de desarrollo de materiales para los programas nacionales en los países en desarrollo. Además del mejoramiento de poblaciones y desarrollo de variedades y las diferentes etapas involucradas en el proceso de mejoramiento conducen al desarrollo de híbridos convencionales y no convencionales. Este esquema será discutido con más detalle en el siguiente texto.

DESARROLLO DE HÍBRIDOS DE ALTA CALIDAD PROTEICA.

En maíz se pueden desarrollar dos tipos de híbridos, convencionales y no convencionales. En este reporte se discutirá la metodología para el desarrollo de dos tipos de híbridos. Sin embargo, se enfocará hacia procedimientos en los cuales tanto el mejoramiento poblacional como el desarrollo de híbridos puede ser integrado en una forma precisa. También se harán algunas sugerencias para formar grupos heteróticos para desarrollar en forma más eficiente cualquier programa de hibridación.

1. Desarrollo de híbridos convencionales de alta calidad proteica.

En un esquema de desarrollo de híbridos convencionales se utilizan líneas parcial o altamente endogámicas en el desarrollo de varios tipos de combinaciones híbridas. En la formación de tales híbridos se necesita un mínimo de dos líneas, de la siguiente manera:

Cruza simple	—	$A \times B$
Cruza triple	—	$(A \times b) \times C$
Cruza doble	—	$(A \times B) \times (C \times D)$
Cruza simple modificada	—	$(A \times A^*) \times (B \times B^*)$
Cruza triple modificada	—	$(A \times A^*) \times (B \times C)$

El desarrollo de híbridos de ACP requiere como primera etapa el desarrollo de las líneas opaco-2. Estas líneas de ACP con endospermo duro pueden desarrollarse de la siguiente manera:

a) *Conversión de líneas normales involucradas en una combinación híbrida:*

Las líneas normales involucradas en una combinación híbrida específica deben de convertirse a ACP. Sin embargo, debido a la complejidad de los genes modificadores, el proceso de conversión es muy complicado, laborioso y toma mucho tiempo.

b) *Conversión de líneas opaco-2 a líneas con endospermo duro ACP.*

Si se dispone de líneas con genes opaco-2 de endospermo suave, el proceso de conversión puede facilitarse grandemente. La conversión de líneas con endospermo suave a endospermo duro pueden tener los méritos siguientes:

- *Presencia del gene opaco-2 en condición homocigótica durante todo el proceso de retrocruzas.*
- *Se pueden eliminar errores en la clasificación de los granos durante las generaciones segregantes.*
- *Es posible la selección de modificadores en cada generación segregante, incluyendo las generaciones de retrocruzas.*
- *Considerable ahorro de tiempo en comparación con el proceso de conversión de una línea normal.*

c) *Desarrollo de líneas originadas de germoplasma ACP.*

Existe una gran variación de germoplasma de alta calidad disponible en CIMMYT, el cual puede ser usado como fuente de germoplasma para la extracción de líneas endogámicas. Se pueden utilizar las siguientes fuentes de materiales:

- *Complejos germoplásmicos*
- *Poblaciones*
- *Variedades experimentales*
- *Materiales de alta calidad proteica con alto contenido de aceite*
- *Materiales con modificadores de herencia simple.*

d) *Conversión de líneas usando donadores MCP de herencia simple.*

Algunos materiales y líneas han sido evaluados para identificar un sistema simple de genes modificadores. Una vez que este sistema sea identificado se facilitará grandemente el proceso de conversión de maíz normal o líneas de endospermo opaco-2 con endospermo suave a líneas ACP con endospermo duro.

e) *Desarrollo de líneas ACP originadas de poblaciones involucradas en proceso de mejoramiento.*

Como se describió anteriormente, todas las poblaciones con ACP tienen una fase de endogamia durante el proceso de mejoramiento. Por lo menos 750 líneas S1 se desarrollan de cada población cada dos años como parte del esquema de mejoramiento poblacional. La semilla remanente de las líneas S1 con mejor apariencia fenotípica se pueden usar para avance de endogamia y desarrollo de líneas puras. Similarmente todos los complejos germoplásmicos están sujetos a una etapa de

autofecundación cada dos o tres años. Las líneas S1 con buena apariencia fenotípica pueden ser seleccionadas para continuar el proceso de desarrollo de líneas puras de esta manera los dos tipos de germoplasma permiten la extracción de una muestra mejor de líneas S1 en una base continua.

2. Desarrollo de híbridos no convencionales de alta calidad proteica.

Además de los híbridos convencionales discutidos en el capítulo anterior, se pueden producir varios tipos de híbridos no convencionales, los cuales pueden tener mayor relevancia para los países en desarrollo, los cuales no poseen una desarrollada semillera. Los siguientes tipos de híbridos no convencionales se describirán brevemente.

- a) Híbridos intervarietales.
- b) Híbridos intervarietales modificados.
- c) Híbridos interfamiliares.
- d) Híbridos variedad x línea
- e) Híbridos dobles línea x variedad

Híbridos intervarietales ACP

Ocasionalmente se han liberado híbridos intervarietales en los países en desarrollo. Sin embargo, este tipo de híbridos rara vez ha sido comercializado en una gran escala.

Se pueden mencionar muchas razones por las cuales estos híbridos han fallado en la aceptación por los agricultores.

Generalmente estos híbridos han mostrado fallas en apariencia fenotípica debido a que en la mayoría de los casos las variedades utilizadas como progenitores eran altas y aún las operaciones del desespigamiento fueron imprácticas para producir la semilla F1. Por otra parte, la industria semillera no encontraba la producción de semilla muy atractiva en esta clase de híbridos. Las variedades de ACP que han sido desarrolladas en CIMMYT son muy uniformes y con altura de planta y mazorca baja, lo que permite la producción de semilla F1 basada en híbridos varietales en los cuales se ha definido previamente los patrones heteróticos. Estos híbridos tendrán la ventaja sobre los híbridos convencionales en que habrá un alto rendimiento de semilla F1 y que la producción de híbridos varietales de alta calidad proteica puede ser fácil y de bajo costo.

Los híbridos intervarietales de alta calidad proteica se pueden desarrollar de poblaciones de ACP en los cuales se está desarrollando mejoramiento intra o interpoblacional. También se pueden generar nuevas series de híbridos ACP cada ciclo o cada dos ciclos.

Híbridos intervarietales modificados ACP

Este tipo de híbridos se pueden desarrollar de programas de mejoramiento interpopulacionales e intrapoblacionales. Sin embargo, en lugar de utilizar una mezcla de semilla del último ciclo de selección, se puede utilizar solamente la fracción élite representada por la recombinación de muy pocas familias superiores provenientes de cada población utilizada como progenitora, tal clase de híbridos será más uniforme y deberá tener mejor comportamiento sobre los híbridos intervarietales.

Híbridos interfamiliares

El desarrollo de híbridos de familias se ha tratado de utilizar en un número reducido de países en desarrollo. Sin embargo, la información publicada es muy reducida. En el desarrollo de híbridos interfamiliares se pueden involucrar dos o más familias, las familias a utilizar en los híbridos interfamiliares pueden ser identificadas y seleccionadas de un programa regular de mejoramiento intra o interpopulacional. De preferencia los progenitores seleccionados para el desarrollo de híbridos interfamiliares se deberían seleccionar de poblaciones pertenecientes a diferentes grupos heteróticos. Familias provenientes de la misma población tendrán mayor oportunidad de dar origen a buenos híbridos familiares si consideramos a la población representada por una mezcla de varios tipos de maíz.

Los híbridos de familias ofrecen ventajas para los países en desarrollo.

- a) Las familias son generalmente más vigorosas y por tanto, más fáciles de mantener.*
- b) Los mayores rendimientos de la semilla F1 y bajos costos de producción.*
- c) Se puede obtener uniformidad aceptable.*
- d) El mantenimiento de la calidad de proteína es relativamente fácil en las familias utilizadas como progenitores y en el híbrido F1.*
- e) Los híbridos interfamiliares de ACP pueden ayudar a resolver parcial o completamente las desventajas de los materiales de ACP.*
- f) Existe menor problema en el intercambio de semilla de familias entre programas nacionales.*

Híbridos de variedad por familia

Las cruces de variedad x línea han sido utilizadas en forma extensiva para evaluar aptitud combinatoria de líneas endogámicas, esto es sin embargo, una buena posibilidad para explotar este tipo de híbridos para su liberación comercial. Al mismo tiempo, en lugar de cruzar las líneas con la variedad se puede seleccionar una fracción superior de la variedad

y recombinarla para ser utilizada posteriormente en el desarrollo de un híbrido Variedad x Línea.

En el desarrollo de híbridos Línea x Variedad, la variedad debe ser utilizada como productor de semilla (como hembra), ésto facilita grandemente la producción de semilla y reduce los costos de operación. Por otra parte, ésto puede mejorar ligeramente el comportamiento del híbrido al usar únicamente la fracción superior de la población como productor de semilla tal y como fue mencionado anteriormente.

Cruza doble Variedad x Línea.

El híbrido doble variedad x línea se desarrolla cruzando una crusa simple con una variedad. Este tipo de híbridos se ha producido y comercializado en India. Se puede desarrollar un híbrido superior utilizando la fracción élite de la población en mejoramiento para formar la variedad que será utilizada como progenitor masculino para cruzarlo con la crusa simple que será el progenitor femenino de donde se obtendrá la semilla. La ventaja de utilizar estos híbridos es la estabilidad en su comportamiento proveniente de la mejor adaptación de los componentes involucrados.

Desarrollo de grupos heteróticos.

Los programas de investigación interesados solamente en el desarrollo de híbridos o programas interesados en el desarrollo de variedades e híbridos se pueden beneficiar inmensamente al desarrollar poblaciones que pertenecen a dos diferentes grupos heteróticos. Tales poblaciones permiten el uso de esquemas de selección en los cuales se pueden mejorar las poblaciones en forma independiente, mejorar el comportamiento de su aptitud combinatoria y el producto de la selección puede ser utilizado en diferente forma, tales como la versión mejorada de cada población, híbridos intervarietales y la extracción de líneas endogámicas para el desarrollo de híbridos convencionales, el desarrollo y mejoramiento de tales grupos heteróticos tiene una gran función directamente en el desarrollo de híbridos, así como también las líneas extraídas de un grupo son predestinadas para el uso con otras líneas originadas de otro grupo heterótico y viceversa.

En las últimas décadas los mejoradores de maíz en muchos países en desarrollo han puesto mayor énfasis en la formación y mejoramiento de poblaciones, algunos estudios se han realizado pero la información publicada es muy reducida en lo que se relaciona a la aptitud combinatoria de variedades de maíz; en general, los materiales pertenecientes a diferentes grupos se han mantenido frecuentemente en una amplia base genética. Por tanto la interrogante actual en nuestro programa es ¿Cómo desarrollar tales grupos heteróticos? ¿Deberíamos utilizar materiales originales no mejorados y ponerlos reunidos en diferentes grupos heteróticos o alternativamente desarrollar tales grupos de maíces de alta calidad proteica que han sido mejorados por muchos ciclos? Probablemente la segunda alternativa será más práctica o talvez obtengamos los mejores beneficios. Las siguientes sugerencias podrían considerarse al desarrollar grupos heteróticos:

1. *Desarrollar grupos heteróticos poniendo en práctica la divergente en algunos materiales ACP. Líneas y materiales conocidos por un patrón heterótico pueden ser usados para separar la población en dos diferentes componentes.*
2. *Se pueden desarrollar líneas prometedoras con diferente grado de endogamia originadas de diferentes complejos germoplásmicos y poblacionales.*
Se pueden identificar líneas a través de cruzamientos los materiales de los cuales se conoce su patrón heterótico y después reunirlos dentro del grupo heterótico apropiado.
3. *En materiales de los cuales ya se ha establecido el patrón heterótico y que se mantienen genéticamente puros se puede ampliar su base genética a través de la introgresión de un nuevo germoplasma cuidadosamente evaluado para su aptitud combinatoria.*
4. *Se puede obtener el comportamiento medio de diferentes materiales ACP a través de cruces de prueba y agruparlas de acuerdo a su patrón heterótico.*

Cuadro 1 *Formación de nuevas poblaciones ACP de la Unidad Avanzada.*

	<i>Nombre</i>	<i>Madurez</i>	<i>Color de grano</i>	<i>Textura de grano</i>
61	<i>Amarillo cristalino precoz</i>	<i>Precoz</i>	<i>amarillo</i>	<i>cristalino</i>
62	<i>Blanco cristalino</i>	<i>Tardío</i>	<i>blanco</i>	<i>cristalino</i>
63	<i>Blanco dentado-1</i>	<i>Tardío</i>	<i>blanco</i>	<i>dentado</i>
64	<i>Blanco dentado-2</i>	<i>Tardío</i>	<i>blanco</i>	<i>dentado</i>
65	<i>Amarillo cristalino</i>	<i>Tardío</i>	<i>amarillo</i>	<i>cristalino</i>
66	<i>Amarillo dentado</i>	<i>Tardío</i>	<i>amarillo</i>	<i>dentado</i>
67	<i>Templado blanco cristalino</i>	<i>Intermedio</i>	<i>blanco</i>	<i>cristalino</i>
68	<i>Templado blanco dentado</i>	<i>Intermedio</i>	<i>blanco</i>	<i>dentado</i>
69	<i>Templado amarillo</i>	<i>Intermedio</i>	<i>amarillo</i>	<i>cristalino</i>
70	<i>Templado amarillo dentado</i>	<i>Intermedio</i>	<i>amarillo</i>	<i>dentado</i>

Cuadro 2 Complejos de Germoplasma de ACP

<i>No. Complejo Germoplasma ACP</i>	<i>Adaptación</i>	<i>Madurez</i>	<i>Color Semilla</i>	<i>Textura Semilla</i>
<i>Complejo 15 MCP</i>	<i>Tropical</i>	<i>Precoz</i>	<i>Blanca</i>	<i>Dentado-Cristalino</i>
<i>Complejo 17 MCP</i>	<i>Tropical</i>	<i>Precoz</i>	<i>Amarilla</i>	<i>Cristalino</i>
<i>Complejo 18 MCP</i>	<i>Tropical</i>	<i>Precoz</i>	<i>Amarilla</i>	<i>Dentado</i>
<i>Complejo 23 MCP</i>	<i>Tropical</i>	<i>Tardía</i>	<i>Blanca</i>	<i>Cristalino</i>
<i>Complejo 24 MCP</i>	<i>Tropical</i>	<i>Tardía</i>	<i>Blanca</i>	<i>Dentado</i>
<i>Complejo 25 MCP</i>	<i>Tropical</i>	<i>Tardía</i>	<i>Amarilla</i>	<i>Cristalino</i>
<i>Complejo 26 MCP</i>	<i>Tropical</i>	<i>Tardía</i>	<i>Amarilla</i>	<i>Dentado</i>
<i>Complejo 27 MCP</i>	<i>Sub-tropical</i>	<i>Temprana</i>	<i>Blanca</i>	<i>Dentado-Cristalino</i>
<i>Complejo 29 MCP</i>	<i>Sub-tropical</i>	<i>Temprana</i>	<i>Amarilla</i>	<i>Dentado-Cristalino</i>
<i>Complejo 31 MCP</i>	<i>Sub-tropical</i>	<i>Intermedia</i>	<i>Blanca</i>	<i>Cristalino</i>
<i>Complejo 32 MCP</i>	<i>Sub-tropical</i>	<i>Intermedia</i>	<i>Blanca</i>	<i>Dentado</i>
<i>Complejo 33 MCP</i>	<i>Sub-tropical</i>	<i>Intermedia</i>	<i>Amarilla</i>	<i>Cristalino</i>
<i>Complejo 34</i>	<i>Sub-Tropical</i>	<i>Intermedia</i>	<i>Amarilla</i>	<i>Dentado</i>

Cuadro 3 Evaluación de Ciclos de Selección de Complejos ACP.

<i>Complejos ACP</i>	<i>CICLO</i>	<i>Rendimiento TM/ha</i>	<i>Pud. Maíz (o/o)</i>	<i>Modificación de granos*</i>
<i>Amarillo Cristalino Tardío QPM</i>	<i>C0</i>	<i>2.8</i>	<i>10</i>	<i>3.7</i>
	<i>C9</i>	<i>3.8</i>	<i>5</i>	<i>2.2</i>
<i>Blanco Cristalino Tardío QPM</i>	<i>C0</i>	<i>3.4</i>	<i>15</i>	<i>4.9</i>
	<i>C9</i>	<i>3.3</i>	<i>9</i>	<i>2.4</i>

* *Modificación de granos: 1 – muy duro; 5 – suave*

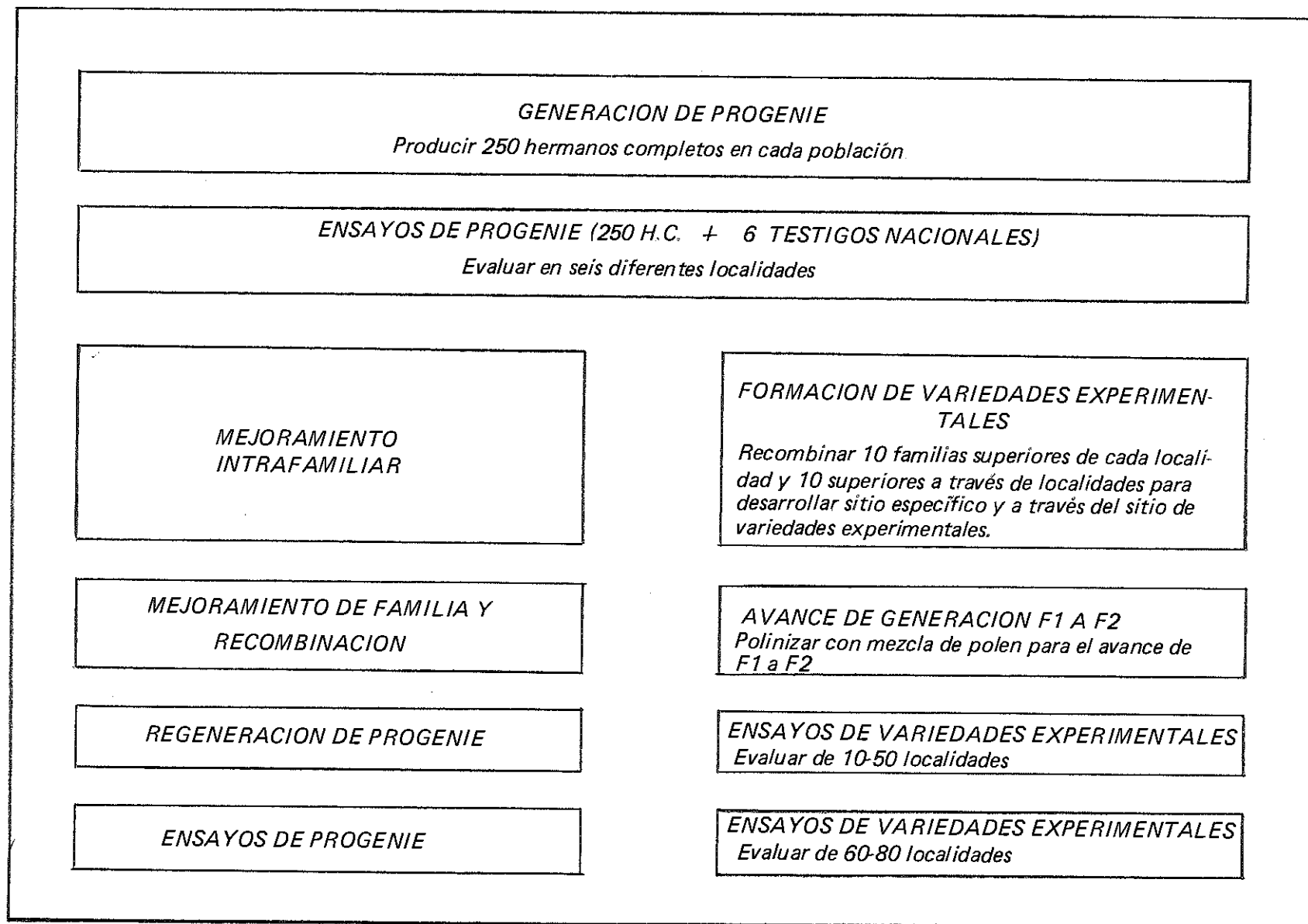


Figura 1 Pasos en el mejoramiento de población y desarrollo y evaluación de variedades experimentales.

INTERACCION GENETICO-AMBIENTAL DE 19 GENOTIPOS DE MAIZ
EVALUADOS EN TRES LOCALIDADES DE NICARAGUA *

Marvin Obando P. **

Róger Urbina A. **

INTRODUCCION

La amplia variación ambiental existente en las regiones donde se siembra maíz justifica la obtención de variedades adaptables a la mayor cantidad de condiciones edafo-climáticas presentes en las principales zonas maiceras del país.

Márquez (1976) señala que la interacción genotipo-ambiental no es sino el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes medios ambientes, además indica que el papel que juega la interacción genético-ambiental (G.A.) durante la selección y que este puede ser un factor de importancia que al ser contrarrestado, ayuda a sobrepasar los rendimientos.

Por su parte Ibarra y Mejía (1981) mencionan que el efecto que produce el medio ambiente al actuar sobre un genotipo es lo que conoce como fenómeno de interacción genotipo-medio ambiente (GMA), y es el motivo por el cual algunos genotipos presentan mayor adaptabilidad a determinadas condiciones de cultivo.

Es indudable que la interacción genotipo-ambiente influye decididamente en el rendimiento, cuando las variedades son probadas en una serie de ambientes, causa que puede dificultar la demostración de superioridad de una variedad sobre otra, por lo tanto los Programas de Mejoramiento no sólo deben estar orientados hacia la creación de variedades de mayor rendimiento, sino que, además, estas variedades deben reunir otras características y una mayor adaptabilidad a diversas condiciones de medio-ambiente.

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

** Investigador y Fitomejorador del Programa de Maíz. Dirección de Granos Básicos, D.G.A. MIDINRA, Managua, Nicaragua

MATERIALES Y METODOS

El material genético estuvo constituido por cinco variedades comerciales, diez experimentales y cuatro cruizas simples.

Los 19 genotipos se evaluaron en un ensayo uniforme con distribución de bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue formada por cuatro surcos de cinco m de largo espaciados a 75 cm y la distancia entre golpes dentro del surco fue de 50 cm, dejándose dos plantas por golpe, la parcela útil fue formada por los dos surcos centrales.

Los ensayos se establecieron bajo condiciones de temporal durante los meses de mayo-junio y julio en las siguientes localidades.

- a) Cooperativa "Reymundo Bustos", municipio de Veracruz, departamento de Rivas, (mayo).*
- b) Campo Experimental "Santa Rosa", La Calera, depto. de Managua (junio).*
- c) Campo Experimental "El Plantel" UNAN, departamento de Masaya (julio).*

La dosis de fertilizante utilizada fue 150-60-20 libras/mz de N-P-K.

Se colectaron ocho caracteres de planta y mazorca, no obstante para los objetivos específicos del presente estudio sólo se empleó la información correspondiente a la variable rendimiento de grano.

Análisis Estadístico

Los datos de rendimiento promedio de grano para cada variedad en cada localidad fueron analizados en forma individual.

Antes de realizar el análisis combinado para determinar la interacción genotipo-ambiente, se comprobó la homogeneidad de las varianzas de los errores experimentales de cada ensayo individual, mediante la prueba de "Bartlett".

El desglose de la variabilidad de los genotipos y de los ambientes se hizo mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se presentan los rendimientos de grano de las variedades en cada uno de los ambientes de prueba y el promedio de las tres localidades. En dicho cuadro se observa que trece variedades tuvieron un comportamiento similar estadísticamente al nivel de 50/o

de probabilidad, según la prueba de rangos múltiples de Duncan y dentro de este grupo solamente las variedades La Máquina 8022 y Santa Rosa 8073, fueron iguales entre sí y a su vez diferentes a las seis últimas variedades del Cuadro 1.

Cuadro 1 Medidas de rendimiento de 19 variedades de maíces promisorios blancos y amarillos de polinización libre e híbridos simples evaluados en tres localidades de Nicaragua. Primera de 1984.

Genealogía	Rendimiento (kg/ha) ¹			Rendimiento \bar{X} (kg/ha)
	Managua Sta. Rosa	Rivas Veracruz	Masaya El Plantel	
La Máquina 8022	8981	6783	5185	6983 a ²
Santa Rosa 8073	8872	6893	5185	6983 a
(3-17# # x 3-16 #)	8653	6893	5278	6941 a b
Across 8022	7776	7221	5741	6913 a b
(NB-6)	8324	7112	5278	6905 a b
NB-4	7996	7002	5403	6820 a b c
Los Baños (1) 8136	8215	6893	5278	6795 a b c
NB-5	7667	6674	5833	6725 a b c
Carnic 8476	7996	6455	5463	6638 a b c d
Guarare (1) 8128	7448	6674	5564	6559 a b c d
NB-3	7448	6893	5278	6540 a b c d
(3-17 # x 3-10 #)	8215	6346	5000	6520 a b c d
(3-17 # x 3-11 #)	7996	6565	4815	6459 a b c d
lloga 8043	7776	5799	5463	6346 b c d
Across 8023	7886	6127	4907	6307 b c d
Across 7729	7448	6455	4722	6208 c d e
Sintético TLWD-C4	7448	6455	4630	6178 d e
(3-17 # x 3-13 #)	7229	5799	4074	5701 e
NB-100	5696	5361	3796	4951

1/ Rendimiento de grano al 14 o/o de humedad

2/ Promedios con la misma letra son similares estadísticamente a un nivel de significancia de 0.05

Es importante señalar que los seis genotipos más rendidores fueron derivados únicamente de las poblaciones Mezcla Tropical Blanca y Tropical Tardía Blanca Dentada. Las variedades NB-6, Santa Rosa 8073 y la cruz simple (3-17 $\#$ x 3-16 $\#$) ofrecen la ventaja de ser tolerantes al achaparramiento, ya que se derivaron a partir del cuarto ciclo de selección recurrente para resistencia a dicha enfermedad, el cual era llevado a cabo por el programa de investigación colaborativa del CIMMYT, y los países de Nicaragua y El Salvador.

La superioridad de Santa Rosa 8073 quedó una vez demostrada en el presente estudio; igualmente dicha variedad presentó comportamiento sobresaliente en los ensayos internacionales de variedades experimentales (EVT) y élites (ELVT) estructuradas por el CIMMYT en los años de 1981, 1982 y 1983.

En los Cuadros 2 y 3, aparecen los análisis de varianza de cada localidad y el análisis combinado. En los ambientes individuales los genotipos se presentaron diferencias entre sí al nivel de 1o/o de probabilidad (diferencias altamente significativas) similar tendencia tuvieron en el análisis combinado.

Las localidades (ambientes) también tuvieron un comportamiento diferencial siendo Santa Rosa, Managua superior a Veracruz, Rivas y a El Plantel, Managua, a su vez Veracruz fue mejor que el Plantel, según Duncan. El potencial de rendimiento expresado en cada ambiente comprueba una vez más la importancia de las fechas de siembra en la región del Pacífico de Nicaragua, siendo las más adecuadas las que se efectúan durante el mes de junio.

La interacción Genotipo-Ambiente del análisis combinado resultó no significativa, esto quiere decir que los genotipos se comportaron en forma similar en las tres localidades de prueba.

El comportamiento consistente de los genotipos (ausencia de interacción con el ambiente) es una condición deseable que deben tener las variedades a recomendarse en siembras comerciales.

En el presente estudio la falta de interacción de los genotipos con el ambiente pueden deberse en parte a la homogeneidad de las condiciones edafoclimáticas presentes en las localidades de prueba.

Los bajos coeficientes de variación de los ensayos individuales y de conjunto (8.6 o/o, 7.63 o/o, 11.45o/o y 9.2o/o) indican eficiencia en el manejo de los ensayos por ende una alta confiabilidad de los resultados obtenidos.

Cuadro 2 *Análisis de varianza para rendimiento de grano en kg/parcela por localidad de ensayos de variedades promisorias. Primera de 1984.*

<i>Causas de Variación</i>	<i>G. L.</i>	<i>Santa Rosa Managua C.M.</i>	<i>Veracruz Rivas C.M.</i>	<i>El Plantel Masaya C.M.</i>
<i>Bloques</i>	3	0.14 NS	2.31**	0.96 NS
<i>Variedades</i>	18	1.65 **	0.76**	1.30 **
<i>Error</i>	54	0.38	0.21	0.39
<i>C.V.</i>		8.6	7.63	11.45
<i>DMS</i>		0.87	0.65	0.89

NS — *Diferencia estadística no significativa*

** — *Diferencia estadística altamente significativa al 1o/o de probabilidad*

Cuadro 3 *Análisis de varianza conjunto para rendimiento de grano seco en kg/parcela de 19 variedades de maíz evaluados en tres localidades de Nicaragua. Primera de 1984.*

<i>Causas de Variación</i>	<i>G. L.</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>F Calculada</i>
<i>Variedades (G)</i>	18	2.750	8.36 **
<i>Localidades (E)</i>	2	55.163	167.67 **
<i>Interacción (G x E)</i>	36	0.484	1.47 NS
<i>Error</i>			

Coefficiente de Variación — 9.2 o/o

NS — *Diferencia estadística no significativa*

** — *Diferencia estadística altamente significativa al 1o/o de probabilidad.*

BIBLIOGRAFIA

IBARRA, R.M. y A.H. Mejía. 1981. Evaluación regional de genotipos de maíz en el Sur de Tamaulipas y Cálculo de los parámetros de estabilidad, Chapingo, Nueva Epoca No. 27-28. pp. 26-30.

MARQUEZ, S.F. 1976. El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnia vegetal. Ed. PATENA, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México, 113 p.

REYES C.P. 1981. Diseños de Experimentos Aplicados. 2da. ed. 1ra. Reimpresión. Ed. Trillas, México, 344 p.

SNEDECOR, G.W. y W.G. Cochran, 1982. Métodos Estadísticos. Trad. del inglés por J.A. Reinoso Fuller. Novena Impresión Ed. Continental S.A. de C.V., México, . 703 p.

AVANCES DE SELECCION EN EL MEJORAMIENTO POBLACIONAL DE DOS
 VARIEDADES PRECOCES DE MAIZ, COMAYAGUA Y CHOLUTECA
 HONDURAS, 1980-1984*

José Manuel Caballero**
 Mauricio García***

RESUMEN

Los rendimientos del cultivo de maíz son severamente reducidos en regiones donde la precipitación pluvial es errática y mal distribuida, tal es el caso de Comayagua (Zona central) y Choluteca (Región Sur), que se caracteriza por la ocurrencia de un período crítico seco conocido como "Canícula Interestival", la que tiene una duración aproximada de un mes (del 15 de julio al 15 de agosto). Este fenómeno imposibilita obtener buenas producciones en los materiales. En estas zonas se requiere de variedades que ofrezcan algún tipo de ventaja a esas condiciones, tales como precocidad o factores genéticos que condicionen tolerancia a sequía para poder escapar del período más crítico.

En este sentido, se iniciaron trabajos de mejoramiento desde 1980 en dos poblaciones identificadas como promisorias, estas fueron Honduras B-104 y Honduras A-502, provenientes de germoplasma del CIMMYT.

Se derivaron tres variedades experimentales en cada población usando el sistema de "Selección Recurrente de Hermanos Completos" y los resultados de siete ensayos de látice simples muestran diferencias significativas para rendimiento y otras características entre los materiales. Las variedades experimentales derivadas en cada población mantuvieron hasta 1983 un rendimiento superior a 4.000 kg/ha mientras que las poblaciones originales oscilaron entre 2.000 y 3.000 kg/ha. En cuanto a cobertura de mazorca, donde se seleccionó con una alta presión de selección (PS - 1.8 o/o) se obtuvieron ganancias considerables, reduciéndose el índice de mala cobertura desde 37.1 o/o y 34.8 o/o (B-104 y A-502 respectivamente) hasta 4.0 o/o en el último ciclo para ambos materiales.

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

** Ing. Agr. Encargado Proyecto de Maíces Precoces y Resistencia a Cenicilla, Comayagua, Honduras, C.A.

*** Ing. Agrónomo, Proyecto de Maíz, Región Sur, Choluteca, Honduras, C.A.

INTRODUCCION

El maíz es el grano básico más importante en Honduras y ocupa el primer lugar tanto en área sembrada como en toneladas producidas. Su cultivo se encuentra diseminado por todo el país y es evidente que es sembrado en una diversidad de condiciones agroclimáticas.

Siendo la lluvia y la temperatura los factores principales que determinan el ciclo de un cultivo, es notorio que en regiones áridas como Comayagua, Choluteca, Valle, etc., las variedades sembradas no pueden desarrollar todo su potencial de rendimiento debido entre otros factores al uso de genotipos inadecuados y a las condiciones de precipitación errática.

El objetivo de este trabajo fue el de desarrollar variedades precoces de maíz, con buenas características agronómicas y alto potencial de rendimiento, mediante el mejoramiento de poblaciones de amplia base genética y así evaluar el comportamiento agronómico y tolerancia a sequía de variedades experimentales derivadas en cada ciclo de selección e identificar el material promisorio.

REVISION DE LITERATURA

La selección es uno de los procedimientos más antiguos y constituye la base de todo mejoramiento de cosechas. El propósito de la misma es escoger de un grupo de individuos los mejores, para permitirles que se sigan reproduciendo (1, 2) Hallauer, en 1978, citado por Cortés (1) estudió la efectividad de la selección recíproca recurrente para mejorar la probabilidad de obtener cruza superiores de las poblaciones mejoradas. La distribución de progenies de hermanos completos ($S1 \times S1$) de la población original y después de tres ciclos de selección recíproca recurrente es similar a la que reportaron Hull et al, en 1977 (2).

La media de las cruza de hermanos completos de las poblaciones originales fue dos desviaciones standard menor que la media de seis híbridos testigo, mientras que la media de los progenies de hermanos del ciclo tres, fue dos errores standard mayor que la media de los mismos híbridos testigos. El 24.1o/o de los progenies derivadas del ciclo cero rindieron más que la media de los testigos, mientras que los del ciclo tres fueron 89.5o/o, los que rindieron más que los mismos testigos (1).

Moll y Stuber, citados por Córdova y Poey (4) han reportado ganancias en rendimiento entre 2.5 y 6o/o por ciclo de selección de hermanos completos. Conclusiones similares fueron obtenidas por Castro (3). Según Robinson et al y Falconer, también citados por Córdova y Poey (5) el rendimiento así como la mayoría de los caracteres agronómicos importantes dependen en forma principal de la varianza genética aditiva, la cual es la predominante entre familias de hermanos completos ya que viene dada por $1/2 \sqrt{2A + 1/4 \sqrt{2D}}$ y la varianza fenotípica es menor que en medios hermanos.

En cuanto a la recombinación de diferentes materiales genéticos, varios autores han indicado que cuando se trata de variedades con rendimientos similares que son reconstituídos en una población, la media de rendimiento de la nueva población será mayor que la del promedio de las variedades parentales cuando los efectos de dominancia son importantes (4).

Numerosas poblaciones respaldan la eficiencia de los métodos de medios hermanos, hermanos completos y selección per se de líneas (3, 4, 5). Las poblaciones compuestas constituyen verdaderos pools de genes, con una frecuencia de genes favorables para rendimiento (6).

En 1980, Rodríguez, et al. (7,8) evaluaron 11 variedades sobresalientes en 1978-79 más la del agricultor en cinco localidades del departamento de Comayagua. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre las 12 variedades en todas las localidades. Las variedades B-103, B-104 y A502 fueron estables en todos los ambientes, ya que sus coeficientes de regresión y desviaciones de regresión fueron significativamente iguales a 1 y 0 respectivamente. Al contrario de la variedad local cuyos parámetros de estabilidad fueron mayor a 1 y mayor que 0, lo que la califica como una variedad que responde mejor en ambientes favorables de una manera inconsistente. En promedio a través de localidades la variedad B-104 obtuvo los mayores rendimientos con 6.228 kg/ha, seguido por A-502 y B-103 con 5494 y 5226 kg/ha respectivamente, además de la excesiva altura de la variedad local y su ciclo vegetativo más largo.

MATERIALES Y METODOS

Durante 1981-84, dos poblaciones precoces de maíz de una amplia base genética fueron sometidas a proceso de mejoramiento mediante el sistema de "selección recurrente de hermanos completos". Estas poblaciones son Honduras B-104 y Honduras A-502 suministradas por el proyecto de maíces precoces del Departamento de Investigación Agrícola y fueron seleccionadas en base a la información acumulada de 1978-80.

Siembra y Prácticas Culturales.

La preparación del suelo consistió en todos los casos de una arada y una o dos pasadas de rastra. Los lotes se surcaron con máquina (tractor) a 0.80 m entre surcos y 0.50 m entre posturas de dos plantas, lo que equivale a una población aproximada de 50.000 plantas/ha.

La fertilización fue la misma para todos los ensayos, se aplicó 50-20-0 kg/ha de N-P-K (50o/o de N y 100o/o de P a la siembra y el resto de N al aporque). Las malezas se controlaron con una aplicación preemergente (Gesaprim 80 WP), 3.0 kg/ha. Los ataques de plagas se controlaron en forma oportuna, utilizando Volaton granulado, Lannate 90 SP o Sevín 750 PM contra insectos tales como Diabrotica spp, Spodoptera frugiperda, Diatraea spp, etc.

Se registraron datos para cada uno de los caracteres agronómicos que a continuación se indican: Días a flor, altura de planta y mazorca, acame de tallo y de maíz, cobertura, pudrición y aspecto de mazorca, rendimiento en kg/ha e incidencia de cenicilla; esta última a partir de 1983 y únicamente en Comayagua.

Formación de Familias de Hermanos completos

En lotes aislados y establecidos en la Estación Experimental Comayagua (1980) se identificaron los mejores individuos dentro de las poblaciones B-104 y A-502. Se efectuó selección fenotípica antes y después de la floración. Al momento de la cosecha se seleccionaron únicamente aquellas mazorcas con excelente cobertura y rendimiento; estas constituyeron las familias originales. Lotes de recombinación de hermanos completos se establecieron a partir de 1981, sembrando un surco de 10 m de longitud y formado por la progenie de cada una de las mazorcas seleccionadas en la etapa original.

Dentro de cada surco progenie se identificaron y se seleccionaron las mejores plantas, las que se cruzan con otras de surcos adyacentes para derivarlas familias de hermanos completos. Al momento de la cosecha únicamente se seleccionaron aquellas mazorcas cuyos dos progenitores acusaron un buen índice de cobertura de mazorca y rendimiento.

Evaluación de Rendimiento y Características Agronómicas.

Con las familias de hermanos completos de cada población se instalaron siete ensayos en diseños de latice simple de diferentes dimensiones. Se efectuó selección fenotípica entre familias y con los datos de rendimiento y los índices de cobertura de mazorca menores de 20o/o se derivaron tres variedades experimentales (1 por cada ciclo de selección). Estas fueron evaluadas en un diseño de BCA en 1984. En el Cuadro 1 aparecen otras características de los ensayos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 2 muestra las principales estadísticas estimadas en el análisis de varianza para rendimiento efectuado para las dos poblaciones en cada año de evaluación. Se observaron diferencias significativas y altamente significativas entre familias de cada población a lo largo del proceso, excepto en el año 1983 donde HA-502 no mostró ninguna significancia entre familias evaluadas. Los coeficientes de variación fueron bastante aceptables el primer año 81 (19.6 — 18.8o/o) no así en los años siguientes donde fueron extremadamente altos, esto supuestamente debido a las condiciones de sequía drástica imperante en esos años (Figura 1).

En 1983 la población B-104 se evaluó además en la Lujosa, Choluteca y aunque no se efectuó análisis de varianza por las condiciones extremas de sequía que perdió muchas parcelas, si se pudo seleccionar materiales con mayor tolerancia a sequía. En el Cuadro 3 se muestra el comportamiento de ocho familias altamente tolerantes a sequía cuyo ren-

dimiento sobrepasó los 2700 kg/ha, además de poseer ciclo vegetativo corto y buenas características agronómicas.

Cuadro 1 Características de ocho ensayos establecidos durante 1981-1984 en las Estaciones Experimentales de La Lujosa, Choluteca y Comayagua, Honduras, C. A.

Ensayo	No. de Tratamientos	Diseño	No. de Repeticiones	Localidades
HC HB-104 (1981)	81	Látice 9x9	2	Comayagua
HC HB-104 (1982)	81	Látice 9x9	2	Comayagua
HC HB-104 (1983)	144*	Látice 12x12	2	Comayagua y Choluteca
HC HA-502 (1981)	196	Látice 14x14	2	Comayagua
HC HA-502 (1982)	196	Látice 14x14	2	Comayagua
HC HA-502 (1983)	196	Látice 14x14	2	Comayagua
Ciclos de selección (1984)	10	B C A	4	Comayagua

* Sembrado también en la Estación Experimental La Lujosa, Choluteca

Cuadro 2 Principales estadísticos obtenidos en siete ensayos de poblaciones de maíz sujetas a mejoramiento. Estación Experimental Comayagua y Choluteca. 1981 - 1983^{1/}

Poblaciones	Media (kg/ha)	F.C.	C.V.	DMS .05o/o
Honduras B-104:				
1981	4292	2.19 **	19.6	1.686
1982	3141	1.57 *	29.7	1.866
1983	2849 ^{2/}	2.38 *	38.1	24.65
Honduras A-502:				
1981	4271	3.19 **	18.8	1.579
1982	2925	1.47 *	30.2	1.767
1983	2960	1.00 NS	46.7	—

1/ Los números son los promedios de 14 repeticiones

2/ Promedio de dos localidades, Comayagua y Choluteca

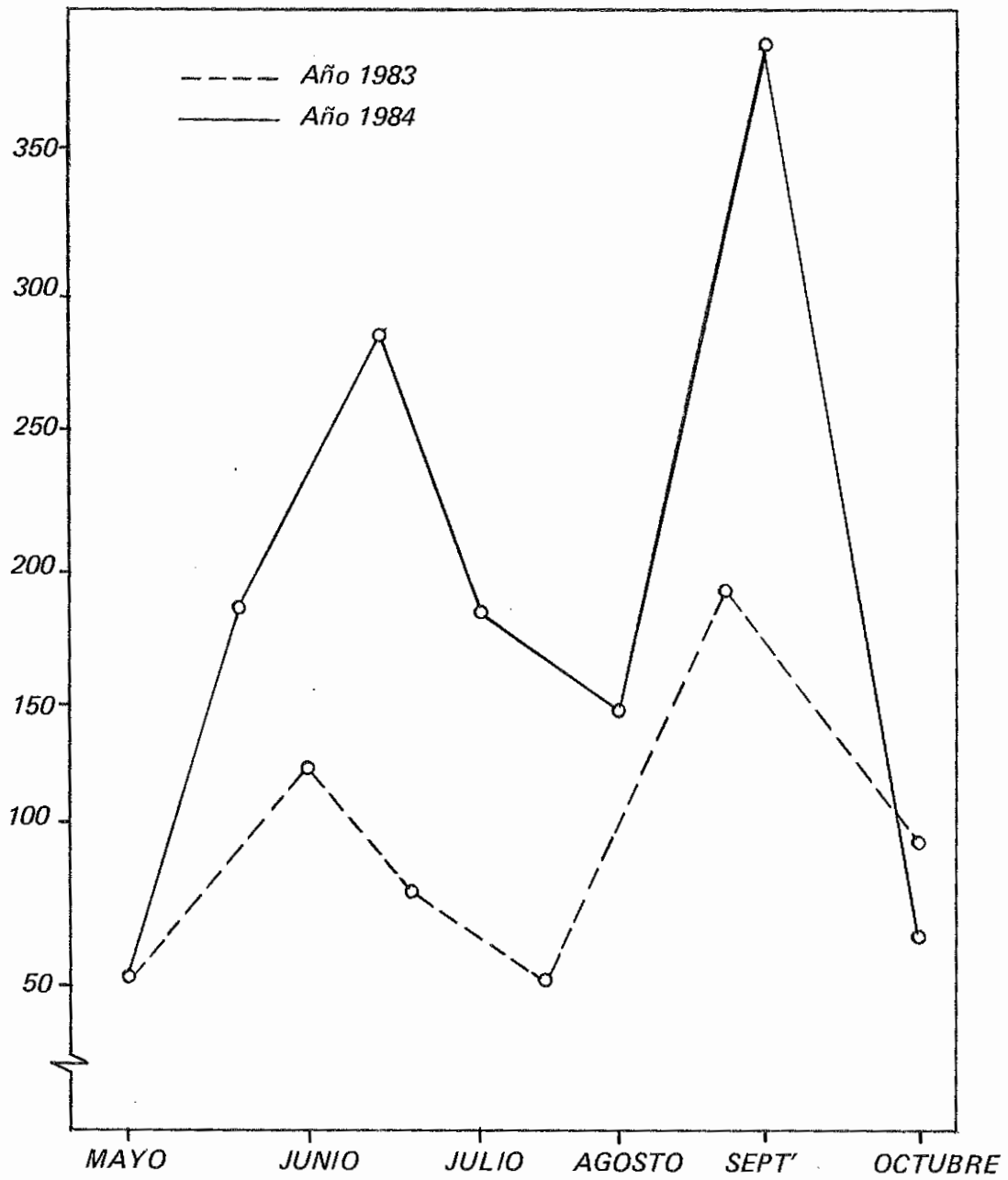


Figura 1 Curvas de precipitación registradas en la Estación Climatológica Playitas, Comayagua, durante mayo a octubre de 1983 y 1984.

Mediante la recombinación de estas familias se formó la variedad experimental *Chorotega-1*, la cual significará una mejor alternativa para la región Sur. El comportamiento agronómico y el rendimiento en kg/ha de la población Honduras B-104 se presentó en el Cuadro 4. Nótese que el rendimiento se redujo a través de años seguramente debido a la alta presión de selección usada para cobertura de mazorca (PS — 1.80/o) y a las condiciones extremas de sequía de los años 1982 y 1983. Sin embargo, las variedades experimentales formadas en cada ciclo siempre fueron superiores (arriba de 4.000 kg/ha) a la media de las poblaciones originales (3.000 kg/ha). En cuanto a cobertura de mazorca, se obtuvieron ganancias considerables logrando reducir el índice de mala cobertura desde un 37.10/o que tenía la variedad original a un 10.60/o en el primer ciclo y de allí hasta 3.00/o en el ciclo 1983. Nótese que a mayores índices de mala cobertura de mazorca le corresponden también mayores índices de pudrición de mazorca (Figura 2). La incidencia de cenicilla se comenzó a registrar en ese mismo año, lográndose reducir a 4.5 o/o en la variedad experimental de 17.9 o/o que tenía la población base. Las otras características agronómicas se comportaron en forma similar a excepción del ciclo vegetativo, el cual se incrementó en tres días.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos en la población Honduras A-502. Se observó la misma situación que en HB-104, ya que el rendimiento fue decreciendo en cada ciclo de selección. En esta población las variedades experimentales también mantuvieron su superioridad ($X = 4.855.3$ kg/ha) sobre la media de la población (3.385.3 kg/ha). Las ganancias para cobertura de mazorca fueron de 34.8 o/o (variedad original) a 17.0 o/o en el ciclo 81, luego se redujo hasta 4.1 o/o en el último ciclo de selección. La pudrición de mazorca también decreció a medida que se mejoraba la cobertura (Figura 2). La incidencia de cenicilla bajó desde 28.4 o/o a 2.2 o/o y las demás características agronómicas no variaron significativamente.

Al evaluar los tres ciclos de selección derivados hasta la fecha (Cuadro 6), se obtuvieron nuevamente diferencias altamente significativas entre los distintos ciclos y coeficientes de variabilidad de 12.3 o/o. Los resultados señalan como el mejor ciclo de selección de HB-104 el de 1981 con 5.546.9 kg/ha. La población original fue superada por el mejor ciclo en 15.4 o/o. Sin embargo, las ganancias reales por ciclo se observan solamente del ciclo cero al ciclo 1 (15.4 o/o). Del ciclo 1 al ciclo tres se perdió 8.8 o/o en rendimiento; sin embargo, esto fue corregido al formar el nuevo ciclo 84 donde se redujo la presión de selección por cobertura y se logró un incremento de 17.6 o/o de grano por hectárea, lo que habrá de comprobarse al evaluar este nuevo ciclo en 1985.

En la población Honduras A-502 se detectó como el ciclo más promisorio el del año 1982 que rindió 4.247.4 kg/ha sobre 3.901.8 kg/ha de la población original. Existieron ganancias por ciclo únicamente del ciclo 81 al ciclo 82 (9.9 o/o de incremento). En 1984 fue necesario reducir en mayor grado la P.S. y se observa una ganancia teórica de 42.2 o/o de grano/ha, lo que se comprobará al hacer la evaluación de 1985.

Cuadro 3 Rendimiento y Características Agronómicas de familias tolerantes a sequía seleccionadas en la Estación Experimental La Lujosa, 1983-A.

No. Familia	Genealogía	Días a flor	Kg/ha	DIF o/o	MAZORCAS	
					Cob. o/o	Pud.o/o
68	HB-104-49x48-8	45	3160	129.6	3	25
52	HB-104-35x47-7	45	3113	127.7	20	52
108	HB-104-76x75-3	47	3048	125.0	27	27
32	HB-104-18x16-1	49	2878	118.0	6	16
104	HB-104-51x71-8	48	2761	113.2	15	39
59	HB-104-41x42-7	48	2439	100.08	30	20
115	HB-104-80x81-1	44	2284	93.7	30	21
36	HB-104-21x22-3	45	2256	92.5	9	20
\bar{X}	V.E. Chorotega-1	47	2742	112.5	17	25
\bar{X}	Población HB-104	47	2437	100.0	3	3

Números en base a dos repeticiones

Cuadro 4 Comportamiento agronómico y rendimiento en kg/ha de la población Honduras B-104 y sus respectivas variedades experimentales. Comayagua 1981-1983.¹

Genealogía	Año	Días a flor	DM o/o	Altura	Altura	Mazorcas			kg/ha	Dif. o/o
				planta (cm)	mazorca (cm)	Cob	Pud	Asp. o/o		
<i>Honduras B-104</i>										
<u>1981</u>										
V.E		53	—	212	119	10.6	4.1	3.0	5707	133
POB		53	—	191	110	37.1	13.7	3.8	4292	100
<u>1982</u>										
V.E		60	—	145	68	4.3	8.2	3.0	4348	138
POB		60	—	144	67	9.1	8.7	3.4	3148	100
<u>1983</u>										
V.E		56	4.5	169	81	3.0	2.0	2.7	4240	130
POB		56	17.9	159	78	1.8	5.3	3.2	3260	100

1/ Los números son los promedios de seis repeticiones

2/ Calificado en Escala de 1-5: 1 — Excelente 2 — Muy malo

Cuadro 5 Comportamiento agronómico y rendimiento en kg/ha de la población de Honduras A-502 y sus respectivas variedades experimentales, Comayagua 1981-1983¹

Genealogía	Año	Días a flor	Altura	Altura	Mazorcas			DM o/o	kg/ha	Dif. o/o
			planta (cm)	mazorca (cm)	Cob.	Pud. o/o	Asp.			
Honduras A-502	<u>1981</u>									
	V.E.	49	236	129	17.0	5.0	2.7	—	5892	136
	POB.	50	221	128	34.8	17.3	3.6	—	4271	100
	<u>1982</u>									
	V.E.	54	160	87	4.0	10.0	2.8	—	4122	141
	POB.	58	159	83	10.0	13.0	3.1	—	2925	100
	<u>1983</u>									
	V.E.	51	177	96	4.1	7.8	3.1	2.2	4552	155
	POB.	51	175	87	0.7	0.9	3.3	28.4	2960	100

1/ Números provenientes de seis repeticiones

2/ Calificado en Escala de 1-5: 1 — Excelente; 2 — Muy malo

Cuadro 6 Rendimiento en kg/ha (150/o de humedad) de tres ciclos de selección (V.E.) derivados de dos poblaciones de maíz en proceso de mejoramiento. Comayagua, 1984.

Genealogía	kg/ha	Pérdida o Ganancia o/o	qq/mz	o/o sobre Testigo
Población HB-104:				
Ciclo 1981	5546.9	8.6 P	85.5	115.4
Ciclo 1982	5068.0	0.2 P	78.1	105.5
Ciclo 1983	5060.3		78.0	105.3
Población Original				
(Testigo)	4802.8	17.6 G	74.1	100.0
Ciclo 1984 (sin evaluar)	5953.9		91.8	—
Población HA-502:				
Ciclo 1981	3862.7	9.9 G	59.6	98.9
Ciclo 1982	4247.4		65.5	108.8
Ciclo 1983	3737.3	11.1 P	57.6	95.7
Población Original:				
(Testigo)	3901.8		60.2	100.0
Ciclo 1984 (Sin evaluar)	5317.4		82.0	
X General — 4527.8 kg/ha F — 4.99** CV — 12.30/o DMS — 810.05o/o				

1/ Números en base a promedios de cuatro repeticiones

* Significativos al 50/o de probabilidad

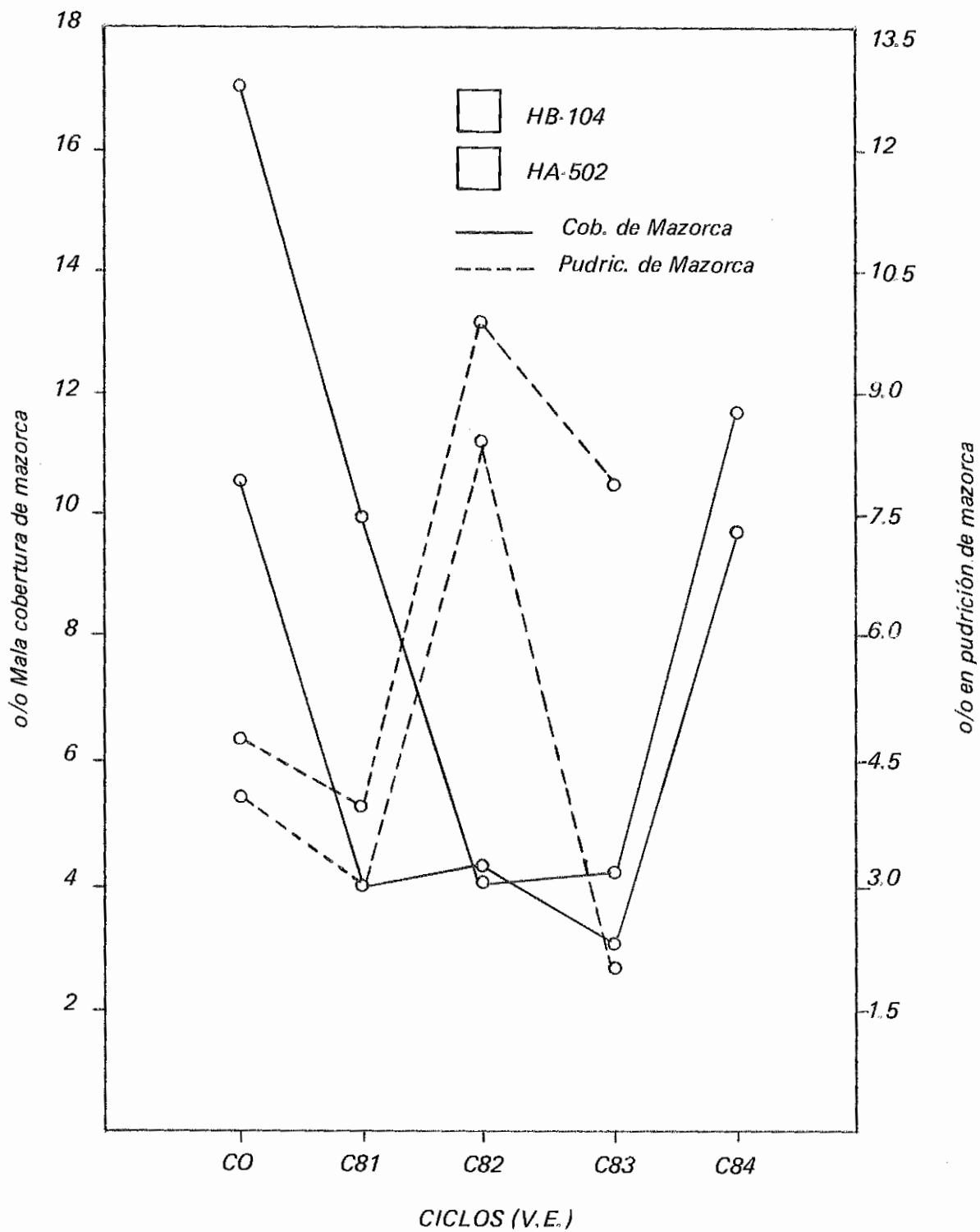


Figura 2 Índice de mala cobertura de mazorca y pudrición de varios ciclos de selección de poblaciones de maíz en proceso de mejoramiento.

Las características agronómicas aparecen en el Cuadro 7, nótese que en cobertura de mazorca los índices oscilaron entre 3.0 y 10o/o lo que confirma las ganancias obtenidas a través de ciclos de selección. El ciclo vegetativo se redujo en dos días por B-104 y un día para A-502. Las otras características se comportaron aceptablemente.

Cuadro 7 Porcentajes de cobertura y otras características agronómicas en la evaluación de tres ciclos de selección derivadas de dos poblaciones de maíz sujetas a mejoramiento. Estación Experimental Comayagua, 1984.

Genealogía	Días flor	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Acame		Mazorcas			DM o/o
				Raíz o/o	Tallo o/o	Cob o/o	Pud. o/o	Asp. 1/	
<i>Honduras B-104</i>									
Ciclo 1981	50	169	89	0.8	2.3	4.0	4.5	3.2	2.9
Ciclo 1982	50	165	85	1.2	1.2	4.3	3.3	3.0	6.5
Ciclo 1983	49	169	96	0.2	0.0	3.0	3.2	3.2	3.6
Pob. Original (C)	52	171	109	2.2	1.2	37.1	13.7	3.0	5.7
Ciclo 1984 (sin evaluar)	50	170	100	1.2	0.8	9.7	5.4	3.0	2.1
<i>Honduras A-502:</i>									
Ciclo 1981	48	163	84	1.7	1.0	10.0	6.4	3.0	10.9
Ciclo 1982	48	175	103	1.6	1.6	4.0	7.3	3.0	8.4
Ciclo 1983	47	163	90	2.4	1.2	4.1	6.9	3.0	10.8
Pob. Original (C)	47	164	81	5.3	3.6	34.9	17.3	3.0	17.2
Ciclo 1984 (sin evaluar)	48	172	90	2.0	0.0	11.6	5.5	3.0	5.7

NOTA: Números promediados en base a cuatro repeticiones

1/ Aspecto calificado en escala de 1-5: 1 – Excelente; 2 – Muy malo

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. *Las dos poblaciones evaluadas presentaron un alto potencial de rendimiento a través de cuatro años de evaluación superando los 3.000 kg/ha, a pesar de las condiciones drásticas de sequía a que fueron sometidas.*
2. *Las diferenciales de selección entre la población original y el X de las familias que forman la variedad experimental de cada ciclo variaron de 30 a 38o/o en incremento para HB-104 y de 36 a 55 o/o para HA-502.*
3. *La mala cobertura de mazorcas se redujo ostensiblemente en cada ciclo, especialmente el de 1981 donde se obtuvieron ganancias desde 37.1 a 4o/o en el caso de B-104 y de 34.8 a 10o/o en HA-502. En los ciclos siguientes este índice se mantuvo constante o fue menor que el del ciclo anterior.*
4. *Las ocho familias resistentes a sequía seleccionadas en la Lujosa durante 1983, mostraron excelentes características agronómicas y la variedad experimental Chorotega-1 formada de las mismas, fue superior a la media de la población en un 12.5o/o de grano/ha.*
5. *Al evaluar los tres ciclos de selección derivados a la fecha, se obtuvo como el mejor el ciclo 1981 en HB-104 con 5.546.9 kg/ha y para HA-502 el ciclo de 1982 que rindió 4.247 kg/ha, la mala cobertura osciló entre 3.0 y 10o/o en ambos casos.*
6. *Existe suficiente variabilidad para rendimiento y características agronómicas en las poblaciones base, lo que es una garantía para el desarrollo de variedades de polinización libre.*
7. *Se recomienda evaluar nuevamente las variedades experimentales formadas e incluir el nuevo ciclo de 1984 dentro del ensayo para observar su comportamiento final en el año 1985-A.*
8. *Continuar seleccionando para resistencia a sequía, especialmente en la región Sur, partiendo de la variedad Chorotega-1 y seleccionar para resistencia a Downy Mildiu en la región de Comayagua en las dos poblaciones.*

BIBLIOGRAFIA

- ¹CORTES, H.M. *Mejoramiento Avanzado. Memoria El Mejoramiento del Maíz y el papel del CIMMYT. El Batán, México, 1974. 31 p.*
- ²POEHLMAN, J.M. *Mejroamiento Genético de las cosechas. Edit. Limusa, México, 1979. pp. 263-300.*
- ³CASTRO, G.M. *Comparación del método de selección. Informe del programa de Maíz del CIMMYT. 1970. México, 82 p.*
- ⁴CORDOVA, H.S., F. Poey, *Formación de Híbridos y Sintéticos a partir de familias de poblaciones de maíz (Zea mays L.) In Memoria XXIV Reunión del PCCMCA. San Salvador, El Salvador 10-14 de julio de 1978. M 27/1-15.*
- ⁵POEY, F. R., H. S. Córdova, R.R. Velásquez. *Método de mejoramiento paralelo para la formación de variedades e híbridos de maíz (Zea mays L.) en base a poblaciones mejoradas. In Memoria. XXV Reunión del PCCMCA, Tegucigalpa, Honduras, 19-23 de marzo, 1979. M-10/1-9.*
- ⁶MANRIQUE, CH., N.J. Nakahodo. *Efectos de la heterosis entre poblaciones tropicales In Memoria. IX Reunión de maiceros de la zona andina, Maracay, Venezuela, 1.1-15 de agosto de 1980. pp. 279-291.*
- ⁷RODRIGUEZ, R.C. Bonilla, *Evaluación de variedades precoces sobresalientes. In Informe técnico de actividades desarrolladas por el Programa de Investigación Agropecuaria en 1980. Comayagua, abril 10. Honduras pp. 1-3.*
- ⁸----- *Maíces para regiones de precipitación marginal. In Informe técnico de actividades desarrolladas por el Programa de Investigación Agropecuaria en 1980. Comayagua. Abril 10. Honduras, C.A. pp. 1-4.*

COMPROBACION DE NIVELES DE FERTILIZACION EN EL CULTIVO
DE MAIZ PARA LA ZONA DE LA PAZ, VALLE DE COMAYAGUA,
HONDURAS, 1984 *

Juan Blas Meléndez V. **
Juan Aeschlimann S. **

RESUMEN

Se evaluaron siete ensayos de comprobación de niveles de fertilización (0 - 0, 40 - 0, 50 - 20 y 60 - 20 kg/ha de N y P), en siete localidades de la zona de La Paz en el Valle de Comayagua. El principal objetivo de este ensayo fue encontrar una mejor alternativa que resulte más económica al productor. Los rendimientos en promedio general fueron: T1 (0-0) = 4487 kg/ha, T2 (40 - 0) = 4892 kg/ha, T3 (50 - 20) = 5270 kg/ha y T4 (60 - 20) = 5389 kg/ha. El análisis combinado reporta diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, y según el análisis marginal más alta correspondió al nivel 60 - 20 kg/ha de N y P (225.30/o).

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

** Ingenieros Agrónomos Investigadores en Fincas, Recursos Naturales, Comayagua, Honduras, C.A.

INTRODUCCION

El maíz después de las hortalizas (tomate, chile y cebolla) es el cultivo de mayor importancia en el Valle de Comayagua y el primero a nivel nacional, tanto por el área de siembra como por la utilización en la dieta alimenticia del pueblo hondureño en general

Uno de los principales problemas que incide en la baja producción de este cultivo es la baja fertilidad de los suelos de la zona. En base a esto se establecieron ensayos de fertilización, con el objetivo de encontrar una alternativa que resulte más económica al productor.

En el año de 1981 se establecieron dos ensayos exploratorios en fertilización de nitrógeno y fósforo para el cultivo de maíz en dos localidades de la zona de La Paz, Valle de Comayagua. Los tratamientos involucrados fueron: (0-0, 40-0, 40-20, 40-40, 60-0, 60-20, 60-40, 80-0, 80-20 y 80-40). De éstos los que proporcionaron los mayores rendimientos fueron: 40-0, 40-40, 60-0, 60-20, 60-40, 80-0, 80-20 y 80-40 kg/ha de N y P.

En 1982 se evaluaron los niveles 0-20 y 0-40, y en 1983 los mejores niveles fueron: 40-0 y 60-20 kg/ha de N y P comparándolos con un testigo élite, (50-20) y un testigo absoluto (0-0).

MATERIALES Y METODOS

La fecha de siembra de estos ensayos estuvo comprendida entre el 25 de mayo y el 8 de junio. El ensayo fue evaluado en siete localidades de la zona (Cuadro 1).

Los niveles de fertilización usados en la prueba fueron los siguientes: 0-0 (testigo absoluto), 40-0, 50-20 (testigo elite) y 60-20 kg/ha de nitrógeno y fósforo respectivamente, usando como material genético la variedad Honduras B-104.

El ensayo se condujo en un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones, en parcelas de 10 surcos de 10 m de largo y una distancia de 0.90 m entre surcos, con 0.50 m entre posturas de dos plantas.

La preparación del suelo se hizo con tractor en base a una arada y dos rastreadas, a excepción de la localidad de El Taladro en donde se preparó con bueyes. El surcado se hizo con bueyes en las siete localidades y la siembra se realizó a mano.

La fertilización fue fraccionada, aplicando todo el fósforo más la mitad de nitrógeno al momento de la siembra, distribuido en bandas y al fondo del surco, mezclando con Volaton 50 (50 kg/ha). La otra mitad del nitrógeno se aplicó al momento del aporque. Las limpias fueron con azadón y el aporque se realizó con bueyes.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis combinado reporta diferencias altamente significativas para tratamientos, siendo superiores al testigo todos los niveles evaluados (60-20, 50-20 y 40-0 kg/ha de nitrógeno y fósforo), con un rendimiento superior al testigo de 20.1, 17.5 y 9.0o/o respectivamente.

Del análisis económico se desprende que los tratamientos con fertilizantes superan en beneficio neto al testigo absoluto, siendo el tratamiento 60-20 kg/ha de N y P, el que produjo la tasa de retorno marginal más alta (225.3o/o) Cuadro 2.

Cuadro 1 *Rendimiento (kg/ha) y porcentaje respecto al testigo de tres niveles de fertilización en el ensayo de comprobación de niveles de fertilizante en siete localidades del Valle de Comayagua. 1984-A.*

<i>Tratamiento kg/ha</i>	<i>Promedio General kg/ha</i>	<i>Porcentaje Testigo</i>
0-0	4487.13	100.00
40-0	4892.07	109.02
50-20	5270.50	117.46
60-20	5389.71	120.11
C.V. (o/o)	7.40	
F	9.24**	

Cuadro 2 *Análisis marginal del ensayo de fertilización en maíz de siete localidades de la zona de La Paz, 1985.*

<i>Beneficio Neto L/ha</i>	<i>Tratamiento kg/ha</i>	<i>Costo Variable (L/ha)</i>	<i>Incremento</i>		<i>Tasa de Retorno</i>
			<i>BN L/ha</i>	<i>CV L/ha</i>	
1770.58	60-20	126.60	29.06	12.90	225.3
1741.52	50-20	113.70	91.11	42.10	216.4
1650.41	40-0	71.60	70.94	71.60	99.1
1579.47	0-0	0.00	-	-	

EVALUACION DE TRES INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE
GUSANO ALAMBRE (*Aeolus postrimaculatu*), EN EL
CULTIVO DE MAIZ EN NICARAGUA, 1983*

Laureano Pineda L. **

R E S U M E N

El ensayo se llevó a efecto en la misma localidad de Santa Rosa, Managua, La Calera, 55.9 msnm. Se usó un diseño de Cuadrado Latino 6 x 6 de acuerdo a los tratamientos siguientes: Volaton 2.5 G, 100 libras por manzana; Furadán 5 G, 25 y 40 libras por manzana y Furadán 350 TS 1 y 1.5 litros del producto comercial por 100 libras de semilla (45.3 kg).

Los tratamientos con Furadán mostraron nuevamente su efectividad en el control de gusano alambre, con índice de pérdida de plantas de 3.20/o para Furadán-350 TS 1.5 litros por 100 libras de semilla (45.3 kg) del producto comercial. El testigo presentó pérdidas de plantas hasta un 20o/o. Esto equivale en términos de rendimiento de grano a un incremento hasta del 33o/o respecto al testigo.

A pesar de que Furadán-350 TS 1.5 litros por 100 libras de semilla (45.3 kg) obtuvo el mayor rendimiento de grano, el tratamiento Furadán-350 TS 1 litro por 100 libras de semillas (45.3 kg) fue el que mostró un mayor beneficio-costo C\$ 8.84.

Los tratamientos con Furadán influyeron significativamente en el mejor crecimiento de las plantas (altura). El tratamiento Volaton 2.5, 100 libras por manzana (64.4 kg/ha) obtuvo una respuesta reducida de su efectividad en el control de gusano alambre, coincidiendo con los resultados del estudio efectuado en 1981 en que no hubo significancia con relación al testigo.

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

** Responsable Departamento de Mejoramiento de Granos Básicos. DGTA-MIDINRA, Nicaragua, 1983.

INTRODUCCION

La incidencia de plagas del suelo es un factor determinante en la producción de granos, especialmente en los cultivos básicos. En Nicaragua, existen diferentes especies que causan severas pérdidas en el rendimiento de grano, siendo una de ellas el gusano alambre (Aeolus postrimaculatis) ampliamente difundido en la zona occidental de León y Chinandega, encontrándose principalmente en aquellas áreas donde prevalece la mala hierba o coyolillo (Cyperus rotundus). Las pérdidas en el rendimiento de grano han llegado a más del 70o/o. Actualmente el uso de insecticidas para el control de plagas del suelo ha ido en incremento, sin embargo, existen diversas opiniones sobre la efectividad de control de los mismos sobre una y otra plaga. Ante esta situación, el autor llevó a efecto durante 1981 un ensayo preliminar de evaluación de dos insecticidas.

El objetivo del presente trabajo fue para corroborar la información obtenida del trabajo preliminar efectuado durante 1981.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se estableció en el campo experimental de Santa Rosa, "La Calera" a una altura de 55.9 msnm. El diseño experimental fue Cuadrado Latino 6 x 6 usando una variedad precoz (95 días a cosecha) NB-100. Los tratamientos y dosis usadas fueron:

- a) Volatón 2.5 G 100 libras/mz del producto comercial (45.3 kg)*
- b) Furadán 5 G, 25 libras/mz del producto comercial (16.1 kg/ha)*
- c) Furadán 5 G, 40 libras/mz del producto comercial (25.8 kg/ha)*
- d) Furadán 350 TS, 1 litro del producto comercial por cada 100 libras de semilla (45.3 kg) en tratamiento a la semilla.*
- e) Furadán 350 TS, 1.5 litros del producto comercial por cada 100 libras de semilla (45.3) en tratamiento a la semilla.*

Las parcelas experimentales fueron de 6 m de largo y de 6 surcos, utilizando como parcela útil los tres centrales.

La siembra se hizo a mano el 4 de junio de 1982, usando un marcador para las distancias entre plantas (50 cm) dejando dos plantas por golpe a una distancia entre surcos de 75 cm, equivalente a una población de 53.000 plantas/ha (37.324/mz).

Antes de efectuar la siembra se muestreó el suelo para determinar las plagas existentes. Los datos considerados durante el período estudiado fueron los siguientes:

- a) *Por ciento de emergencia a los siete días post-siembra.*
- b) *Recuento de plantas dañadas por el gusano alambre en cuatro fechas: 18, 30, 45 días después de siembra y a cosecha.*
- c) *Altura de planta (cm), treina y cinco días después de efectuada la antesis.*
- d) *Rendimiento de grano (TM/ha).*
- e) *Análisis estadístico de los parámetros registrados.*
- f) *Análisis económico de Beneficio-Costo en cada tratamiento.*

Se recolectó los tres surcos centrales como parcela útil (11.70 m²) y se hizo un conteo de plantas.

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos (Cuadro 1), se encontró diferencia significativa al 0.05 de probabilidad de error en todos los parámetros estudiados. Es importante señalar la influencia de los tratamientos con Furadán en el desarrollo de las plantas (altura) en comparación con los tratamientos Volaton 2.5 G y el testigo. Así mismo el efecto de daño causado por el gusano alambre en la densidad de plantas (1.2 encontrado por pie cuadrado según muestras) lo que ocasionó pérdidas de su población original (53.000 plantas/ha) en un 20o/o.

En el mismo cuadro también observamos el efecto de rendimiento en relación a las plantas perdidas, donde el mejor tratamiento Furadán-350 TS con dosis de 1.5 litros del producto comercial, por 100 libras de semilla (45.3 kg) reportó pérdidas del 3.2o/o de su población y obtuvo un rendimiento de grano superior en un 33o/o al testigo.

Las Figuras 1 y 2 nos presentan en una forma más objetiva el efecto de los daños causados por el gusano alambre en la densidad de plantas y en el rendimiento de grano conforme a los tratamientos.

El Cuadro 2, relaciona el análisis económico de beneficio-costo de los tratamientos evaluados, observándose que el tratamiento que mejor beneficio neto obtuvo fue Furadán un litro por 100 libras de semilla del producto comercial (45.3 kg) con C\$ 8.84.

Cuadro 1 Datos agronómicos obtenidos en el ensayo de evaluación de insecticidas al suelo para el control del gusano alambre (*Aeolus posttrimaculatis*) en el cultivo del maíz. Estación Experimental Agropecuaria, La Calera, Santa Rosa, 1982.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	o/o de plantas perdidas	Rendimiento grano qq/mz	Rendimiento 15o/o de humedad kg/ha*	o/o sobre Testigo
Furadán-350 TS 1.5 litros/100 libras semilla	216 a	3.2 c	104	6.742 a	133
Furadán-5G 40 libras/mz	219 a	6.0 b	99	6.392 a b	126
Furadán-350 TS 1 litro/100 libras de semilla	217 a	6.2 b	96	6.217 abc	122
Furadán-5G 25 libras/mz	215 a	9.7 a	94	6.042 bc	119
Volaton-215 G 100 libras/mz	205 b	11.2 a	87	5.604 cd	110
Testigo	203 b	20.0 a	79	5.079 d	100

* Valores con la misma letra son similares con un 5o/o de probabilidad, según Duncan.

Cuadro 2 Análisis económico de beneficios-costo de los tratamientos evaluados. Santa Rosa, La Calera, 1982.

Tratamientos	Rendimiento		Incremento qq/mz	Valor de Incremento (C\$)	Costo de Tratamiento (C\$)	B/C
	TM/ha	qq/mz				
<i>Furadan-350 TS</i> 1.5 litros/100 libras de semilla	7.4	104	25	3.250	375.00	8.66
<i>Furadán-5G</i> 40 libras/mz P.C.	7.0	99	20	2.600	355.60	7.31
<i>Furadán-350 TS</i> 1 litro/100 lbs de semilla P.C.	6.8	96	17	2.210	250.00	8.84
<i>Furadán-5G</i> 25 libras/mz P.C.	6.6	94	15	1.950	222.00	8.78
<i>Volatón 2.5 G</i> 100 libras/mz	6.2	87	8	1.040	332.00	3.1
<i>Testigo</i>	5.6	79	—	—	—	—

Precio de 1 qq (45.3 kilos) de maíz en 1982 = C\$ 130.00
 Precio del Furadán: Furadán 350 TS 250.00/litro
 Furadán-5 G 8.89/libra (Garantía Bancaria)
 Volatón-2.5 G 3.32/libra

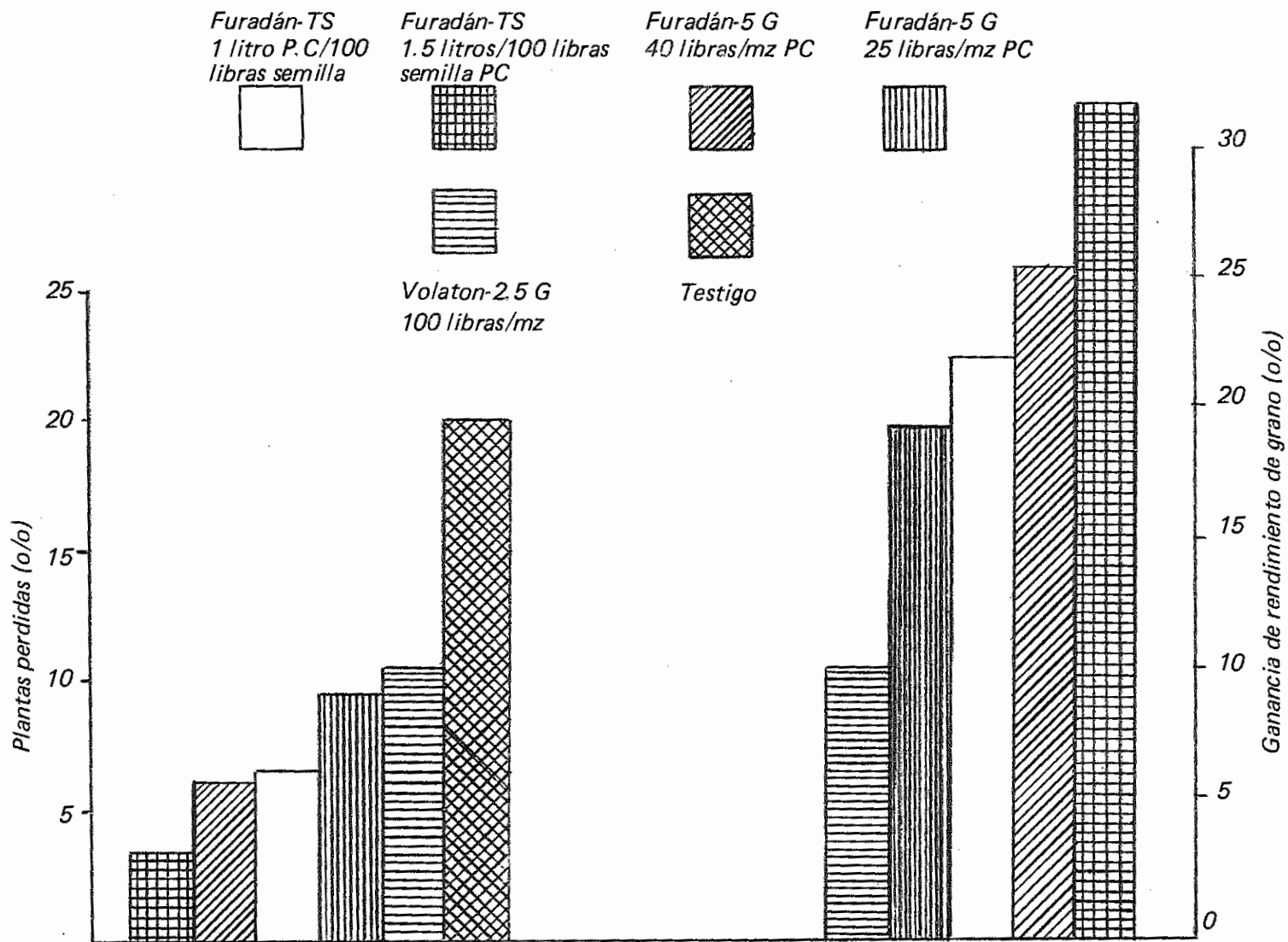


Figura 1 Efecto sobre la población de plantas y el rendimiento de grano para cada tratamiento respecto al testigo.

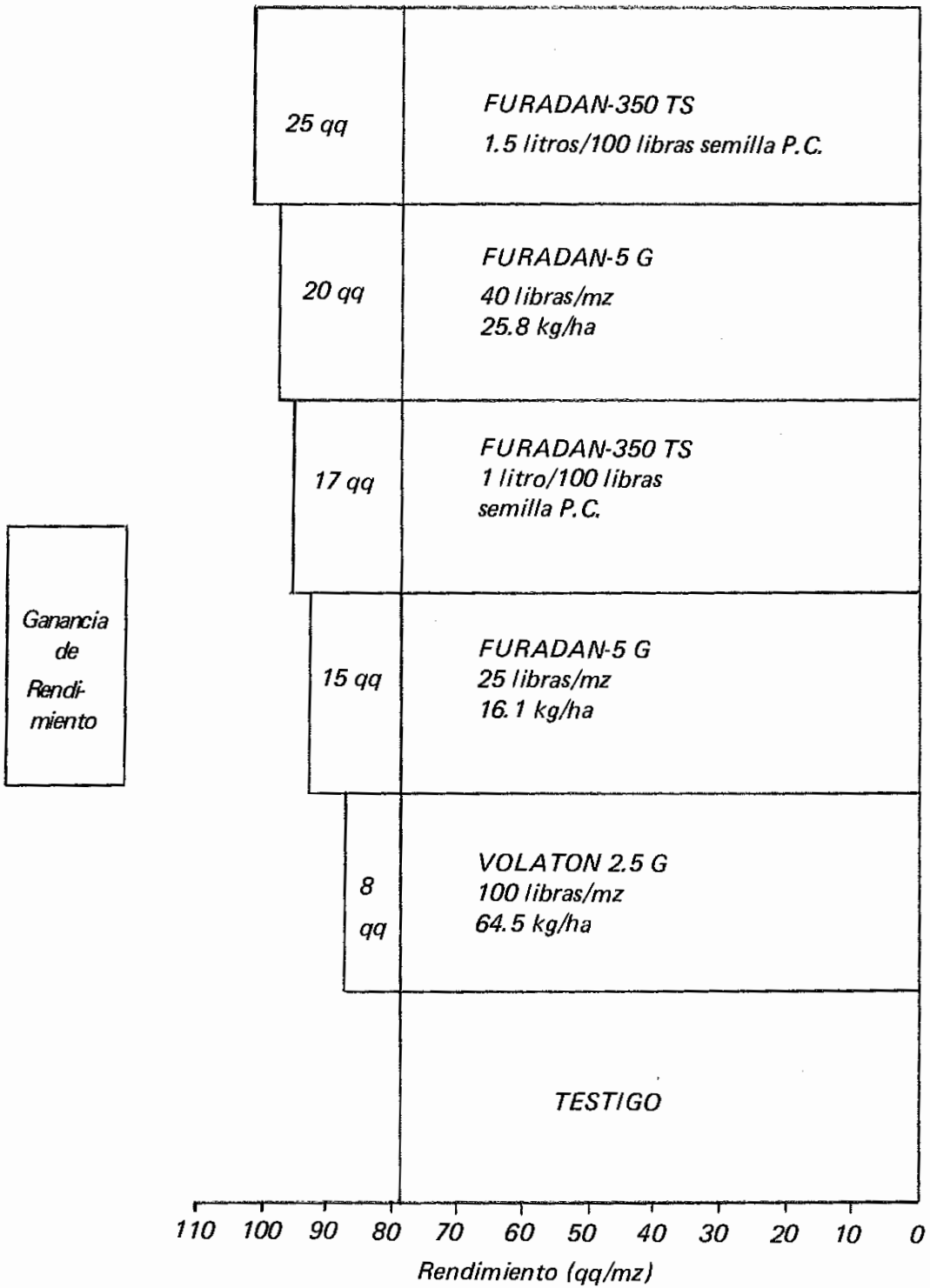


Figura 2 Rendimientos de grano en qq/mz y ganancia de los mismos por efecto de los tratamientos.

CONCLUSIONES

1. *No hubo diferencias significativas entre los tratamientos Furadán.*
2. *El tratamiento Volatón 2.5 mostró una efectividad pobre para el control de gusano alambre, no habiendo significancia en relación al testigo.*
3. *El mayor incremento en el rendimiento de grano se obtuvo con el tratamiento Furadán-350 TS 1.5 litros por 100 libras de semilla del producto comercial (45.3 kg) con un 33o/o en relación al testigo.*
4. *El tratamiento de mayor beneficio neto fue Furadán 350 TS, 1.litro por 100 libras (45.3 kilos) de semilla del producto comercial.*
5. *Mejor protección de los tratamientos Furadán al gusano alambre, así como, un mejor desarrollo de la planta (altura).*

Conforme lo anotado se confirma la eficacia del producto Furadán en el control del gusano alambre de acuerdo a los resultados obtenidos en 1981 que fue el objetivo de este estudio.

**RESPUESTA A LA ADAPTACION DE LA POBLACION SAN MARCEÑO
(*Zea mays* L.) DESPUES DE CUATRO CICLOS DE SELECCION
FAMILIAL CONVERGENTES EN DOS ZONAS DE
QUEZALTENANGO, GUATEMALA ***

*Juan A. Bolaños M. **
Jorge A. Avila**
Alejandro Fuentes O. ****

R E S U M E N

Durante los años 1980, 1982, 1983 y 1984, se ha efectuado selección familiar convergente a la variedad San Marceño, en seis ambientes, distribuidos en dos zonas plenamente diferenciadas, tanto por su altura como por sus condiciones climáticas y edáficas. Zona Alta desde 2700-3000 msnm y Zona del Valle de Quetzaltenango de 2400-2600. En cada ciclo las familias seleccionadas se recombinaron en un lote de hermanos completos en 80, 81 y de medios hermanos en 1982, 83.

Se hicieron en cada ciclo tres tipos de selección: Selección para la zona Alta utilizando ambientes de esa zona; selección Zona del Valle de Quetzaltenango con los ambientes del Valle y, selección combinada utilizando todos los ambientes. El diseño utilizado fue látice simple 13x13, una repetición por localidad.

Con la información generada, se hace un análisis de la distribución de familias seleccionadas, para determinar la respuesta a la adaptación de la variedad a las zonas mencionadas y como consecuencia deducir la eficacia del método para incrementar el rango de adaptación cuando seleccionamos en base a varios ambientes.

El análisis revela que la selección fue efectiva en los dos primeros ciclos de selección, incrementándose el número de familias a las dos zonas en estudio de la manera siguiente: 1980 (13o/o), en 1982 (42o/o), para 1983 y 1984 (44 y 41o/o respectivamente). Aumentan el número de familias con adaptación a Zona Alta en 1980 (21o/o) en 1982 (50o/o). Para Zona Baja: 1980 (30o/o), en 1982 (82o/o). Bajan en los ciclos siguientes: En 1983 (64o/o) y en 1984 (63o/o), para la Zona alta y para la Zona Baja: en 1983 (62o/o), en 1984 (61o/o). Las familias con adaptación general pero no a cada una de las zonas en el cuarto: 62o/o, 10o/o, 20o/o y 13o/o, para cada año respectivamente. La razón puede ser por el mejoramiento empleado. De lo anterior se concluye que la selección ha ampliado la adaptación de San Marceño en las dos zonas de estudio.

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

** Investigador y Técnico del Programa de Maíz de ICTA, Guatemala, con sede en Labor Ovalle, Olintepeque, departamento de Quetzaltenango, Guatemala

*** Coordinador Programa de Maíz. ICTA, Guatemala

INTRODUCCION

El cultivo del maíz en el Altiplano Occidental de Guatemala es de gran importancia por varias razones: es el alimento base de la población y está asociado a condiciones agrosocioeconómicas. Las producciones son escasas y no satisfacen los requerimientos de consumo de las familias, presentándose una ingente necesidad de este cereal en épocas de altos precios, debido a la escasez en el mercado, coincidiendo con una marcada ausencia de oportunidades de trabajo.

La principal dificultad que se presenta en el Altiplano Occidental de Guatemala, para elevar la producción y productividad del cultivo de maíz, es la interacción genética-ambiental que dificulta el uso extensivo de variedades con mayor capacidad de rendimiento y adecuadas características agronómicas.

La obtención de variedades con amplio rango de adaptación son necesarias en estas regiones, de gran variabilidad ecológica, en programas de extensión agrícola, porque confieren menores probabilidades de fracasos que contribuyen a formentar el escepticismo de los agricultores para la adopción de variedades con mayor potencial de rendimiento.

En este trabajo se hace un análisis de la información generada en cuatro años de selección familiar convergente en la población de maíz San Marceño, pretendiendo saber en que medida se ha ampliado su rango de adaptación a dos zonas plenamente diferenciadas por su altura y condiciones agroclimáticas del departamento de Quetzaltenango, Guatemala. El análisis se basa en la determinación del número de familias convergentes, que utiliza un muestreo de ambiente distribuido en las dos zonas mencionadas. Se pretende también saber la influencia que ha tenido el método de mejoramiento aplicado a esta población y con el cual se han generado las familias en cada ciclo.

Dichos métodos han sido: Hermanos completos en 1980, recombinando todos los genotipos evaluados; hermanos completos en 1981, recombinando solamente las familias seleccionadas en el año 1980, cuyos genotipos son evaluados en 1982 y recombinando por medios hermanos simultáneamente a su evaluación en 1982 y 1983. Se plantea la siguiente hipótesis: En cada ciclo sucesivo de selección, independientemente del método de mejoramiento, utilizando ambiente distribuidos en zonas diferenciadas, se incrementa el número de familias con adaptación a cada una de ellas.

REVISION DE LITERATURA

La selección masal, selecciona familias per se, bajo el supuesto de que son reflejo fiel de sus genotipos, lo cual raramente podría ser cierto (Poey et al, 1976). En selección familiar los individuos que componen la familia se evalúan en ensayos de rendimiento y se seleccionan o se rechazan en base a su valor fenotípico medio de cada uno de ellos (Falconer DS 1978).

Cuando las familias se evalúan en varios ambientes y se realiza selección de familias y de plantas dentro de familias seleccionadas, entonces el método se denomina "selección mazorca por surco modificado" (Lonnquist 1964). Este método permite el uso de diseños estadísticos que minimizan los efectos por variaciones de las condiciones físicas del suelo y discrimina familias que interactúan poco o favorablemente con los diferentes ambientes. El método implica recombinaciones de todas las familias en el mismo año de la evaluación. La recombinación se realiza en el Centro Experimental en donde las familias se desespigan y son polinizadas por un compuesto balanceado de todas ellas.

Compton y Comatock proponen realizar en dos años el método de selección propuesto por Lonnquist: en el primer año se hace la selección de familias y en el segundo se recombinan únicamente las seleccionadas (Márquez F., 1977).

Los dos métodos han sido aplicados en el mejoramiento de la población San Marceño, así como también el de hermanos completos, con el cual se pueden controlar ambos progenitores. Refiriéndose a la necesidad de seleccionar en base a evaluación en varios ambientes, Córdova (1975) afirma que si el medio ambiente ejerciera sólo una poca influencia sobre el comportamiento de las variedades evaluadas, no sería necesario conducir experimentos en varias localidades o años. ICTA (1979, 1980, 1981, 1982, 1983), ha conducido ensayos de rendimiento en más de 10 localidades diferentes cada año, en los cuales se ha demostrado la interacción genotipo medio ambiente. Esto ha evidenciado la necesidad de formar variedades con amplio rango de adaptación. Allard y Bradshaw (1967), describieron dos formas a través de las cuales una variedad puede exhibir estabilidad: Amortiguamiento poblacional; ésta se da por la presencia de varios genotipos cada uno adaptado a un rango de ambientes diferentes y adaptación individual, la cual se da por los individuos mismos que tienen capacidad de adaptación a cierto rango de ambientes. Sugieren que esta capacidad viene dada por su condición de heterocigocidad; en cambio en la poblacional se da por la interacción de los genotipos que coexisten en ella. Allard (1975), cree que existen genotipos cuyo comportamiento bajo cierto rango de condiciones, puede ser una orientación aceptable del comportamiento que tendrían bajo condiciones ambientales semejantes, debido a su comportamiento uniforme.

MATERIALES Y METODOS

Se practicó selección familiar convergente a una población de maíz (Zea mays L.), denominada San Marceño, en sus ambientes en cuatro ciclos sucesivos. Los ambientes se distribuyeron en dos zonas ecológicas plenamente diferenciadas por altura sobre el nivel del mar y por sus condiciones agroclimáticas y edáficas. La zona baja desde 2400-2600 msnm que comprende el Valle de Quetzaltenango y Zona Alta desde 2600-3000 msnm, caracterizada por suelos de la serie Totonicapán con problemas de fijación de fósforo. Se evaluaron 165 familias y cuatro testigos, bajo un diseño de látice simple 13x13, en seis localidades; poniendo una repetición por localidad. Para compensar la precisión estadística, debido a la falta de repeticiones en cada una de ellas se utilizó un testigo sistemático al final de cada bloque incompleto del experimento, para controlar la variación del suelo. La parcela experimental fue de un surco de 7 posturas de 4 matas, a.

80 cm y de 1 m entre surcos adyacentes. Se utilizaron las prácticas agronómicas prevalientes en la región y se fertilizó con dosis óptima económica investigada por ICTA, la cual fue de 90-30-0 de N y P_2O_5 kg/ha. En base a Análisis de Varianza, para rendimiento y promedios de características agronómicas, se practicaron tres tipos de selección: Selección zona Alta en base a los ambientes de esa zona; selección Zona Baja en base a los ambientes de esa zona y selección combinada en base a todos los ambientes. La selección Zona alta y baja, aportan el criterio base para saber qué familias de la selección combinada tienen adaptación a cada una de estas zonas y simultáneamente a las dos y en base a esto se determina la eficacia de la selección combinada en varios ambientes para ampliar el rango de adaptación de la variedad.

La formación de las familias evaluadas en cada ciclo se realizó bajo tres métodos de mejoramiento diferentes: en 1980 se evaluaron hermanos completos recombinando todas las familias evaluadas en 1979, en 1981 se recombinaron por hermanos completos sólo las familias seleccionadas en 1980, las familias generadas se evaluaron en 1982 y 1983 se recombinaron todas las familias evaluadas simultáneamente por medios hermanos.

Con base a la información generada se hace un análisis de la distribución de las familias con adaptación a las dos zonas, y a cada una de ellas, para conocer la efectividad del método de selección en relación con el método de mejoramiento empleado en la formación de las familias evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1, muestra los principales estadísticos de la experimentación, así como las principales características agronómicas de las selecciones.

En el Cuadro 2, se presenta la distribución de las familias seleccionadas en base a todos los ambientes (selección combinada), las cuales constituyen el 100o/o. El criterio de distribución se obtiene al hacer selección Zona alta y Zona baja con los ambientes respectivos de cada una de ellas y se compara cuantas familias de la selección combinatoria fueron también tomadas por la selección Zona alta por la selección Zona baja o por ambas. También aquellas que sólo fueron tomadas por las selecciones Zona Alta o Baja y no por la selección combinada. El número de familias con adaptación a la Zona Alta o Baja es igual a las exclusivas de la zona más las que tienen adaptación a ambas.

El Cuadro 2, nos muestra que para 1980 la selección combinada contenía 14 familias con adaptación a la zona baja (8 + 6) lo que hace un 30o/o, mientras que para 1982 contiene 33 (16 + 17), lo que hace un 82o/o. En 1983 contiene 28 (62o/o) y en 1984, 25 (61o/o).

Cuadro 1 *Parámetros Estadísticos, Rendimiento y Características Agronómicas de la Población San Marceño para tres selecciones durante cuatro años.*

AÑO	Tipo de Selección	C. V. o/o	Dif. de Selecc.	Presión de Selección	Rendimiento TM/ha	Días a flor	Altura planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Mazorcas Descub. Podr.	
1980	Combinada	19	19	28	5.209	129	219	115	4.3	4.2
	Zona Alta	9	37	15	5.203	137	202	102	2.9	2.8
	Zona Baja	13	14	25	6.180	127	167	83	4.5	5.0
1982	Combinada	16	8	24	6.022	131	194	102	4.3	3.3
	Zona Alta	14	10	20	6.918	140	206	110	3.4	3.0
	Zona Baja	17	15	21	5.510	123	186	98	5.5	2.4
1983	Combinada	10	7	27	11.090	127	225	122	6.6	4.2
	Zona Alta	14	13	21	7.510	135	206	113	4.5	3.8
	Zona Baja	11	6	21	8.140	122	233	128	6.7	4.7
1984	Combinada	11	47	28	8.050	139	227	126	5.7	1.4
	Zona Alta	19	20	20	4.700	148	209	104	2.0	0.5
	Zona Baja	13	16	20	8.160	129	245	153	7.4	3.8

M48/5

— 95 —

Cuadro 2 *Distribución de frecuencias familiares en la población San Marceño en cuatro ciclos de selección familiar convergente para dos zonas de Quetzaltenango.*

Tipo de selección	Total Familias Seleccionadas		H.C.		H.C. *		M.H.	
	1980	o/o	1982	o/o	1983	o/o	1984	o/o
Selección Combinada	47	100	40	100	45	100	41	100
Selección Zona Alta	10	21	20	50	29	64	26	63
Selección Zona Baja	14	30	33	82	28	62	25	61
Familias adaptadas a Zona Alta y Baja*	6	13	17	43	20	44	17	41
Inconsistentes	29	62	4	10	9	20	6	15
Exclusiva Zona Alta*	4	9	3	8	9	18	9	22
Exclusiva Zona Baja	8	17	16	40	8	18	8	20

H.C. — Hermanos completos recomblando todas las familias evaluadas.

H.C. * — Hermanos completos recomblando sólo las familias seleccionadas en el año anterior.

M.H. — Medios Hermanos

* — Sumando los datos con llamada de pié de página, se obtiene el número de familias con adaptación a cada zona.

Para la Zona Alta se observa un incremento hasta el año 1983: 21, 50, 64 y 63o/o, para cada uno de los años seleccionados.

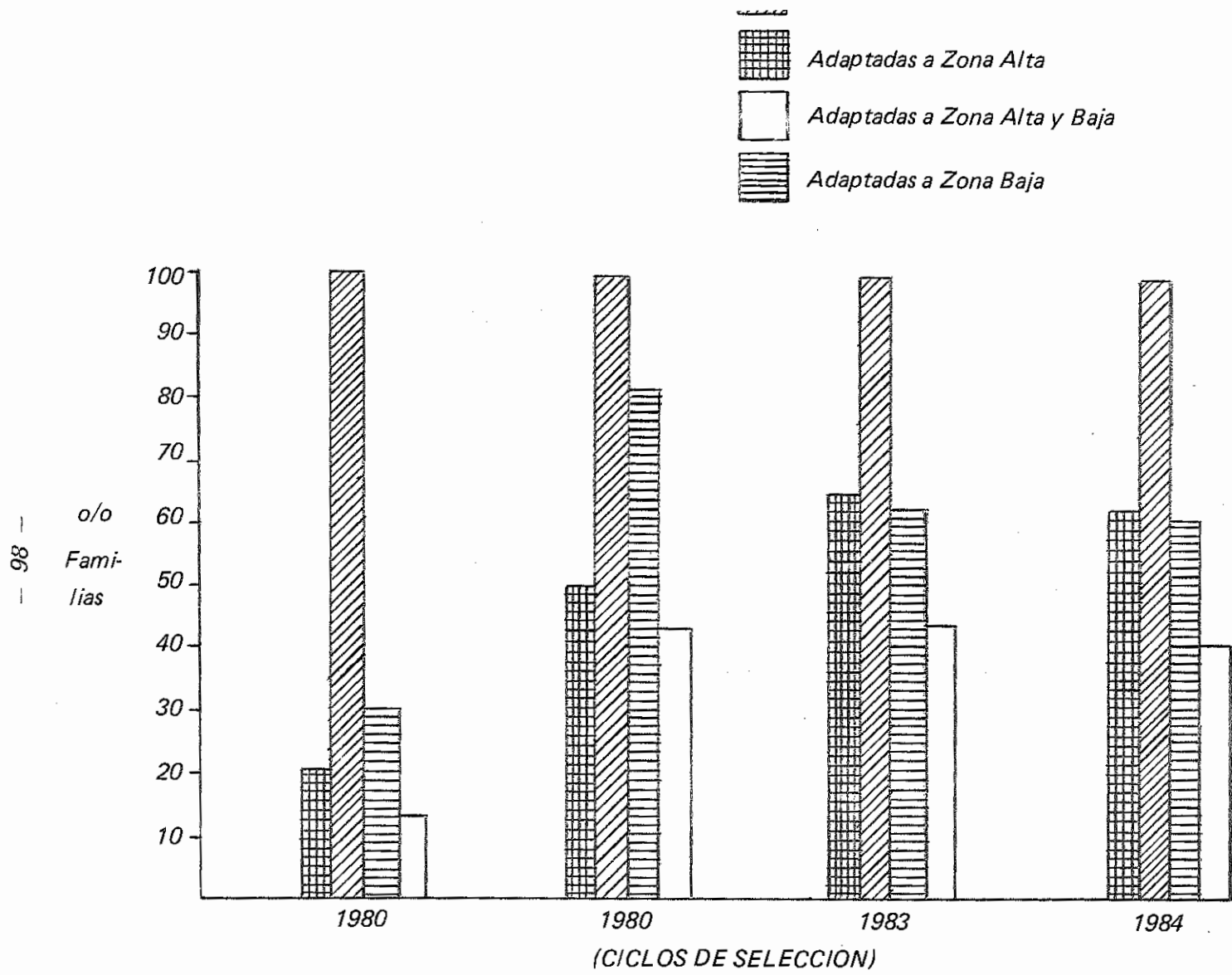
En cuanto al avance logrado con familias con adaptación a ambas zonas, se observa que va desde un 13o/o hasta un 44o/o en 1983, bajando a 41o/o en 1984. Se considera que no hubo avance a partir de 1982.

Las familias denominadas inconsistentes son aquellas que fueron tomadas por la selección combinada, pero no por las selecciones zona alta o zona baja. Hubo reducción de ellas hasta 1982, desde un 62o/o hasta un 10o/o en 1982, incrementándose ligeramente en 1983 y 1984.

Es evidente que los dos primeros ciclos de selección fueron efectivos para incrementar el número de familias con adaptación a cada una de las dos zonas en estudio y con adaptación a ambas y que en los dos ciclos posteriores el avance se detuvo, lo cual puede haber sido por el método de mejoramiento aplicado, ya que en hermanos completos pueden seleccionarse las familias que tienen ambos progenitores seleccionados, mientras que en medios hermanos solamente el progenitor femenino (Figura 1).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1. Se logran avances significativos en el incremento del número de familias con adaptación a las dos zonas en estudio, en los dos primeros ciclos de selección de hermanos completos, mientras que el avance logrado en los dos últimos ciclos de medios hermanos se detiene.*
- 2. Hasta 1984 se logra incrementar la adaptación de familias en 42o/o para la zona alta y en 29o/o para la zona baja. Las familias con adaptación a ambas zonas se incrementan en 28o/o. Las familias de adaptación general pero no a ninguna de las dos zonas se reducen en 47o/o.*
- 3. Cuando se hace la selección y la recombinación con selección individual en zonas ecológicas distintas, se recomienda aplicar el método de mejoramiento por hermanos completos, para no desviar las frecuencias génicas por la selección individual en el lote de recombinación.*



M48/8

Figura 1 Distribución en o/o de las familias seleccionadas con adaptación a Zonas Altas, Zona Baja y adaptación a ambas zonas.

BIBLIOGRAFIA

- ALLARD, R.W. *Principios de la mejora genética de las plantas*. Barcelona, Ediciones Omega, 1975. 498 p. (oo 79-80).
- y A.D. Bradshaw. *Implications of fenotype-environment interactions in applied plant-breeding*. *Crop Sci.* 4: (pp 503-507) 1964.
- CORDOVA, H.S. *Efecto del número de Líneas Endogámicas sobre el rendimiento y estabilidad de las líneas sintéticas derivadas en maíz (Zea mays L.)* Chapíngo, México, Colegio de Postgraduados. 1975, 1.17 p (Tesis Mag. Sc.)
- FALCONER, D.S. *Introducción a la genética cuatitativa*. Traducido por Márquez, F. Novena edición. México, C.E.C.S.A. 1978, 430 p (p 272).
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Guatemala. Informe del Programa de Producción de Maíz. Guatemala 1982. 248 p.*
- MARQUEZ-SANCHEZ, F. *Relationship between genotype environmental interaction and stability parameters*. *Crop Sci.* 13: (p 577-579) 1973.
- LONNQUIST, J.H. 6a. *Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, Lima, Perú. 1969. Métodos de Selección útiles para el mejoramiento dentro de poblaciones*. Perú. 1969. 85 p.
- POEY, F. y otros. *Conceptos Teóricos que respaldan los programas de mejoramiento de maíz*. Guatemala, ICTA, 1976. Sobretiro mimeografiado.

SITUACION ACTUAL DEL MAIZ Y PERSPECTIVAS DE LAS VARIEDADES
DE ALTO VALOR NUTRITIVO EN GUATEMALA*

Alejandro Fuentes O. **

RESUMEN

El Programa de Maíz desde su creación ha desarrollado variedades e híbridos comerciales de alto rendimiento, amplia adaptación y de muy buenas características agronómicas, para los diferentes ambientes de Guatemala. Estos materiales mejorados bajo el punto de vista nutritivo no difieren en relación a las variedades criollas del agricultor, por lo que se estructuró en programa a corto plazo para la creación de variedades de polinización libre de alto valor nutritivo, dando como resultado la creación de la variedad Nutricia, la cual ha sido evaluada durante los años de 1980 a 1982 en ensayos de rendimiento a nivel de agricultor, con un rendimiento promedio de 4 TM/ha, un nivel de triptofano de 80 mg/100 g de proteína y con una marcada tendencia a recuperar dureza del grano. En 1983 se establecieron 89 parcelas de transferencia en los Valles de San Jerónimo, Salamá, San Miguel Chicai, Rabinal y Cabulco. En todas estas localidades el valor nutritivo del grano se conserva superior a las versiones normales y en la mayoría de los casos, los rendimientos fueron rentables bajo el punto de vista económico.

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

** Ing. Agrónomo, Msc. Coordinador del Programa Nacional de Mejoramiento y Producción del ICTA, Guatemala.

INTRODUCCION

La importancia del cultivo del maíz en Guatemala, tiene altas implicaciones en el contexto agro-socioeconómico nacional, pues casi toda la población depende de este cereal para satisfacer en un alto porcentaje sus requerimientos energéticos y proteicos, situación que se acentúa en el área rural, especialmente en el Altiplano Occidental, que se caracteriza por una alta explosión demográfica bajo un régimen de minifundio, escasos ingresos y baja escolaridad que tipifica una agricultura de subsistencia.

Es también importante señalar que la influencia del cultivo de maíz tiene un fuerte arraigo en los ritos y costumbres de la población guatemalteca, situación comprensible si se considera el gran número de personas que directa o indirectamente tiene que ver con las 800.000 ha dedicadas al cultivo, cifra que representa el 66.80/o del hectareaje cultivado con cereales y el 42o/o del total de la tierra arable con una producción que sobrepasa al millón de TM. de grano.

EL PROBLEMA

El maíz que se consume en Guatemala es de baja calidad nutritiva

De acuerdo a Bressani (1), el contenido de proteína en el maíz es bajo y la calidad de la misma es pobre debido a las diferencias en los aminoácidos esenciales: Lisina y triptofano; es decir, el maíz que se produce es de baja calidad nutritiva, por lo que todos los Programas Nacionales de Mejoramiento, deben establecer programas sólidos para formar variedades e híbridos comerciales de alto valor nutritivo, muy especialmente en todos los países donde el maíz constituye la base de la alimentación principalmente de las poblaciones rurales.

RESPUESTA AL PROBLEMA

Para la Respuesta al Problema, contamos con el Gene Opaco-2

Este gene y otros es el producto de una mutación natural, el cual expresa su acción únicamente en condiciones homocigóticas recesivas (o_{2o2}) Mertz, E.T. et al (3), científicos de la universidad de Purdue, descubrieron a fines de 1963, que el gene Opaco-2 ocasionaba fuertes cambios en el balance de aminoácidos del endosperma en el grano de maíz; estableciendo además, que los valores de lisina y triptofano eran superiores a los encontrados en el maíz corriente, determinando con ello una base sólida para el control genético de ambos aminoácidos.

El valor biológico del maíz con el gene homocigote Opaco-2, ha sido ampliamente demostrado por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá y la Universidad del Valle en Cali, Colombia, instituciones que realizaron con éxito los primeros estudios con niños en 1966 y 1967 respectivamente.

Los trabajos científicos realizados en la Universidad de Purdue (3) estimuló el interés de científicos y técnicos de varias partes del mundo para tratar de sustituir el maíz común, de bajo valor nutritivo, por variedades con proteína de calidad superior. Entre 1965 y 1967, algunos países, el nuestro inclusive, emprendieron la incorporación del gene Opaco-2 a sus variedades locales, con material genético proveniente de la Universidad de Purdue. Esta actividad fue un éxito en todas partes al haberse producido variedades e híbridos de alto valor nutritivo, pero lamentablemente, con mermas en el rendimiento hasta del 30o/o en relación a sus versiones normales, además de ser altamente susceptibles a plagas y enfermedades, condiciones que constituyeron un serio obstáculo para la producción comercial de estos materiales.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), que desde su fundación venía colaborando con el Programa de Mejoramiento de Maíz del Ministerio de Agricultura, amplió su acción al proporcionar al nuevo programa de Mejoramiento y Producción de Maíz del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) creado en 1973, materiales a diferentes niveles de mejoramiento, transfiriendo a la vez, una nueva tecnología, como el esquema denominado "Selección recurrente combinada en retrocruzamiento para la obtención de la versión de endospermo duro Opaco-2 de una población normal, bajo proceso de mejoramiento.

Los esfuerzos del ICTA con la colaboración de CIMMYT y el respaldo de INCAP en la realización de miles de análisis para reconocer los niveles de los aminoácidos, lisina y triptofano en el Programa de Maíz, ha logrado eliminar y/o minimizar los factores negativos que inicialmente exhibían los maíces de alto valor nutritivo, con características agronómicas y genéticas similares a la variedad ICTA B-1 y superior en rendiendo a todas las variedades criollas del trópico de Guatemala, como respuesta al siguiente objetivo a corto plazo.

"Formación de Variedades Tropicales de Alto Valor Nutritivo, Altos Rendimientos, Amplia Adaptación Ecológica y Resistentes a Plagas y Enfermedades".

MATERIALES Y METODOS

Las variedades fueron formadas por el método de selección recurrente y retrocruzamientos, las cuales fueron evaluadas en los años 1980, 1981 y 1982 en el norte del país. El origen de estos materiales, así como los grupos evaluados por año se dan a conocer en el Cuadro 1.

Metodología de los ensayos de rendimiento (2).

Diseño	Repeticiones	Variedades	Localidades
B.A.	4	12	7

Análisis Estadístico (ANDEVA, Combinado, Prueba de Tuckey) y Análisis de Laboratorio (Proteína y Triptofano).

En 1982, los siguientes materiales fueron evaluados en finca de agricultores en los Valles de Salamá y San Jerónimo.

1. Tuxpeño 1 O₂ H.E. de Alta Calidad Nutritiva.
2. Tuxpeño Caribe O₂ H.E. de Alta Calidad Nutritiva.
3. ICTA B-1 de Grano Normal.
4. Criollo de los Agricultores de Grano Normal.

METODOLOGIA

Diseño	Area/parcela	Variedades	Localidades	Tecnología
Parcela	* 10.8 x 15 m	4	10	2

Interpretación Estadística:

Medias de Rendimiento

Análisis de Laboratorio (Proteína-Triptofano)

Análisis Económico

*12 surcos a 90 cm entre ellos y 15 m de largo

Cuadro 1 Materiales genéticos evaluados en tres años consecutivos (1980, 1981 y 1982).

Variedades Experimentales	Origen	1980	1981	1982
ICTA B-1	ICTA	x	x	x
ACA-14	ICTA	x	x	x
BAC-9	ICTA	x	x	x
Tuxpeño Caribe O ₂ HE	CIMMYT	x	x	x
Mezcla Tropical Blanca O ₂ HE	CIMMYT	x	x	x
Mezcla Amarilla O ₂ HE	CIMMYT	x	—	—
Amarillo O ₂ HE	CIMMYT	x	—	—
Templado Amarillo O ₂ HE	CIMMYT	x	—	—
Amarillo Cristalino O ₂ HE	CIMMYT	x	—	—
Criollo Local	Agricultor	x	x	x
Tuxpeño-1 O ₂ HE	CIMMYT	—	x	x
Blanco Dentado tardío	CIMMYT	—	x	x
La Posta O ₂ HE	CIMMYT	—	x	x
San Jerónimo 7941	ICTA	—	x	x
San Jerónimo 7738	ICTA	—	x	x
Templado Blanco O ₂ HE	CIMMYT	—	x	—
San Jerónimo 8039	ICTA	—	—	x

Los dos niveles tecnológicos (ICTA y Agricultor) de las Parcelas agroeconómicas en finca de agricultores, se suman en el Cuadro 2.

De acuerdo a los resultados hasta 1982, se estableció un Programa de Transferencia de Tecnología en la Región V-1 en el norte del país en 1983, con la siguiente tecnología:

1. 93 parcelas con el mismo número de agricultores, con un total de 75 ha.
2. Las parcelas variaron de .35 a 7 hectáreas.
3. Se fertilizó a razón de 83 kilos de N/ha y entre 30 y 40 kg/ha de P₂O₅, algunos no fertilizaron.

Es importante indicar que es de vital importancia establecer una buena estrategia de producción de semillas.

Cuadro 2 Niveles tecnológicos de las parcelas agroeconómicas en finca de agricultores.

Concepto	TECNOLOGIA	
	ICTA	AGRICULTOR
1. Preparación del suelo	Tracción animal o mecanizada	Tracción animal
2. Análisis del suelo	Si	No
3. Plantas por postura	2	2 y 3
4. Distancia entre posturas	50 cm	60 cm
5. Distancia entre surcos	90 cm	100 cm
6. Densidad	44.000 plantas/ha	33 a 50.000 plantas/ha
7. Re-siembra	No	Si
8. Fertilización	75 kg N/ha 40 kg P ₂ O ₅ /ha 40 kg K/ha	25 kg N/ha 6 kg P ₂ O ₅ /ha 6 kg K/ha
9. Control de plagas del suelo	Si	No
10. Control de plagas del follaje	Si	No
11. Control de Malezas	Manual y/o químico	Manual

* La tecnología del agricultor no es uniforme, se presenta lo más usual.

RESULTADOS

Los resultados de las evaluaciones de las variedades experimentales realizadas en 1980 y 1981, fueron reportados en la XXVII y XXVIII Reunión del PCCMCA, realizadas en Panamá y Costa Rica respectivamente.

En el Cuadro 3 se resumen las medias de rendimiento de las 10 localidades en parcelas semi-comerciales en finca de agricultores y los análisis cualitativos.

En este Cuadro se puede observar que el rendimiento de NUTRICTA (426 TM/ha) corresponde al rendimiento (4.34 TM/ha) de su versión normal ICTA B-1, superando al criollo por 1.22 TM/ha. Por otra parte, su calidad nutritiva es de superior calidad en relación a ambas variedades.

El rendimiento de NUTRICTA en este ensayo, es coincidente con el promedio de los 10 ensayos de rendimiento para este mismo material (4.11 TM/ha) y con el rendimiento de B-1 (4.22 TM/ha), superando el rendimiento (3.4) en 7 TM/ha.

De acuerdo al reporte del Ensayo Uniforme del PCCMCA de 1983, el rendimiento promedio de NUTRICTA en 18 localidades de Centroamérica y El Caribe, fue de 4.23 TM/ha, lo que confirma la estabilidad en rendimiento y amplia adaptación independiente de su superioridad en la calidad de su proteína.

De acuerdo al Cuadro 4, puede observarse que en la producción de semilla genética, de fundación y certificada, el contenido de triptofano se considera muy bueno.

Cuadro 3 Análisis Cuantitativo y Rendimiento.

Materiales	Proteína g/100 g	Triptofano g/100 g	Contenido Triptofano (g)	Modificación al endosper- mo 1-10**	Rendi- miento TM/ha***
ICTA B-1	9.0	.051	0.53	1.0	4.34
NUTRICTA	11.5	.092	0.80	2.3	4.26
CRIOLLO	9.4	.052	0.55	1.0	3.04

* Gramos de Triptofano en 100 gramos de proteína, INCAP

** 1 – Duro 10 – Suave

*** Promedio de 10 localidades en fincas de agricultores durante 1982.

Cuadro 4 *Análisis de contenido de proteína en muestras seleccionadas. INCAP*

<i>No. Req.</i>	<i>Muestra</i>	<i>Proteína (N x) 9</i>	<i>Triptofano (1)</i>	<i>Triptofano (2)</i>
895	<i>NUTRICTA (Semilla certificada)</i>	9.3	0.082	0.88
896	<i>NUTRICTA (Semilla Fundación)</i>	9.3	0.094	1.01
897	<i>NUTRICTA (Semilla genética)</i>	8.8	0.087	0.99
<i>CONTROL</i>				
	<i>Maíz normal</i>	9.2	0.058	0.63
	<i>Maíz Opaco</i>	9.5	0.106	1.12

(1) *Triptofano expresado como gramos de Triptofano en 100 gramos de muestra*

(2) *Triptofano expresado como gramos de Triptofano en 100 gramos de proteína*

CONCLUSIONES

1. *La metodología usada en la formación de variedades de maíz de alto valor nutritivo, es excelente.*
2. *La variedad Nutricta, bajo condiciones agro-socioeconómicas de los pequeños y medianos agricultores, puede rendir un promedio de 4 TM/ha superando en más de una tonelada a las variedades criollas bajo el mismo manejo.*
3. *La variedad Nutricta, bajo un buen manejo, puede producir de 5 a 6 TM/ha de grano de alta calidad.*
4. *La variedad Nutricta, como variedad de maíz de alto valor nutritivo es una realidad como material comercial en Guatemala.*
5. *La variedad Nutricta, aún debe mejorarse en ciertos aspectos: cobertura de la mazorca, dureza de grano y pudrición.*
6. *La cooperación de CIMMYT en la adjudicación de materiales experimentales de alto valor nutritivo a diferentes niveles de mejoramiento, ha sido de alto beneficio para este programa.*
7. *El apoyo de INCAP en la realización de los análisis bioquímicos, los cuales son determinantes en la selección de genotipos superiores para alto valor nutritivo.*

BIBLIOGRAFIA

- BRESSANI, R. *La calidad proteica del maíz con el gene Opaco-2. VIII Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica, 13, 17-19, 1967.*
- PEREZ, J.M. Fuentes O.A., Córdova O.H., García A. y Morales Del Cid A. *Segunda fase de evaluación de variedades de maíz (Zea mays L.) de alto valor nutritivo y de endosperma modificado a nivel de finca, Baja Verapaz, Guatemala, 1981. XXVIII Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica, marzo de 1982.*
- MERTZ, E.T. L.S. Bates and O.E. Nelson. *Mutant gene that changes protein components and increases lysine content of mayze endosperm Science, (US), 145: 279-280, 1964.*

PRUEBA DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL EN LINEAS DE MAIZ

(*Zea mays* L.) DE ALTA CALIDAD PROTEICA *

María Rojas J. **

Kenneth Jiménez M. ***

Carlos A. Salas F. ****

RESUMEN

En la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Alajuela, Costa Rica, se formaron 131 mestizos (cruce de 131 líneas S1) de maíz de alta calidad proteica con el cultivar Blanco Dentado 2 MCP; en un un cruce de prueba o "top cross". De éstos, sólo se seleccionaron 31 con base en observaciones fenotípicas.

De los mestizos seleccionados se identificaron ocho líneas S1 de mayor aptitud combinatoria general, con base a rendimiento, cobertura de mazorcas, resistencia a la pudrición de mazorca y dureza de endosperma.

Los mestizos seleccionados presentaron buena cobertura de mazorca y resistencia a la pudrición de mazorca. Su producción varió de 6.78 a 7.43 TM/ha de grano. La mayoría mostró un tipo de endosperma cristalino.

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

** Agr. Asistente Programa Frijol Centroamérica y El Caribe. CIAT-IICA. Apartado 55, 2200, Coronado, San José, Costa Rica.

*** Ing. Agr. Mag. Sc. Programa de Cereales, Estación Experimental Fabio Baudrit, Apartado 183-4050, Alajuela, Costa Rica.

**** Ing. Agr. Programa de Cereales, Estación Experimental Fabio Baudrit, Apartado 183-4050, Alajuela, Costa Rica.

INTRODUCCION

La proteína del grano de maíz puede mejorarse mediante un gene mutante denominado Opaco-2, nombre que se derivó de la apariencia particular de este tipo de grano. En los maíces normales, la proteína varía de 9 a 11 o/o del peso seco del grano, pero es deficiente en lisina y triptofano. El maíz Opaco-2, posee una cantidad de proteína similar al de los maíces normales pero de superior calidad (1,5).

La capacidad de una línea para transmitir productividad conveniente a su progenie híbrida, se conoce con el nombre de aptitud combinatoria. El comportamiento medio de una determinada línea en una serie de combinaciones híbridas se denomina aptitud combinatoria general (3).

En Costa Rica, el Programa de Cereales de la Estación Experimental Fabio Baudrit, de la Universidad de Costa Rica, ha realizado estudios con maíces de alta calidad proteica, procedentes del CIMMYT, México; algunos maíces que han presentado un buen comportamiento agronómico son: Across 7441, Poza Rica 7437 y Blanco Dentado 2 (4).

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar las ocho líneas de mayor aptitud combinatoria general, basada en el ensayo de rendimiento de mestizos (cruce de las líneas S1 de maíz de alta calidad proteica por la variedad Blanco Dentado 2 MCP).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se efectuó en la Estación Experimental Fabio Baudrit M. de la Universidad de Costa Rica, en la provincia de Alajuela, a 840 msnm, 10°01' Latitud Norte y 84° 16' Longitud Oeste; su temperatura anual promedio es de 21°C y una precipitación promedio anual de 2000 mm, con un período seco de diciembre a mayo.

Durante los meses de junio a noviembre de 1983, se procedió a la formación de mestizos en el campo, para lo cual se cruzaron 131 líneas de maíz de alta calidad de proteína (Cuadro 1) por la variedad Blanco Dentado 2 MCP (cruce de prueba de "top cross"). Dichas líneas fueron desespigadas y sólo se permitió la polinización con polen proveniente de la variedad Blanco Dentado 2. Del total de mestizos se seleccionó 31 en base a observaciones fenotípicas de campo.

Para realizar la prueba de rendimiento de mestizos, se utilizó un diseño experimental latice triple (tres repeticiones). El material experimental para esta prueba consistió de los 31 mestizos seleccionados más 5 testigos.

La siembra de los mestizos se efectuó el 11 de enero de 1984, para lo cual se utilizaron parcelas experimentales de cuatro surcos de 5.0 m de largo por 3.0 m de ancho, colocándose tres semillas por golpe de siembra espaciados cada 5.0 m y un distanciamiento entre surcos de 0.75 m.

Las variedades evaluadas fueron: Días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta y mazorca, aspecto de planta, acame de raíz y tallo, plantas cosechadas, número total de mazorca, aspecto de mazorca, cobertura de mazorca, dureza de endosperma y rendimiento.

Cuadro 1 Poblaciones de maíz de alta calidad proteica y líneas derivadas de cada población, utilizadas en la formación de mestizos. Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, 1983.

Población	Número de líneas a evaluar
Tuxpeño 1 MCP	25
Mezcla Tropical Blanca MCP	18
Tuxpeño Caribe MCP	4
La Posta MCP	10
White QPM (pool 40)	73
TOTAL LINEAS A EVALUAR	131

RESULTADOS

Las diferencias en rendimiento entre los diferentes mestizos y cultivares evaluados no fueron significativas (Cuadro 2), no obstante que se observó diferencias del orden de 3.0 TM/ha entre los mestizos evaluados, cantidad que en términos económicos a nivel de agricultor resulta bastante considerable.

Perrin et al (2), afirman esta idea al indicar que en términos prácticos diferencias del orden de 1.00 TM/ha en cultivares de maíz son económicamente considerables para poder hacer selección, aún y cuando estas diferencias no sean estadísticamente significativas.

Para la selección de las ocho líneas de mayor aptitud combinatoria general además de rendimiento, se consideraron otras características agronómicas importantes como: porcentaje de mazorcas descubiertas, porcentaje de mazorcas podridas y dureza de endosperma (Cuadro 3). El mestizo White 121 x BD2 fue el que presentó un mayor rendimiento (7.43 TM/ha) superando así a los cultivares testigos: Salaboni, Diamantes 8043 y Blanco Dentado 2, los cuales rindieron 7.39, 7.33 y 7.33 TM/ha, respectivamente.

Quadro 2 Análisis de variación de variables evaluadas. Prueba de aptitud combinatoria general de líneas S1 de alta calidad proteica. Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica, 1984.

Fuentes de Variación	G.L.	Flor Fem. días	Flor Masc. días	Altura planta (cm)	Altura Mazorca (cm)	Aspecto Planta	Aspecto Mazorca	Prolif. Mazorca	Mazorca Descub. o/o	Mazorca Podrid. o/o	Plantas Cosechadas	Rendimiento kg/ha
Repeticiones	2	5.33**	1.82 ^{ns}	1431.68	144.07 ^{ns}	0.29 ^{ns}	0.12 ^{ns}	0.26 ^{ns}	1.23 ^{ns}	1.66*	0.04 ^{ns}	12.09**
Tratamientos	35	7.62**	12.17**	257.96 ^{ns}	188.33 ^{ns}	0.34*	0.29*	0.12 ^{ns}	0.75 ^{ns}	0.47	0.01 ^{ns}	0.94 ^{ns}
Bloques	15	1.30**	0.75 ^{ns}	455.95 ^{ns}	456.95 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.12 ^{ns}	0.65 ^{ns}	0.51	0.01 ^{ns}	0.58 ^{ns}
Error	55	0.48	0.82	299.27	189.25	0.19	0.17	0.11	0.74	0.44	0.01	0.71
Media		71.41	60.71	174.57	76.51	3.69	3.10	1.36	6.85	6.98	42.70	6.69
C.V. (o/o)		0.98	1.49	9.79	17.98	11.84	13.17	24.85	12.60	9.54	0.28	12.61

ns — No significativo

* — Significativo al 0.05o/o

** — Significativo al 0.01o/o

Rendimiento en kg/ha al 15o/o de humedad

M50/4

Cuadro 3 Principales características consideradas para la selección de las ocho líneas S1 de mayor aptitud combinatoria general. Prueba de aptitud combinatoria general de líneas S1 de alta calidad proteica. Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, Costa Rica. 1984.

Genealogía	VARIABLES			
	Rendimiento TM/ha	Mazorcas Descub. (o/o)	Mazorcas Podridas (o/o)	Dureza endospermo
White 121 x BD2	7.43	3.66	4.33	3 Semidentado
Salaboni (*)	7.39	10.66	8.66	2 Cristalino Semi-Cristalino
Diamantes 8043*	7.33	10.33	11.00	3 Semi-cristalino Semidentado
Blanco Dentado 2 **	7.33	3.33	5.33	2 Semi-cristalino
Tuxpeño Caribe 49xBD2	7.16	5.66	6.00	3 Semidentado
White 125 x BD2	7.10	6.00	4.66	3 Semi-cristalino Semidentado
White Flint MCP **	7.09	9.00	6.00	2 Cristalino Semi-dentado
White 85 x BD2	7.00	3.33	5.00	3 Semidentado Semi-cristalino
Mezcla Tropical 35 x BD 2	7.00	6.00	5.00	3 Semidentado
Tuxpeño 1-15 x BD2	6.83	6.33	6.33	2 Semicristalino
White 68 x BD2	6.81	6.66	6.00	2 Semicristalino
Tuxpeño 1-16 x BD2	6.78	5.66	3.66	3 Semidentado
Blanco Dentado 1**	6.64	13.33	8.00	3 Semidentado Semicristalino

* Testigo maíz normal

** Testigo de maíz de alta calidad proteica (MCP)

En general los mestizos presentaron mejor cobertura de mazorca que los cultivares testigo, a excepción del cultivar Blanco Dentado 2 que presentó un 3.33o/o de mazorcas descubiertas (Cuadro 3).

Con respecto al porcentaje de mazorcas podridas (Cuadro 2), los mestizos Tuxpeño 1-16 x BD2 y White 121 x BD2 presentaron la menor pudrición de mazorca (3.66 y 4.33o/o respectivamente). El probador Blanco Dentado 2, nuevamente manifestó ser una variedad al presentar mejor porcentaje de pudrición (5.33o/o) con respecto a los cultivares Blanco Dentado 1 MCP, Salaboni y Diamantes 8043 las cuales presentaron porcentajes de pudrición de 8.00; 8.66 y 11.00o/o.

Los mestizos Tuxpeño 1-15 x BD2 y White 68 x BD2 presentaron apariencia de endosperma semicristalina. Los demás mestizos seleccionados presentaron una dureza de endosperma que varía entre semicristalino y semidentado. El probador Blanco Dentado 2, presentó un endosperma semicristalino, característica que semeja esta variedad a las variedades normales y de ahí una mayor posibilidad de aceptación por parte de los agricultores.

El mestizo White 121 x BD2 mostró un porcentaje de heterosis de 101.36 (Cuadro 4), superando así a la variedad Blanco Dentado 2.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1. La población White (pool 40) de maíz de alta calidad proteica presentó la cantidad de líneas con buena aptitud combinatoria general.*
- 2. Todas las poblaciones de maíz de alta calidad proteica presentaron por lo menos un mestizo a excepción de la Población La Posta.*
- 3. Se recomienda incluir el cultivo de alta calidad proteica Blanco Dentado 2 en las pruebas regionales debido a sus altos rendimientos.*
- 4. Existen ocho líneas de maíz de alta calidad proteica que pueden ser utilizadas para determinar aptitud combinatoria específica.*
- 5. Se recomienda la formación de un híbrido línea x variedad, con base en White 121 x Blanco Dentado 2, las cuales están en proceso de multiplicación de semillas.*
- 6. Se recomienda evaluar la dureza de endosperma en las líneas de maíz de alta calidad proteica que se van a utilizar en las pruebas de aptitud combinatoria específica.*

Cuadro 4 *Vigor híbrido (o/o) en relación al progenitor masculino (variedad Blanco Dentado-2) para cada uno de los ocho mestizos seleccionados. Prueba de aptitud combinatoria general en maíz de alta calidad proteica. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Alajuela, Costa Rica. 1984*

<i>Genealogía</i>	<i>Rendimiento TM/ha</i>	<i>Heterosis P.M. (o/o)</i>
<i>White 121 x BD2</i>	<i>7.43</i>	<i>101.36</i>
<i>Tuxpeño Caribe 49 x BD2</i>	<i>7.16</i>	<i>97.68</i>
<i>White 125 x BD2</i>	<i>7.10</i>	<i>96.86</i>
<i>White 85 x BD2</i>	<i>7.00</i>	<i>95.49</i>
<i>Mezcla Tropical 35 x BD2</i>	<i>7.00</i>	<i>95.49</i>
<i>Tuxpeño 1-15 x BD2</i>	<i>6.83</i>	<i>93.18</i>
<i>White 68 x BD2</i>	<i>6.81</i>	<i>92.91</i>
<i>Tuxpeño 1-16 x BD2</i>	<i>6.78</i>	<i>92.50</i>

$$* \quad o/o \ H = \frac{F1 \times 1000}{P.M.}$$

o/o H — *Heterosis en porcentaje*

F1 — *Rendimiento Cruza F1*

P.M. — *Progenitor de mayor rendimiento involucrado en el cruzamiento*

BIBLIOGRAFIA

- ¹*Centro Internacional de Agricultura Tropical. Sistemas de producción de maíz. Informe Anual 1971. Cali, Colombia, 1972. 213 pp.*
- ²*PERRIN, R.K. et al. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Folleto Informativo No. 27. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1976. pp 4-6.*
- ³*PEHLMAN, J.M. Mejoramiento Genético de las cosechas. México, Limusa 1974. pp 275-282.*
- ⁴*SALAS, C. Mejoramiento genético con maíces de alto contenido proteico. Estación Experimental Fabio Baudrit. Informe Anual de Labores. 1980. Alajuela, Costa Rica, 1981. pp 95-99.*
- ⁵*VILLEGAS, E. y S. Vasal, Progresos en el Mejoramiento de maíz con calidad nutritiva de proteína. En Programa Cooperativo para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. XXVII Reunión Anual. República Dominicana, 1981. 30 pp.*

ENSAYO REGIONAL DE RENDIMIENTO CON VARIEDADES COMERCIALES
Y EXPERIMENTALES DE MAIZ*

Daniel Pérez **
Andrés González ***
Raúl González ****
Omar Alfaro *****
Alfonso Alvarado *****

ANTECEDENTES

El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, viene desarrollando un programa en fincas de productores y Campos Experimentales de las áreas maiceras de la región de Azuero. La misma está dirigida al desarrollo de tecnología adecuada para aumentar la producción y la productividad de la región.

El programa desarrollado durante 1984, comprendió aspectos de mejoramiento genético, estudios sobre niveles de fertilización, control de malezas, densidades de siembras, comparación de "O" labranza o labranza de conservación versus labranza convencional y parcelas demostrativas.

En la prueba regional de 1983, se encontró que existían diferencias altamente significativas entre localidades, lo cual está relacionado con los contrastes observados en los ambientes bajo estudio. Los tratamientos más sobresalientes en cuanto a rendimiento fueron los híbridos X-304C y X-306B.

Para el año de 1984 fueron incluidas en la prueba regional, las variedades de híbridos sobresalientes de 1983 y material genético promisorio para observar el comportamiento agronómico de los mismos.

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

** Agr. Investigador Programa de Maíz, IDIAP-Panamá

*** Agr. Investigador Programa de Maíz, IDIAP-Panamá

**** Ing. Agr. Investigador Programa de Maíz, IDIAP-Panamá

***** Ing. Agr. Investigador Programa de Maíz, IDIAP-Panamá

***** Ing. Agr. Jefe del Programa de Maíz, IDIAP-Panamá

MATERIALES Y METODOS

Un total de 15 variedades, incluyendo seis híbridos, cinco variedades normales, tres variedades de alta calidad de proteína y un híbrido intervarietal fueron sembrados como parte de los ensayos regionales, en 11 localidades del área de Azuero y el Campo Experimental de Río Hato.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, parcelas de cuatro surcos de 5 m con un área efectiva de 8.25 m. Se tomaron datos de rendimiento, días a flor, altura de planta y mazorca, acame de raíz y tallo, número de plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, porcentaje de pudrición de mazorca, porcentaje de achaparramiento y cobertura de mazorca.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se observan las medias de las principales características agronómicas evaluadas en la prueba regional en el Campo Experimental de Guararé. Se puede apreciar que los rendimientos más sobresalientes fueron obtenidos con los híbridos experimentales XOMO3 y P-3204, superando así al híbrido X-304C de distribución comercial en el área. La variedad Across 7728, que se siembra comercialmente en el área superó en rendimiento al resto de las variedades de polinización abierta. Las variedades de alta calidad proteica, fueron las más afectadas por achaparramiento y Puccinia, lo cual se refleja en sus rendimientos bajos.

En el Cuadro 2, se presentan los resultados obtenidos en el Campo Experimental de Río Hato. Los tratamientos más sobresalientes en cuanto a rendimiento fueron los híbridos P-3204, X-304C, XOMO3 y X-3094. Las variedades de polinización abierta Across 8027, Guararé 8128 y Tocumen 7428, superaron ligeramente en rendimiento al híbrido comercial X-306B. Una mayor incidencia de achaparramiento se observó en la variedad Across 8027, Amarillo Dentado ACP, Población 66 y Across 7728. En el mismo cuadro se puede observar que en términos generales las variedades de polinización abierta tienen mejor cobertura de mazorca.

En el Cuadro 3, aparecen los rendimientos individuales de los tratamientos por localidad y el promedio a través de localidades, así como el rendimiento promedio de cada localidad. De la misma se deduce que en promedio, los híbridos superaron en rendimiento a las variedades de polinización abierta, sobresaliendo entre los híbridos el XOMO3, X-304C y el X-3094. Las variedades Guararé 8128, Pichilingue 7928 y Across 8027, no difieren en rendimiento.

Los rendimientos más altos se obtuvieron en campos de productores ubicados en Santo Domingo y Playa El Jobo, mientras que los rendimientos más bajos fueron obtenidos en Las Guabas y San José.

Cuadro 1 Características agronómicas y rendimiento de grano en kg/ha al 15o/o de humedad de variedades e híbridos de maíz de la prueba regional. Guararé, 1984-B.

Variedades	Rendimiento kg/ha	Días flor	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Acame Tallo o/o	Plantas Cosech.	Mazorcas Cosechadas	Pudric. Mazorca	o/o de Achapa- rramiento	Calificación Puccinia*
XOMO3	6388	59	238	129	1.2	43.0	43.0	10.5	8.8	2.0
P-3204	5758	59	239	122	0.0	42.0	42.8	14.0	7.9	3.0
X-304C	5188	58	233	114	2.4	41.0	42.0	15.5	8.5	3.0
X-3094	4994	57	219	116	3.5	43.0	42.5	16.5	8.8	3.0
X-306B	4958	61	234	122	1.3	40.0	39.3	16.0	7.0	3.0
X-5800	4945	60	237	117	1.9	41.5	40.5	9.9	6.9	3.0
Across 7728	4752	58	228	116	2.4	42.0	40.0	15.0	8.3	3.0
Pichilingue 7928	4570	58	214	108	1.9	42.5	39.0	16.7	11.3	3.0
Across 8027	4436	58	221	118	4.6	42.8	41.3	18.9	7.7	3.3
Tocumen 7428	4279	60	227	121	2.4	41.5	38.0	11.8	8.7	2.8
Guararé 8128	4073	58	225	115	4.9	41.0	41.5	16.2	8.5	3.5
UNP 1	3951	61	208	100	6.7	41.5	40.5	24.0	7.2	3.0
Población 66	3903	54	216	109	3.5	42.5	41.5	24.1	23.5	3.5
Amarillo Dentado ACP	3321	55	196	99	1.9	42.3	29.8	23.4	10.2	4.0
Amarillo Cristalino ACP	2800	54	198	96	6.5	43.3	36.8	23.9	7.6	4.3

* Reacción a enfermedades. Calificación 1-5:

- 1 - Tolerante
- 2 - Susceptible

Cuadro 2 Características agronómicas y rendimiento de granos en kg/ha al 15o/o de humedad de variedades e híbridos de maíz incluidos en la prueba regional. Río Hato, 1984-B.

Variedad	Rendimiento Kg/ha	Días a flor	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Acame Raíz o/o	Acame Tallo o/o	Plantas Cosech. Cosechadas	Mazorcas Cosechadas	Pudr. Maz. o/o	o/o de Achapa- ramiento	Enfer. Puccia nia	Cob. Mazorca
P-3204	5285	54	231	128	12.6	40.0	40.0	40.0	12.0	5.4	3.0	4.0
X-304C	5103	55	231	117	13.4	24.4	41.0	36.0	10.5	2.4	3.3	7.3
XOMO3	5030	57	237	128	8.3	47.9	42.3	38.0	6.3	4.3	2.3	7.8
X-3094	4958	55	228	126	7.8	26.7	42.3	40.0	8.8	3.1	3.0	3.8
X-5800	4455	56	238	130	3.4	24.1	43.5	39.8	10.8	5.0	2.8	7.0
Across 8027	4097	54	217	117	3.0	35.1	43.0	38.5	8.6	15.0	3.3	4.0
Guararé 8128	3915	56	215	112	1.1	22.6	44.3	40.8	6.9	7.9	2.8	2.8
Tocumen 7428	3915	57	224	129	6.4	24.6	43.8	37.5	8.0	8.0	2.8	1.3
X306-B	3891	57	244	141	27.8	23.0	42.5	35.5	7.9	2.4	2.8	4.0
Amarillo Den- tado ACP	3806	55	195	95	2.4	10.1	42.5	39.3	15.3	11.8	2.5	8.8
Pichilingue 7928	3782	57	211	107	2.3	19.0	43.5	39.3	8.9	8.7	2.5	3.3
Población 66	3685	53	198	102	5.8	21.6	43.0	37.8	13.2	12.3	3.0	3.3
UNP-1	3552	58	216	114	3.1	16.5	42.3	38.0	10.0	5.9	2.3	1.3
Across 7728	3382	58	213	120	2.3	17.3	43.3	37.0	10.8	11.5	2.5	3.0
Amarillo Den- tado ACP	3115	55	190	95	2.3	17.3	43.0	38.5	8.0	8.0	3.0	3.8

* Reacción a enfermedades. Calificación de 1-5; 1: Tolerante; 2: Susceptible

** Número de plantas por parcela, con mala cobertura de mazorca

Cuadro 3 Rendimiento promedio de variedades e híbridos comerciales y experimentales de maíz de 12 localidades de Panamá (TM/ha al 15o/o de humedad). Panamá 1984-B

Variedad	*Río Hato	Playa El Jobo	Santo Domingo	San José	*Guararé	Monagruillo	La Huaca	La Pasera	El Guásimo	Parita	Parita	Las Guabas	\bar{X}
XOMO3	5.0	7.8	9.8	5.1	6.4	4.4	6.2	5.9	5.0	6.4	5.5	4.0	6.0
X-304C	5.1	6.3	8.9	5.1	5.2	6.1	6.0	6.8	4.7	6.8	5.3	3.9	5.9
X-3094	5.0	7.5	8.4	6.4	5.0	5.1	6.0	5.9	4.5	5.7	5.1	4.5	5.8
P-3204	5.3	7.0	8.4	4.4	5.8	5.5	5.7	5.5	4.9	6.1	5.3	3.5	5.6
X-5800	4.5	6.0	7.9	4.4	4.9	6.6	6.0	6.0	3.7	5.8	4.8	3.6	5.4
X-306B	3.9	5.9	8.1	4.9	5.0	5.8	5.6	5.8	3.8	4.7	5.4	2.8	5.1
Guararé 8128	3.9	6.1	6.8	3.3	4.1	4.8	5.2	5.2	3.7	5.1	5.7	3.2	4.8
Pichilingue 7928	3.8	6.0	6.4	4.1	4.6	4.3	4.9	4.9	4.1	5.7	5.7	2.9	4.8
Across 8027	4.1	6.1	5.6	3.5	4.4	4.8	4.9	5.2	4.3	4.9	4.9	3.6	4.7
UNP-1	3.6	5.5	6.9	2.3	4.0	4.6	4.9	5.5	4.4	5.3	4.8	3.5	4.6
Across 7728	3.4	4.9	6.0	3.2	4.8	5.1	4.6	4.8	3.6	4.7	5.0	3.3	4.5
Tocumen 7428	3.9	5.4	5.7	2.7	4.3	4.6	4.8	5.3	3.2	5.0	4.9	2.9	4.4
Población 66	3.7	5.7	5.8	3.1	3.9	4.5	4.3	4.7	3.8	4.6	4.1	2.8	4.3
Amarillo Dentado ACP	3.8	5.1	4.2	2.1	3.3	4.6	4.5	4.5	4.1	4.7	5.0	3.4	4.1
Amarillo Cristalino ACP	3.1	5.1	4.3	2.0	2.8	4.7	4.9	4.4	3.4	4.0	4.5	3.0	3.9
\bar{X}	4.1	6.0	6.9	3.8	4.6	5.0	5.2	5.4	4.1	5.3	5.1	3.4	4.9

(*) Campos Experimentales

M51/5

-120-

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Recomendar para las siembras comerciales de 1985, los híbridos amarillos XOMO3 y X-304C, la variedad Guararé 8128 y el híbrido intervarietal UNP-1.

Continuar con la generación y evaluación de nuevos materiales genéticos que en el futuro puedan competir favorablemente con los híbridos comerciales que anualmente se importan.

EXPERIENCIAS EN SIEMBRA MECANIZADA Y MANUAL BAJO EL SISTEMA
DE "O" LABRANZA, AZUERO*

Raúl González**
Andrés González***
Alfonso Alvarado****

ANTECEDENTES

La tecnología de "O" labranza ha venido siendo practicada por nuestros antepasados desde hace muchos siglos. Aún en el presente, este sistema es empleado por muchos agricultores que siembran maíz, especialmente en aquellas áreas marginadas.

En los últimos años se han suscitado adelantos científicos significativos en la metodología de "O" labranza, en tal forma que los países más desarrollados han incrementado la superficie de siembra con dicho sistema.

En Panamá, desde hace aproximadamente 10 años, se iniciaron en campos experimentales trabajos sobre el sistema de siembra sin preparar el suelo. Estos se realizaron en la Estación Experimental de Tocumen en 1975. Posteriormente en el área de Caisán, se realizaron trabajos similares (1978). Los resultados obtenidos a través de tres años de investigación fueron tan halagadores, que en la actualidad el método ha sido adoptado por productores de maíz y frijol.

En la península de Azuero, que se caracteriza por una escasa y errática precipitación pluvial, por poseer suelos con topografía irregular cuya pendiente oscila entre 8 y 30o/o se iniciaron en 1981 trabajos sobre comparación de la labranza convencional versus "O" labranza, las que se realizaban en fincas de productores.

En 1984, se repitieron trabajos similares, además se dieron los primeros pasos para adquirir experiencias en la siembra mecanizada sin labrar el suelo.

* Trabajo presentado en la XXXI Reunión Anual del Pccmca, San Pedro Sula, Honduras, del 16-19 de marzo de 1985.

** Ing. Agr. Investigador del Programa de Maíz, IDIAP, Panamá.

*** Agr. Investigador del Programa de Maíz, IDIAP, Panamá.

**** Ing. Agr. Jefe del Programa de Maíz, IDIAP, Panamá.

MATERIALES Y METODOS

En las parcelas de comparación de sistemas de labranza, se sembraron 25 surcos de 10 m de largo, separados a .75 cm entre hilera y 2 plantas cada 50 cm. La fertilización consistió en la aplicación de 4 quintales de 15-30-8 al momento de la siembra y 4 quintales de Urea 30 días después. Para el control de las malezas en el caso de labranza convencional, se usó Gesaprim 80W a razón de 2.5 kg/ha. Para el otro caso fue necesaria la aplicación de un quemante (Gramoxone) previo a la siembra y posteriormente aplicación de Gesaprim 80W.

En la parcela de "O" labranza mecanizada, previo a la siembra se realizó una labor de chapeo, posteriormente se aplicó la mezcla de Gesaprim 80W a razón de 2.5 kg más 2 litros de Gramoxone por hectárea. La fertilización fue igual al que se utilizó en las parcelas antes mencionadas. La variedad Across 7728 de distribución comercial en el área se usó en las siembras.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se presentan los resultados obtenidos en las cinco localidades en las que se hicieron las comparaciones de sistemas de labranza.

En el mismo se puede apreciar lo siguiente: En la variable rendimiento, no se aprecian diferencias en las localidades de Parita (Marcel Quintero). Las Jaguas y Monagrillo; sin embargo, se observan diferencias en rendimiento en Parita (Rodrigo Jiménez), a favor de labranza convencional. En el caso particular las localidades de Parita (Rodrigo Jiménez) y, Las Jaguas, las diferencias en el número de plantas y mazorcas cosechadas se deben al daño de insectos del suelo y baja precipitación inicial respectivamente. En la localidad de Parita (Rodrigo Jiménez) los bajos rendimientos y reducción en la altura de la planta y la mazorca se debieron a que la siembra se realizó un poco tarde y además de una escasa precipitación durante el ciclo de cultivo. En todas las localidades estudiadas se observó que hay mayor tendencia al Acame de raíz y de tallo en las siembras bajo el sistema de labranza convencional.

Las siembras mecanizadas bajo el sistema de "O" labranza se realizaron en las localidades de Parita y La Cocobola mediante la colaboración de productores. En la localidad de Parita, el rendimiento se estimó de dos formas: mediante la cosecha de cuatro parcelas al año de cuatro surcos de 10 m de largo dentro de la parcela y cosechando toda la parcela (1/2 hectárea). En el primer caso, el rendimiento fue equivalente a 65 quintales/ha y en el otro a 63. En la parcela de la Cocobola el rendimiento obtenido fue de 75 quintales/ha.

Cuadro 1 Rendimiento en kg/ha y características agronómicas en cinco localidades al comparar dos sistemas de labranza. Panamá 1984 B.

Labranza	Rendimiento kg/ha	Días flor	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Acame Raíz o/o	Acame Tallo o/o	Plantas cosechadas	Mazorcas cosechadas
<i>Localidad: Parita</i>								
<i>Productor: Marcel Quintero</i>								
Labranza "O"	4639	56	234	131	0.2	24.9	833	840
Labranza Convencional	4589	56	240	138	4.7	29.9	899	867
<i>Localidad: Parita</i>								
<i>Productor: Rodrigo Jiménez</i>								
Labranza "O"	2021	56	175	75	0.0	12.4	784	654
Labranza Convencional	3129	56	190	92	3.1	20.6	994	786
<i>Localidad: Las Jaguas</i>								
<i>Productor: Pastor García</i>								
Labranza "O"	4871	56	236	139	2.8	27.0	1165	956
Labranza Convencional	4695	56	250	144	5.1	39.4	880	768
<i>Localidad: Santo Domingo</i>								
Labranza "O"	4827	53	246	141	0.0	6.9	144	165
Labranza Convencional	4459	53	244	140	0.0	38.8	143	158
<i>Localidad: Monagrillo</i>								
Labranza "O"	2670							
Labranza Convencional	2742							
<hr/>								
\bar{X} Rendimiento "O" Labranza								- 3806
kg/ha Labranza Convencional								- 3923

MS2/3

- 124 -

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos bajo el sistema de "O" labranza, sembrando en forma manual y mecanizada, al ser comparadas con la siembra convencional fueron muy halagadores. En el área existente una tremenda expectativa por la nueva metodología, por las ventajas que ofrece al reducir los costos de producción y otros aspecto importante es que reduce drásticamente la erosión del suelo.

Definitivamente que tenemos que aprender mucho sobre este sistema para aumentar la eficiencia del mismo. Para lograr este objetivo en 1985, se intensificarán los trabajos de "O" labranza mecanizada, en diversas áreas con diferentes condiciones de topografía, precipitación y tipo de suelo.

POSIBILIDADES PARA UNA MEJOR UTILIZACION DE VARIEDADES
DE MAIZ EN HONDURAS*

Julio Romero**

RESUMEN

Con el objeto de investigar las posibilidades para una mejor utilización de potencialidades genéticas en la producción del maíz, durante 1984 se inició un ensayo uniforme en cinco localidades de Honduras, incluyendo 25 variedades e híbridos comerciales y con posibilidades de difusión. La información aunque muy preliminar, permite la posibilidad de discontinuar dos variedades excesivamente altas y vulnerables al acame y de una tercera de mal cobertura de mazorca y de ese modo concentrar esfuerzos en la producción de dos pero no más de tres variedades de polinización libre. En cuanto a híbridos, se ofrecen alternativas a los usuarios para una mejor escogencia de tipos comerciales. Nuevos datos a obtenerse durante 1985, serán de gran utilidad en este campo.

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

** Agrónomo Fitomejorador, Secretaría de Recursos Naturales, Estación Experimental Omonita, Honduras, C.A.

INTRODUCCION

En adición a que las casas comerciales constantemente están poniendo a la venta nuevos tipos con nuevas potencialidades, bajo un sistema de producción de semillas mayormente estatal y basado en variedades de polinización libre, la producción del maíz en Honduras tradicionalmente ha dependido de la introducción de variedades, mismas que después de algún tipo de pruebas han recibido un nombre local para luego convertirse en variedades comerciales. Ejemplos de ello son Serena Amarillo, derivativa de la población 28, Guaymas B-101, derivativas de la población 22, Honduras Planta Baja y Guayape B-102, derivativas de la Posta o Población 43 y también Sintético Tuxpeño, variedad consanguínea de esta última población.

Si bien esas introducciones han tenido sus méritos, la excesiva proliferación de tipos en el canal de producción y venta de semillas, sumado ésto al deficiente manejo de la semilla básica y a la no actualización de las potencialidades de esas introducciones, ha traído problemas de contaminación, de vaguedad en las recomendaciones y amén de otros problemas más de dilución de esfuerzos. Es pues de urgente necesidad determinar en forma crítica el valor agronómico de esas potencialidades para concentrar esfuerzos en unas pocas de ellas. Con ese fin durante 1984 se inició una serie de ensayos uniformes a lo cual se refiere este escrito.

MATERIALES Y METODOS

A partir de 1984, se inició una prueba uniforme incluyendo un testigo local, 13 variedades de polinización libre de las cuales cinco son comerciales y 11 híbridos. El ensayo se condujo de Primera y estuvo localizado en las estaciones experimentales de Omonita, Olancho, Danlí, Comayagua y la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. El ensayo consistió de un bloque al azar con cuatro repeticiones y parcelas efectivas de 8.8 a 9.2 m². Los datos de cosecha fueron ajustados por fallas estandarizadas al 80o/o de desgrane y al 12o/o de humedad del grano.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1, contiene la información global del ensayo y en los Cuadros 2, 3, y 4 se presenta en forma respectiva la información más pertinente sobre variedades de polinización libre, híbridos blancos y variedades e híbridos amarillos.

Cuadro 1 Comportamiento de variedades comerciales y experimentales en cinco ensayos uniformes conducidos en Omonita, Olancha, Danlí, Comayagua y El Zamorano. 1984 - Primera.

Variedad	Altura Planta (m)	Altura Mazorca (m)	Acame Raíz o/o	Acame Tallo o/o	Acame R + T	Mal Cobert. o/o a/	Mazorca Podrida o/o a/	Materia Seca o/o	Rendimiento TM/ha
<u>Variedades Comerciales</u>									
Planta Baja	2.50 eg	1.48 df	9.8 cf	4.6 cg	16.7 dh	9.2 dh	4.5 ac	79.1 df	6.271 ae
Guaymas B-101	2.97 a	1.83 a	30.3 ab	9.3 ac	47.0 a	9.0 dh	6.8 ac	79.1 cf	6.241 ae
Guayape B-102	2.72 bc	1.64 ad	15.8 af	6.2 ag	27.5 ag	24.3 ab	4.2 ac	79.2 cf	6.182 bf
Sintético Tuxpeño	3.00 a	1.87 ab	31.3 a	8.9 af	46.7 ab	4.6 gh	4.1 ac	79.2 cf	5.993 bf
Serena Amarilla	2.63 bf	1.54 cf	18.9 ac	7.1 ag	23.7 ag	12.5 bh	6.1 ac	79.9 ae	5.663 df
Guatemala Mejorado	2.57 dg	1.57 ce	16.6 ae	10.6 ad	38.4 ac	13.7 bg	5.8 ac	80.3 ac	5.362 f
<u>Nuevas Variedades</u>									
Sintético II	2.84 ab	1.71 bc	15.3 af	5.0 bg	24.2 ag	8.7 dh	5.0 ac	79.5 af	6.645 ac
LM 7843-I	2.56 dg	1.50 df	3.2 f	4.0 dg	7.5 h	9.5 dh	4.3 ac	79.6 af	6.367 ae
Guaymas II	2.53 dg	1.47 df	18.1 ad	7.3 ag	31.3 af	9.7 ch	5.7 ac	79.3 cf	6.150 af
Sintético III	2.84 ab	1.69 c	17.1 ae	10.4 ad	31.3 af	7.9 eh	7.7 ab	79.4 bf	5.996 bf
Nutridia	2.34 gh	1.27 g	6.5 cf	2.7 fg	10.9 gh	22.2 ad	5.8 ac	80.1 ae	5.925 cf
Honduras B-104	2.01 i	0.99 h	3.9 df	2.0 g	7.3 h	16.1 af	5.1 ac	80.7 a	5.609 ef
<u>Híbridos Comerciales</u>									
Dekalb B-666	2.73 bd	1.63 cd	6.0 cf	4.0 dg	13.0 fh	4.7 fh	3.5 c	79.7 af	6.893 a
ICTA HB-83	2.46 fh	1.39 fg	6.2 cf	3.3 eg	12.4 gh	23.7 ac	5.1 ac	79.6 af	6.380 ae
El Salvador E-5	2.71 bc	1.62 ce	13.2 af	4.9 bg	22.9 bg	3.2 h	3.6 c	80.6 ab	6.298 ae
Pioneer 3204	2.39 gh	1.28 g	12.7 af	13.9 a	34.7 ad	31.2 a	5.2 ac	79.3 cf	6.104 af
Pioneer 5065A	2.52 dh	1.50 df	5.3 cf	8.4 af	17.4 ch	14.1 bg	4.9 ac	80.1 ad	5.640 ef
<u>Nuevos Híbridos</u>									
Honduras H-27	2.59 cg	1.51 df	8.0 cf	4.1 dg	12.9 fh	7.8 eh	3.3 c	79.9 ae	6.804 ab
Hondureño 159x100	2.54 dg	1.47 df	11.1 bf	2.2 g	13.1 eh	11.3 bh	3.8 c	79.5 bf	6.792 ac
Hondureño 2 x 19	2.80 ac	1.69 c	13.0 af	2.1 g	16.8 dh	9.9 bh	4.0 bc	78.6 f	6.533 ad
Hondureño 15 x 15	2.60 cg	1.57 ce	12.4 af	12.7 ab	27.3 ag	7.3 eh	4.9 ac	79.2 cf	6.360 ae
SIATSA H-1	2.62 bf	1.49 ef	16.1 df	8.5 af	33.1 ae	8.4 eh	5.5 ac	79.6 af	6.273 ae
Hondureño 13 x 14	2.73 bd	1.58 ce	17.0 ae	12.0 ac	36.0 ad	18.8 ae	6.5 ac	79.2 cf	6.010 bf
V. Local (Testigo)	2.30 f	1.27 g	3.6 ef	4.5 cg	16.2 dh	10.1 bh	5.8 ac	79.6 af	6.361 ae
PRÓMEDIOS	2.60	1.52	12.0	6.2	22.2	11.8	5.1	79.6	6.193
S X	0.063	0.050	0.635	0.390	0.583	0.405	0.223	0.336	0.252
C.V.	3.39	9.16	47.61	38.69	34.28	36.82	40.97	1.38	11.84

a/ y Símbolos: Igual que en Cuadros anteriores.

Cuadro 2 Comportamiento de seis variedades de polinización libre en cinco ensayos uniformes. Honduras 1984-Primera.

Variedades	Altura Planta (m)	Altura Mazorca (m)	Acame R + T o/o	Mala Cober- tura de maz. o/o	Mazorcas Podridas o/o	Materia Seca o/o	Rendi- miento TM/ha
Sintético Tuxpeño	3.00	1.87	46.7	4.6	4.1	79.2	5.99
Guaymas B-101	2.97	1.89	47.0	9.0	6.8	79.2	6.24
Guayape B-102	2.72	1.63	27.5	24.3	4.2	79.2	6.18
Sintético II	2.84	1.71	24.1	8.7	5.0	79.5	6.64
Honduras Planta Baja	2.50	1.48	16.7	9.2	4.5	79.1	6.27
Guaymas II	2.53	1.47	31.3	9.7	5.7	79.3	6.15
Sint. B-101, B-102 y Sint. II vs HPB + Guaymas II	**	**	*	NS	NS	NS	NS
Sint. + B-101 vs B-102 + Sint. II	**	**	**	**	NS	NS	NS
Sintético Tuxpeño vs Guaymas B-101	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Guayape B-102 vs Sintético II	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS
Hondureño Planta Baja vs Guaymas II	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS — No significativo

* — Significativo a P 0.05

** — Significativo a P 0.01

Cuadro 3 Comportamiento promedio de seis híbridos de maíz en cinco ensayos uniformes. Honduras 1984-Primera.

Híbrido	Altura planta (m)	Altura mazorca (m)	Acame R + T o/o	Mal Cobert. mazorca o/o	Mazorca Podrida o/o	Materia Seca o/o	Rendimiento TM/ha
ICTA HB-83	2.46	1.39	12.4	23.7	5.1	79.6	6.38
Dekalb B-666	2.73	1.63	13.0	4.7	3.5	79.7	6.89
El Salvador H-5	2.71	1.62	22.9	3.2	3.5	80.6	6.29
Pioneer 5067-A	2.52	1.50	17.4	14.1	4.9	80.1	5.64
Honduras H-27	2.59	1.51	13.0	7.8	3.3	79.9	6.80
Honduras Exp. 2 x 19	2.81	1.69	16.8	9.9	4.0	78.6	6.53
<hr/>							
HB-83, B-666, H-5 y 5065-A vs H-27 + 2 x 19	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
H-27 vs 2 x 19	*	*	NS	NS	NS	NS	NS
HB-83 vs B-666 + 5065A + H-5	*	**	NS	**	NS	NS	NS
B-666 vs 5065-A + H-5	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
5065-A vs H-5	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS
B-666 vs H-27 (no ortogonal)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS — No significativo
 * — Significativo a P 0.05
 ** — Significativo a P 0.01

M53/5

— 130 —

Cuadro 4 Comportamiento de dos variedades y tres híbridos amarillos en cinco ensayos uniformes. Honduras 1984, Primera

Variedades	Altura planta (m)	Altura mazorca (m)	Acame R + T o/o	Mal Cobertura mazorca o/o	Mazorca Podrida o/o	Materia Seca o/o	Rendimiento TM/ha
Serena Amarillo	2.63	1.54	23.7	12.5	6.1	79.9	5.66
Guatemala Mejorado	2.57	1.57	38.4	13.7	5.8	80.3	5.36
HIBRIDOS							
Pioneer 5065-A	2.39	1.28	34.7	31.2	5.2	79.3	6.10
Honduras Experimental 15 x 16	2.60	1.57	27.3	7.3	4.9	79.2	6.36
Honduras Experimental 13 x 14	2.73	1.56	36.0	18.8	6.5	79.2	6.01
<hr/>							
Serena + Guatemala Mejorado vs 3204 + 15 x 16 + 13 x 14	NS	NS	NS	NS	NS	**	**
Serena vs Guatemala Mejorado 3204 vs 15 x 16 + 13 x 14	**	**	NS	**	NS	NS	NS
15 x 16 vs 13 x 14	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS

NS — No significativo
 * — Significativo a P 0.05
 ** — Significativo a P 0.01

VARIETADES DE POLINIZACION LIBRE

De la comparación de Sintético Tuxpeño, Guaymas B-101, Guayape B-102 y Honduras Planta Baja contra las versiones mejoradas Sintético II y Guaymas II, se infiere que las variedades de este grupo no difirieron estadísticamente en rendimiento, períodos de maduración, ni en pudrición del grano; sin embargo, Sintético Tuxpeño y Guaymas B-101 se comportaron muy altas y vulnerables al acame (Cuadro 2). También Guayape B-102, calificó muy pobre en cobertura de mazorca (24.3o/o) razón por la cual ésta y las dos primeras deberían ser descontinuadas. Resulta así que SINTETICO II, GUAYMAS II y Honduras Planta Baja son buenos prospectos comerciales; sin embargo, en función de origen Sintético Tuxpeño II y Honduras Planta Baja son las mismas variedades con la ventaja para la primera que su población parental Sintético Tuxpeño, a través de 24 años de cultivo ha demostrado extraordinaria adaptación a las zonas tropicales de Honduras. En resumen, se puede tentativamente concluir que la máxima utilización de esfuerzos y potencialidades genéticas en relación a variedades de polinización libre, resultaría de la multiplicación de Sintético II y Guaymas II.

HIBRIDOS COMERCIALES

La información más relevante de este grupo concierne a los híbridos comerciales Dekalb B-666, El Salvador H-5, ICTA HB-83 y Pioneer 5065-A comprados a Honduras H-27 y al híbrido experimental Honduras 2 x 19. Los seis híbridos promediaron similares en rendimiento, precocidad y en pudrición del grano; sin embargo, en cuanto a alturas, Honduras Exp. 2 x 19 promedió muy alto; Dekalb B-666 y El Salvador H-5, fueron algo altos; Pioneer 5065A y Honduras H-27 se comportaron intermedios e ICTA HB-83 calificó bajo; también ICTA HB-83 y Pioneer 5065-A mostraron defectos de mal cobertura de mazorca. La información preliminarmente permite concluir que a excepción de 2 x 19, que debería ser descontinuado, los cinco híbridos restantes son en general buenos y la selección de uno u otro dependerá de preferencias, disponibilidad de semilla y en general de factores de manejo.

VARIETADES AMARILLAS

*Este grupo incluyó dos variedades de polinización libre, SERENA AMARILLO y GUATEMALA MEJORADO y tres híbridos uno comercial (Pioneer 3204) y dos experimentales (Honduras 13 x 14 y 15 x 16) *Las variedades no difirieron entre sí pero promediaron ligeramente más precoces pero a su vez menos productivas que los híbridos (Cuadro 4). En la parte de los híbridos, éstos se comportaron bastante similar a las variedades y las diferencias más notables entre ellos relacionaron mal cobertura de mazorca en Pioneer 3204 y Honduras Experimental 13 x 14, este último, debería ser descontinuado.*

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo la naturaleza preliminar de los datos, conclusiones y recomendaciones también preliminares han sido dadas en cada grupo, siendo las principales de ellas, discontinuar Sintético Tuxpeño, Guaymas B-101, Guayape B-102, Honduras Experimental 2 x 19 y Honduras Experimental 13 x 14 y concentrar esfuerzos en Sintético Tuxpeño II y Guaymas II. La continuación de estas pruebas, permitirá recomendaciones más precisas.

EVALUACION DE CRUZAS ENTRE POBLACIONES DE MAIZ (*Zea mays* L.)

TROPICALES Y TEMPLADAS*

Miguel Angel Gutierrez**
 Hernán Cortez Mendoza***
 Jorge Durón Ibarra****

RESUMEN

Este trabajo está orientado a buscar la manera más eficiente en el aprovechamiento de poblaciones mejoradas de maíz y la posible utilización de la heterosis entre poblaciones de diferente origen. Con este objetivo se realizó un trabajo con el fin de evaluar el comportamiento de cruzas entre poblaciones de maíz tropicales desarrolladas por el CIMMYT, INIA y UAAAN y las poblaciones BS13(S) C3 (grano dentado) y el compuesto Lancaster (grano cristalino) de la faja maicera de los Estados Unidos. El comportamiento heterótico entre estas dos poblaciones es ampliamente conocido. En 1982, se evaluaron 48 cruzas derivadas de 24 poblaciones de maíz en combinación con las poblaciones BS13(S) C3 y el compuesto Lancaster en cinco localidades del trópico seco mexicano.

Los resultados indican que en general las poblaciones se comportaron mejor en combinación con BS13(S) C3 que con el compuesto Lancaster. También se observó una clara tendencia de parte de las poblaciones con grano cristalino a combinar mejor con BS13(S) C3; en las cruzas con el compuesto Lancaster no fue posible diferenciar el comportamiento de las poblaciones dentadas de las cristalinas. En general, las cruzas mostraron una excelente estabilidad del rendimiento, debido probablemente a la contribución del germoplasma del CIMMYT cuyo proceso de selección involucra la evaluación de poblaciones a través de un amplio rango de ambientes.

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

** Ing. Agr. Técnico Asociado a la Unidad de Respaldo, Programa de Maíz, CIMMYT.

*** Gerente de Investigación, Pioneer de México.

**** Estudiante del Colegio de Graduados de la UAAAN, Saltillo Coahuila, México.

INTRODUCCION

El éxito de cualquier programa de mejoramiento genético de maíz depende de muchos factores, pero uno de los más importantes radica en la selección del germoplasma más adecuado a utilizar de acuerdo a los objetivos que se pretendan lograr. Lo ideal para un programa de mejoramiento genético de maíz que contemple metas a corto y mediano plazo, es identificar el germoplasma que muestre la mayor capacidad de producción (dentro de un rango dado), varianza genética y que exhiban heterosis al cruzarse entre ellos.

En México los mejoradores de maíz tienen acceso a un amplio rango de germoplasma, sin embargo mucho de éste no ha sido sometido a un proceso de selección para elevar el nivel de comportamiento que se requiere actualmente en la agricultura moderna.

Recientemente el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Paliwal y Sprague 1981) ha desarrollado un gran número de germoplasma mejorado para el Trópico, en base a la formación, desarrollo y mejoramiento inicial de complejos germoplásmicos, con énfasis en la combinación de atributos deseables de diferentes regiones ecológicas, sin considerar su origen racial o patrón heterótico. También se hacen esfuerzos para desarrollar variedades de alto rendimiento y amplia adaptación, en base a la evaluación de progenies de hermanos completos en un amplio rango de ambientes, en los cuales variedades experimentales son desarrolladas en base a la información obtenida localmente y a través de localidades.

El procedimiento de CIMMYT, capitaliza los efectos de heterosis intrapoblacional y ha sido exitoso para la obtención de variedades de polinización libre y de buenos híbridos. Sin embargo, si se quiere capitalizar los efectos heteróticos entre estas poblaciones mejoradas es necesario conocer su patrón heterótico. Una de las formas mediante la cual se puede obtener el patrón heterótico de un material, es cruzándolo con algún material de patrón heterótico conocido, con esta información los materiales pueden ser clasificados y más tarde integrados en el compuesto heterótico apropiado.

En la faja maicera de los Estados Unidos es ampliamente conocido el patrón heterótico que exhiben las poblaciones BS13(SC3 y el compuesto Lancaster (por ejemplo la línea B-73 derivada de BS13(S)C3 y Mo 17 del compuesto Lancaster, constituyen una cruce simple ampliamente usada en la faja maicera), por esta razón estas dos poblaciones fueron utilizadas como probadores de las poblaciones tropicales para cumplir con los siguientes objetivos:

- 1. Evaluar el comportamiento de germoplasma de la faja maicera de los Estados Unidos en combinación con poblaciones tropicales, para el aprovechamiento de genes de rendimiento, precocidad, calidad de tallo, etc., acumulados durante su proceso de selección.*

2. *En base a la información obtenida, formar dos compuestos, germoplásmicos donde se podrá iniciar un programa de selección interpoblacional después de su adecuada recombinación.*

REVISION DE LITERATURA

La hibridación ha sido uno de los métodos de mejoramiento que más se han empleado para aumentar la capacidad de rendimiento en maíz. La obtención de híbridos intervarietales proporcionó la primera información sobre heterosis y estimuló la producción de maíz híbrido como se conoce desde 1920 (Sprague y Eberhart, 1977). Una amplia revisión de la historia del maíz híbrido ha sido dada por Hallauer y Miranda 1981; Sprague y Eberhart, 1977; y otros.

Russell (1974) y Duvick (1977) ofrecen evidencias de que los métodos de pedigree-hibridación han sido muy efectivos en desarrollar líneas para la formación de híbridos que respondan a los cambios rápidos de tecnología. Ambos autores concluyen que en cuatro décadas después que se liberaron los primeros híbridos la contribución de mejoramiento genético al incremento en la producción fue de un 60o/o del total.

Esta estrategia de mejoramiento ha sido cuestionada no porque no sea efectiva (ya se vieron evidencias de lo contrario) sino porque se duda que en el futuro se pueda mantener las mismas tasas de ganancia si se utilizan prácticamente las mismas bases genéticas (Jenkins, 1978).

Originalmente los métodos de selección recurrente fueron diseñados para mejorar las fuentes germoplásmicas que podían utilizarse para la extracción de líneas endogámicas (Hallauer y Miranda, 1981). Varias metodologías de selección recurrente han sido utilizadas y los resultados empíricos demuestran que han sido efectivas para el mejoramiento de poblaciones y que además pueden incrementar las oportunidades de obtener mejores líneas para la producción de híbridos (Sprague y Eberhart, 1977; Hallauer y Miranda 1981). Los métodos de selección recurrente cumplen con los objetivos de largo plazo pero también son efectivos para cumplir con los de corto plazo. Para una máxima eficiencia es altamente recomendable integrar los métodos de pedigree con los de selección recurrente. Las progenies superiores se recombinarán para formar la población mejorada, pero al mismo tiempo son candidatas a intervenir en cruas de prueba en el programa de hibridación.

La información de la evaluación de variedades per se y en cruas varietales es de gran importancia para que el mejorador pueda tomar la decisión de que población o poblaciones elegir para un programa de hibridación, selección recurrente intra o interpoblacional o para la formación de complejos germoplásmicos a usarse en el futuro como poblaciones base de mejoramiento.

Wellhausen et al (1952) indicaron que la información de la heterosis es una herramienta valiosa para la clasificación de germoplasma con fines de mejoramiento. La manifestación de la heterosis depende de la diferencia en frecuencia génica y del grado de dominancia que exprese la característica en los progenitores que intervienen en la cruce (Falconer, 1960). La heterosis es el mejor parámetro para estimar la divergencia genética entre poblaciones.

Richey (1922) indicó que se exhibía una mayor heterosis en cruces varietales con tipos de endospermo extremos; por ejemplo: La heterosis entre variedades cristalinas y harinosas y/o dentadas fue mayor que en cruces entre variedades dentadas.

Wellhausen (1965) reporta que maíces cubanos cristalinos combinan bien con maíces dentados especialmente tuxpeños.

El establecimiento de patrones heteróticos entre variedades tiene implicaciones importantes en la selección de líneas endocriadas como progenitores potenciales de híbridos, una de las primeras consideraciones que los mejoradores prácticos de maíz generalmente hacen para la determinación de cruces a producir entre un grupo de líneas élite es el origen parental de las mismas. Si se conocen los orígenes de las líneas endocriadas se pueden producir las cruces lógicas, basadas en el patrón heterótico de las poblaciones progenitoras (Hallauer 1981).

Ejemplos para determinar el patrón heterótico de variedades y la importancia de la diversidad genética en la manifestación de la heterosis fueron reportados por Moll et al (1962), Moll et al (1965) y Tsotsis (1972).

Varios investigadores (Hallauer y Sears, 1969, Eberhart 1971, Darrah et al, 1972) han demostrado con resultados teóricos y empíricos que cuando se integran varias variedades de rendimiento similares en un complejo, la media de rendimiento de éste es mayor que el promedio de las variedades progenitoras.

Darrah et al (1972) reportó que una cruce entre una variedad local de Kenya y una variedad (Exótica) de América del Sur (Ecuador) fue superior a la mejor variedad local. Similarmente Paterniani (1970) indica que una cruce intervarietal y una cruce de prueba con germoplasma del Caribe y Tuxpeño de México, rindió más que la cruce doble local H6999B.

La prueba de comportamiento de variedades cuando se analizan en forma convencional ofrecen información sobre la interacción genotipo-ambiente, pero no dan una idea de la estabilidad de las variedades evaluadas

Sprague y Jenkins (1943) y Allard (1961) citados por Córdova (1978), coinciden en que la mayor diversidad genética dota a las poblaciones de mayor estabilidad que las hace idóneas utilizarse también en ambientes desfavorables.

Con el fin de estudiar el comportamiento individual de variedades a través de localidades Finlay y Wilkinson (1963) desarrollaron un análisis de regresión para subdividir la interacción genotipo x ambiente en parámetros que describen la estabilidad del rendimiento de variedades.

Eberhart y Russel (1966) presentaron otro modelo para determinar la estabilidad de variedades de maíz a través de cambios ambientales, ellos definen una variedad estable como aquella con media de rendimiento alta, respuesta a índices ambientales de B-1.0 y con desviaciones de regresión tan pequeña como sea posible.

MATERIALES Y METODOS

El material genético utilizado en este trabajo incluye 20 poblaciones desarrolladas por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y sus colaboradores, dos variedades de polinización libre desarrolladas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y dos poblaciones desarrolladas en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Estas 24 poblaciones fueron cruzadas con los probadores BS13(S)C3 y el compuesto Lancaster de la faja maicera de los Estados Unidos (Cuadro 1).

Las cruzas fueron obtenidas en el Campo Agrícola Experimental del INIA en Tancasneque, Tamaulipas durante el invierno de 1980-1981, las cruzas fueron producidas en dos lotes aislados, donde se sembraron las 24 poblaciones como hembras y las dos poblaciones de los Estados Unidos como macho en cada lote respectivamente.

Las cruzas de pruebas obtenidas se evaluaron en dos series de experimentos en 1982. La primer serie de experimentos fueron conducidos en Río Bravo, Tamps., Las Adjuntas, Tamps., Anahuac, N.L. y Río Verde, S.L.P. Estos experimentos incluyeron las 48 cruzas de prueba, un híbrido testigo y las poblaciones BS13(S)C3 y el compuesto Lancaster en forma per se. El diseño experimental utilizado fue un látice simple 7x7 con las poblaciones BS13(S)C3 y el compuesto Lancaster incluidos al azar entre los sub-bloques. El tamaño de parcelas experimentales fue de un surco de 4 m de largo y 0.8 m de ancho.

La segunda serie de experimento incluyó las 48 cruzas de prueba, las poblaciones BS13(S)C3 y el compuesto Lancaster en forma per se y 31 testigos. Las localidades de evaluación fueron Río Bravo, Tamps. (segunda fecha de siembra), Las Adjuntas, Tamps. (segunda fecha de siembra), Tancasneque, Tamps. y Río Verde, S.L.P. (segunda fecha de siembra). El diseño experimental fue de un látice simple 9x9. El tamaño de parcela experimental fue de dos surcos de 4 m de largo y 0.8 m de ancho. La densidad fue de 62,500 plantas por hectárea en ambas series de experimentos. En todos los experimentos se tomaron los siguientes datos: Rendimiento (10 plantas con competencia completa, para expresarlo en TM/ha al 15.5o/o de humedad a la cosecha, número de días a la floración masculina, altura de mazorca (cm, medido desde la base de la planta hasta

el nudo donde se inserta la mazorca principal) y número de mazorcas por planta (número de mazorcas por parcela dividido entre el número de plantas).

Debido a que se tuvieron problemas de parcelas perdidas, se analizó la variable rendimiento en forma individual y combinada como bloques al azar. Se obtuvieron también los efectos aptitud combinatoria general (gi) y específica (Sij) de las poblaciones y probadores (información proporcionada por el Dr. Manuel Oyervides). Con el propósito de estudiar mejor el comportamiento de cada una de las cruzas de prueba en los ambientes de evaluación se realizó un análisis de estabilidad para rendimiento bajo el modelo propuesto por Eberhart y Russell (solamente se incluyeron 43 cruzas de prueba).

Cuadro 1 Poblaciones de maíz tropicales que se cruzaron con las poblaciones de la faja maicera de los Estados Unidos, BS13(S)C3 y el compuesto Lancaster en el Campo Agrícola de Tancasneque, Tamps. 1980.

Población	Origen
Poza Rica 7822	CIMMYT
Poza Rica 7843	CIMMYT
Across 7832	CIMMYT
Across 7729	CIMMYT
Across 7734	CIMMYT
Across 7642	CIMMYT
Across 7644	CIMMYT
Tuxpeño Planta Baja C-17	CIMMYT
ETO Blanco Selección EF	CIMMYT
P.P.M.G.	CIMMYT
(Mix. 1 x Col Gpo 1) ETO	CIMMYT
Tuxpeño Caribe -1	CIMMYT
Tuxpeño Caribe -2	CIMMYT
Braquítico	CIMMYT
Blanco Cristalino	CIMMYT
Tuxpeño P.B. x ETO P.B.	CIMMYT
AED x Tuxpeño	CIMMYT
Pool-19	CIMMYT
Pool-20	CIMMYT
V-401	INIA
V-402	INIA
SSE (MH) B C3	UAAAN
SSE (MH) A C3	UAAAN

RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis de varianza individuales detectaron diferencias significativas entre tratamientos para rendimiento en todos los experimentos, excepto para el de Las Adjuntas, Tamps. (segunda fecha de siembra). En el análisis de varianza combinado la fuente de variación para tratamientos fue también significativa. Para la interacción de tratamientos por localidades también se detectaron diferencias significativas.

La media de rendimiento estimada de ocho experimentos y un total de 16 repeticiones que incluye cinco localidades (dos experimentos en tres de ellas) para la cruzas de pruebas con BS13(S)C3 y el compuesto Lancaster se presentan en el Cuadro 2. En promedio las cruzas de prueba con BS13(S)C3 rindieron significativamente más que las cruzas de prueba con el compuesto Lancaster. En días a flor, altura de mazorca, por ciento de humedad y mazorcas por planta en promedio, las cruzas fueron aproximadamente igual para ambos probadores (Cuadro 3). Dentro de las cruzas con BS13(S)C3 hubo 12 que rindieron estadísticamente más que el resto y dentro de las cruzas con el compuesto Lancaster hubo 18 cruzas que rindieron más que las restantes. Fueron 13 las poblaciones que mostraron diferencias significativas (todas a favor de BS13(S)C3) en rendimiento cuando se compararon de acuerdo a los dos probadores. Estas diferencias reales comprueban la superioridad de BS13(S)C3 sobre el compuesto Lancaster en combinación con las poblaciones estudiadas, consecuentemente se podría pensar que la primera población posee una mayor frecuencia de genes de rendimiento y mayor divergencia genética con las poblaciones estudiadas. Algunas cruzas de prueba fueron estadísticamente más rendidoras que los testigos a través de los ambientes de evaluación (Cuadro 2). Las diferencias entre BS13(S)C3 y el compuesto Lancaster en forma per se no fueron significativas. Los dos grupos de cruzas de prueba rindieron significativamente más que sus respectivos probadores, esta respuesta fue la esperada debido a que los probadores fueron desarrollados en un ambiente muy diferente a donde las cruzas de prueba fueron conducidas.

De las poblaciones que rindieron significativamente más con el probador BS13(S)C3, la mayoría son cristalinas o cristalinas dentadas (Mix. 1 x Col. Gpo. 1) ETO, Across 7832, Tuxpeño Caribe 1, Tuxpeño Caribe 2 y Blanco Cristalino. Las poblaciones dentadas sobresalientes con BS13(S)C3 fueron Poza Rica 7822, Boanco Dentado 2 y Across 7644. Con el compuesto Lancaster casi todas (18) rindieron igual sin mucha diferenciación entre las dentadas y cristalinas.

Las estimaciones de aptitud combinatoria general (g_i) y específica (S_{ij}) con sus correspondientes errores estandar son presentados en el Cuadro 4. Las poblaciones que tuvieron los mayores efectos de aptitud combinatoria general fueron Across 7832 (germoplasma ETO, CIMMYT; 1983), Across 7729 (germoplasma de Tuxpeño y ETO, CIMMYT; 1983), Mix. 1 x Col. Gpo. 1) ETO, Poza Rica 7822 (Tuxpeño ETO-germoplasma del Caribe Centro América, CIMMYT; 1983) y Poza Rica 7843 (germoplasma de Tuxpeño, CIMMYT; 1983). En base a la magnitud relativa de la aptitud combinatoria

específica, las mejores cruzas con BS13(S)C3 fueron Tuxpeño Caribe 1, Tuxpeño Caribe 2, (Mix. 1 x Col. Gpo. 1) ETO y PPMG (selección para planta pequeña y mazorca grande), con el compuesto Lancaster fueron Across 7734 (germoplasma subtropical de amplia base genética, CIMMYT; 1983), Braquítico, Across 7642 (germoplasma ETO x Illinois, CIMMYT; 1983), y V-401, sin embargo, todas las estimaciones de Sij fueron no significativas.

Cuadro 2 Medias de rendimiento de 24 poblaciones tropicales en combinación con las poblaciones BS13(S)C3 y el compuesto Lancaster en ocho localidades de México, 1982.

Población	BS13(S)C3	Compuesto	Combinado
	Rendimiento	Lancaster	Rendimiento
	TM/ha	TM/ha	TM/ha
Poza Rica 7822	7.86 (4) #	6.76 (5)	7.31 (4)
Poza Rica 7843	7.40 (11)	6.96 (3)	7.18 (5)
Across 7832	8.10 (2)	6.86 (4)	7.48 (1)
Across 7729	7.76 (5)	7.02 (1)	7.39 (2)
Across 7734	6.61 (23)	6.73 (6)	6.67 (16)
Across 7642	6.58 (24)	6.55 (10)	6.58 (22)
Across 7644	7.49 (9)	6.53 (12)	7.02 (7)
Tuxpeño Planta Baja C-17	7.21 (13)	6.10 (18)	6.66 (17)
ETO Blanco Sel. E y F	7.21 (14)	6.07 (19)	6.64 (19)
P.P.M.G.	7.44 (10)	6.06 (20)	6.75 (14)
Mix 1 x Col Gpo 1)	8.10 (1)	6.68 (8)	7.39 (3)
ETO			
Tuxpeño Caribe 1	7.91 (3)	6.03 (21)	6.97 (10)
Tuxpeño Caribe 2	7.70 (6)	5.87 (23)	6.78 (12)
Braquítico	6.93 (18)	7.00 (2)	6.96 (11)
Blanco Cristalino	7.70 (7)	6.53 (13)	7.11 (6)
Tuxpeño P.B. x ETO PB	6.89 (20)	6.87 (14)	6.63 (20)
V-401+	6.70 (22)	6.60 (9)	6.65 (18)
V-402+	7.06 (15)	6.27 (16)	6.67 (15)
AED x Tuxpeño	7.01 (16)	6.22 (17)	6.62 (21)
SSE (MH)B C3 \$	6.70 (21)	5.48 (24)	6.09 (24)
SSE (MH) A C3\$	6.90 (19)	5.88 (22)	6.39 (23)
Pool 19	7.30 (12)	6.70 (7)	7.00 (8)
Pool 20	6.98 (17)	6.54 (11)	6.76 (13)
Blanco Dentado 2	7.60 (8)	6.37 (15)	6.99 (9)
Media de las cruzas de prueba	7.30	6.42	6.86
Poblaciones de E. U. per se	2.68	3.74	3.21
TESTIGOS			
DMS (0.05)	0.85	0.85	0.60
C.V. (o/o)			18.18

El número entre paréntesis indica el orden relativo

+ Poblaciones desarrolladas por INIA

\$ Poblaciones desarrolladas UAAAN.

Cuadro 3 Media de cinco características agronómicas de los probadores BS13(S)C3 y el Compuesto Lancaster per se y en cruzas de prueba con 24 poblaciones de México, 1982.

Entradas	GRANO		Días flor	Altura de mazorca (cm)	Mazorcas por planta No.
	Rendim. TM/ha	Humedad o/o			
BS13(S)C3	2.69	13.0	66	70	0.75
Compuesto Lancaster	3.74	12.9	63	80	0.86
Cruzas de Prueba con BS13(S)C3	7.30	15.4	64	93	0.96
Cruzas de prueba con el Compuesto Lancaster	6.42	15.0	64	93	0.94
Testigos híbridos	6.59	16.9	68	118	0.95

Cuadro 4 Efectos de aptitud combinatoria general y específica para cruzas de prueba de 24 poblaciones tropicales en combinación con las poblaciones BS13(S)C3 y el compuesto Lancaster de Estados Unidos en ocho localidades de México, 1982.

Población	Sij #		gi + 0.22\$
	BS13(S)C3	Comp. Lancaster	
Poza Rica 7822	0.11	- 0.11	0.45
Poza Rica 7843	- 0.22	0.22	0.32
Across 7832	0.18	- 0.18	0.62
Across 7729	- 0.07	0.07	0.53
Across 7734	- 0.50	0.50	- 0.19
Across 7642	- 0.41	0.41	- 0.28
Across 7644	0.04	- 0.04	0.16
Tuxpeño Planta Baja C-17	0.11	- 0.11	- 0.20
ETO Blanco Selección E. F.	0.13	- 0.13	- 0.22
P.P.M.G.	0.25	- 0.25	- 0.11
(Mix 1 x Col. Gpo 1) ETO	0.27	- 0.27	0.53
Tuxpeño Caribe 1	0.50	- 0.50	0.11
Tuxpeño Caribe 2	0.48	- 0.48	- 0.08
Braquítico	- 0.47	0.47	0.10
Blanco Cristalino	0.15	- 0.15	0.25
Tuxpeño PB x ETO PB	- 0.18	0.18	- 0.23
V-401	- 0.39	0.39	- 0.21
V-402	- 0.04	0.04	- 0.19
AED x Tuxpeño	- 0.04	0.04	- 0.24
SSE (MH) B C3	0.17	- 0.17	- 0.77
SSE (MH) A C3	0.07	- 0.07	- 0.47
Pool 19	- 0.14	0.14	0.14
Pool 20	- 0.22	0.22	- 0.10
Blanco Dentado 2	0.17	- 0.17	0.13

Efectos de aptitud combinatoria específica con error estandar de 0.38

& Efectos de aptitud combinatoria general

Con el fin de estudiar mejor el comportamiento de cada una de las cruzas de prueba en los ambientes de evaluación se corrió un análisis de estabilidad para rendimiento. El cuadrado medio de cruzas fue altamente significativo lo que demuestra que hubo diferencias genéticas reales entre las medias de rendimiento de las cruzas de prueba con los dos probadores. De este análisis también se concluye que hubo consistencia entre las diferencias de media de rendimiento de las cruzas de prueba de localidad a localidad, ya que la interacción de cruzas por ambientes no fue significativa, esto es importante porque comprueba que el material evaluado posee un amplio rango de adaptación debido a esto quizá a la contribución del germoplasma de CIMMYT que involucra la evaluación de poblaciones a través de un amplio rango de ambientes.

El cuadrado medio de cruzas por ambientes (lineal) resultó no significativo con lo que se concluye que no existen diferencias genéticas entre las cruzas en lo que se refiere a respuesta a cambios de índices ambientales, consecuentemente todos los coeficientes de regresión fueron iguales. Con excepción de una sola cruz a todas las desviaciones de regresión resultaron ser no significativas. Debido a que todos los coeficientes de regresión fueron iguales y a que todas (con excepción de una las desviaciones de regresión resultaron no significativas en las Figuras 1, 2, y 3, se presentan solamente algunas respuestas).

En la Figura 1 tenemos las respuestas del promedio de todas las cruzas de prueba con los probadores BS13(S)C3 y el Compuesto Lancaster, así como la línea de regresión promedio de todas las cruzas de prueba. Con esta Figura queda evidente la falta de significancia, primero en la interacción de cruzas por ambientes ya que las líneas de regresión de los dos probadores son paralelas y segundo las respuestas son iguales (todos los coeficientes de regresión son iguales). También es notoria la superioridad de la población BS13(S)C3 sobre el compuesto Lancaster a través de todos los ambientes.

En la Figura 2 tenemos las respuestas de las cruzas más sobresalientes con BS13(S)C3 en comparación con la respuesta promedio de todas las cruzas de prueba con el mismo probador. De acuerdo a la definición de Eberhart y Russell (1966) podemos decir que las cruzas de prueba (Mix. 1 x Col. Gpo. 1) ETO, Across 7832 y Poza Rica 7822 con BS13(S)C3 fueron estables o sea que la media de rendimiento fue alta, los coeficientes de regresión fueron de 1.0 (o mayores) y las desviaciones de regresión no fueron significativamente diferentes de cero.

En la Figura 3 se muestra la respuesta de las poblaciones Poza Rica 7843, Poza Rica 7822 y Across 7832 en combinación con el Compuesto Lancaster, así como la línea promedio de todas las cruzas de prueba con este probador. Las cruzas con Poza Rica 7843 y Across 7832 en todos los ambientes estuvieron por arriba de la línea de regresión promedio, los coeficientes de regresión fueron de 1.08 a 1.00 respectivamente y sus desviaciones de regresión no fueron diferentes de 0, por lo tanto son cruzas estables. En cambio la cruz de Poza Rica 7822 aunque tiende a rendir bien en los ambientes más pobres aparentemente no explotó bien los ambientes óptimos (por su coeficiente de regresión de 0.52).

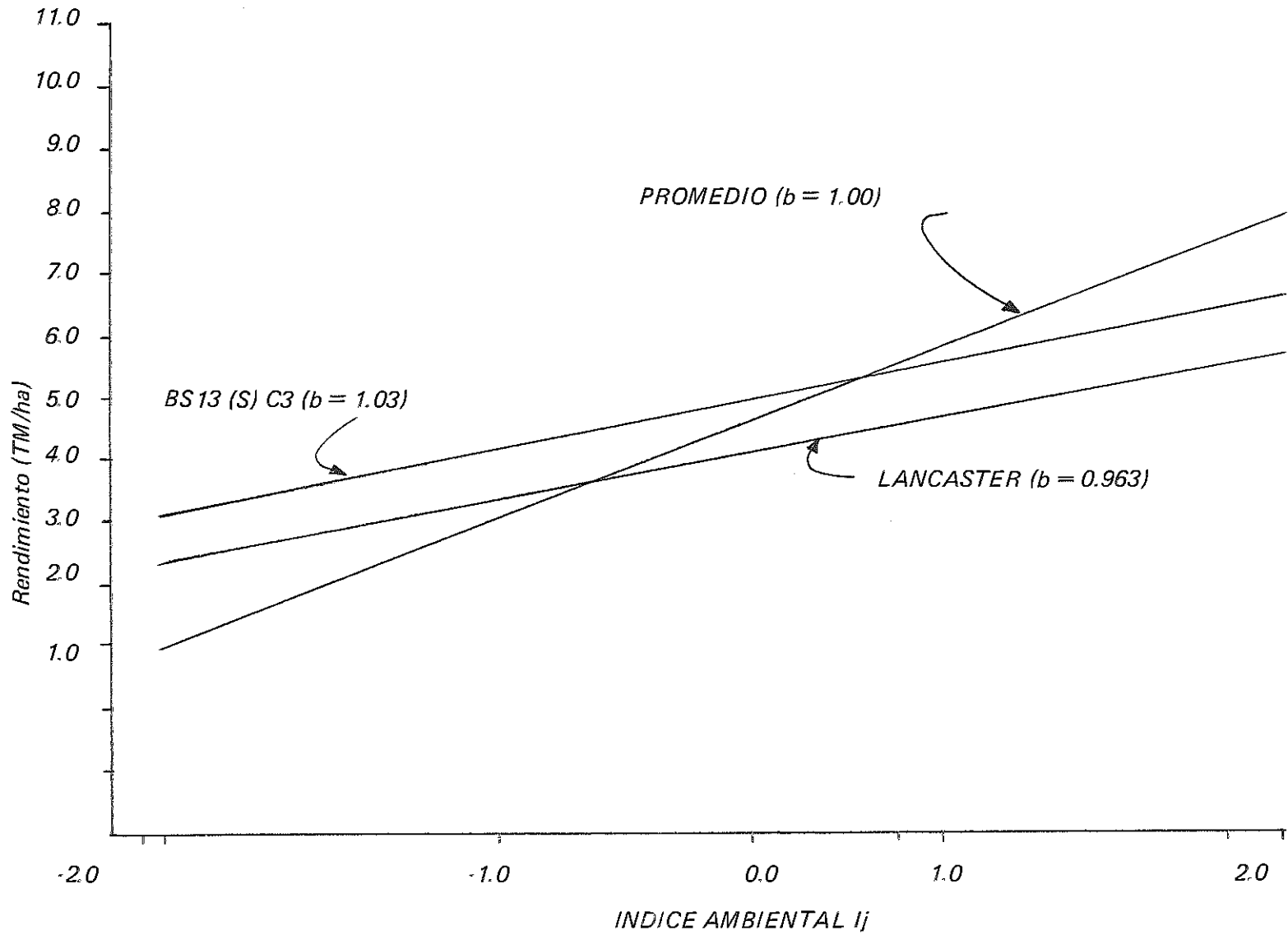


Figura 1 Respuesta promedio de cruzas de prueba usando como probadores las poblaciones BS13(S)C3 y Lancaster de Iowa, USA, en ocho ambientes de trópico seco en 1982.

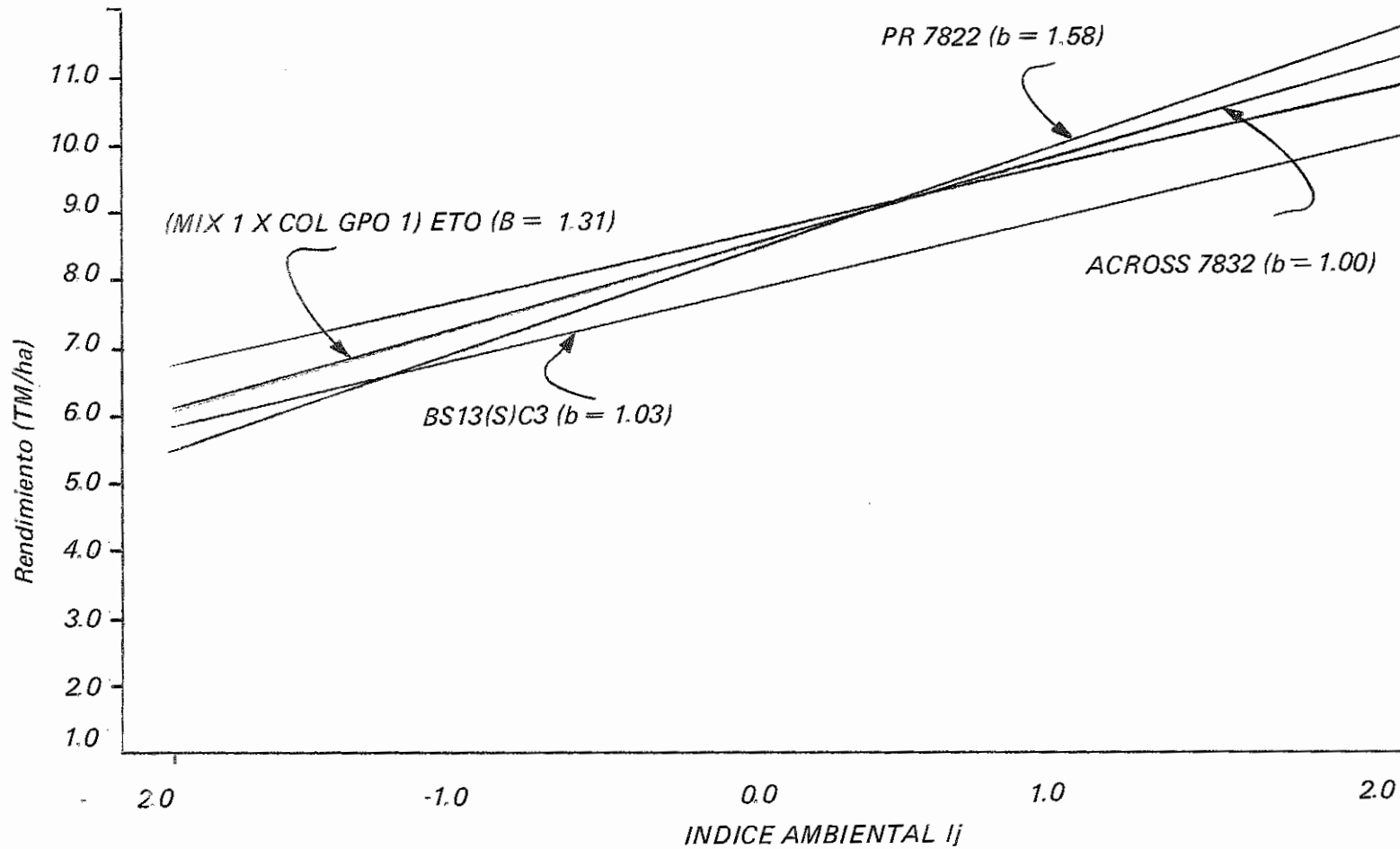


Figura 2 Respuesta de tres cruces de prueba sobresalientes usando como probador la población BS13(S)C3 de Iowa, USA, en ocho ambientes de trópico seco en 1982.

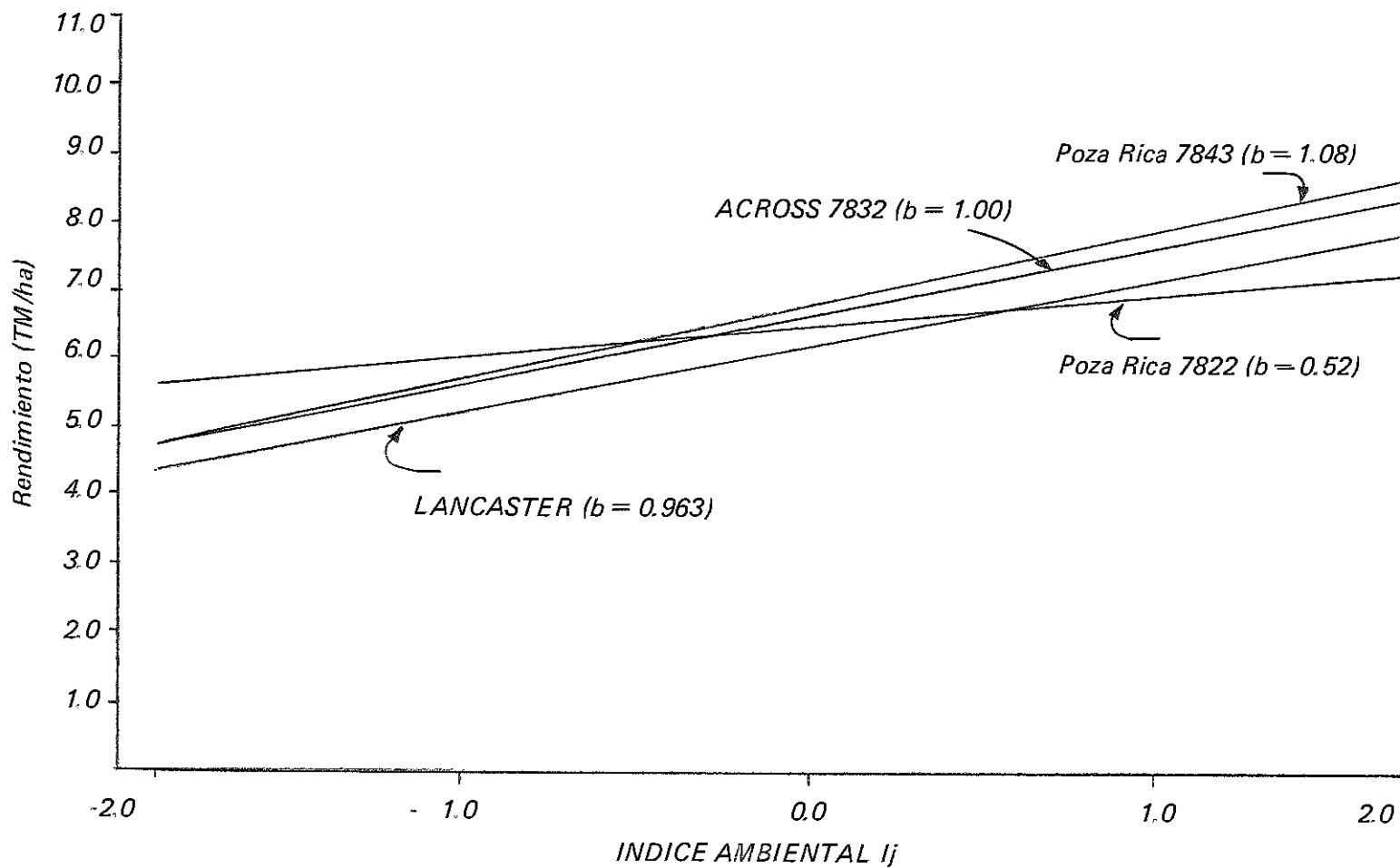


Figura 3 Respuesta de tres cruas de prueba sobresalientes usando como probador la población Lancaster de Iowa, USA, en ocho ambientes de trópico seco en 1982.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio, podemos indicar las siguientes conclusiones:

- 1. Las cruzas de poblaciones tropicales con el probador BS13(S)C3 mostraron ser superiores a las cruzas con el compuesto Lancaster a través de todas las localidades de evaluación, lo que demuestra que posee una mayor frecuencia de genes de rendimiento y aptitud combinatoria.*
- 2. Hubo una tendencia por parte de las poblaciones cristalinas (germoplasma de ETO) a combinar mejor con BS13(S)C3 por ejemplo: Across 7832, (Mix. 1 x Col. Gpo. 1) ETO - Blanco Cristalino, Pool 19, Across 7729, Tuxpeño Caribe 2, también tuvieron un buen comportamiento con BS13(S)C3 las poblaciones dentadas Tuxpeño Caribe 1, Poza Rica 7822 y Blanco Dentado 2.*
- 3. Con respecto al compuesto Lancaster se comportaron igual tanto poblaciones cristalinas como dentadas y no fue posible detectar alguna diferenciación de acuerdo al tipo de endospermo de las poblaciones.*
- 4. En base a los resultados anteriores, a la experiencia e información existe sobre el comportamiento de las poblaciones tropicales y a lo conveniente de mantener los patrones heteróticos que representan por un lado las poblaciones BS13(S)C3 versus Compuesto Lancaster y por el otro las poblaciones Tuxpeño versus ETO, se formaron dos compuestos germoplásmicos con las siguientes poblaciones:*

BS13(S)C3

*Poza Rica 7843
Blanco Dentado 2
Tuxpeño Caribe 2
Across 7729
Pool 20*

COMPUESTO LANCASTER

*(Mix. 1 x Col. Gpo 1) ETO
Across 7832
Blanco Cristalino
ETO Blanco Sel. E y F,
Pool 19*

BIBLIOGRAFIA

- CIMMYT 1983. *CIMMYT's MAIZE PROGRAM: An OVERVIEW International Maize and Wheat Improvement Center México, 1983.*
- Córdova, H.S. 1978. *Uso de parámetros de estabilidad para evaluar el comportamiento de variedades Guatemala, ICTA, 35 p.*
- Darrah, L.L. S.A. Eberhart and L.H. Penny, 1972. *A maize breeding methods study in Kenya Crop. Sci. 12:605-608.*
- Duvick, D.N. 1977. *Genetic rates of gain in hybrid maize yields the past 40 years Maydica 22: 187-196.*
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell, 1966. *Stability parameters for comparing varieties Crop Sci. 6:36-40.*
- Eberhart, S.A. 1971. *Regional maize dialles with U.S. and semi-exotic varieties. Crop Sci. 11:911-914.*
- Falconer, D.S. 1960. *Introduction to Quantitative Genetics Ronald Press, N. Y.*
- Finlay, K.W. and G.N. Wilinon, 1963. *The analysis of adaptation in a plant breeding program. Aug. J. Agric. Res. 14: 742-54.*
- Hallauer, A.R. and J.H. Sears, 1968. *Second phase in the Evaluation of synthetic varieties of maize for yield. Crop Sci. 8:448-451.*
- Hallauer, A.R. and J.B. Miranda, Fo. 1981. *Quantitative Genetics in maize Breeding Iowa State University Press.*
- Jenkins, M. T. 1978. *Breeding during the development and early years of hybrid maize en D.B, Walden C. Ed. Maize Breeding and Genetics John Wiley and Sons, N. Y.*
- Moll, R.H., W.S. Alhuana, and H.F. Robinson, 1962. *Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize crop Sci. 2:197-198.*
- Moll, R.H.; J.H. Lonquist; J. V. Fortuna and E.C. Johnson 1965. *The relation of heterosis and genetic divergence in maize Genetics 52: 139-44.*
- Pandey, S. y G. Granados, 1984. *Mejoramiento de poblaciones a través de ensayos internacionales. Novena Reunión de Maiceros de la Zona Andina, Cali, Colombia, del 4-9 de diciembre de 1984.*

- Paterniani, E. 1970. Heteroze em cruzamentos intervarietals de Milho. Ref. Cient. Inst. Genet. (ESALQ-USP) 11:101-07.*
- Paliwal, R. L. and E. W. Sprague, 1981. Improving adaptation and yield dependability in maize in developing world FAO/SIDA Technical Conference on improved seed production Nairobi, Kenya.*
- Richey, F. D. 1922. The experimental basis for the present status of corn breeding J. Am. Soc. Agron. 14:1-17.*
- Russell, W. A. 1974. Comparative performance for maize hybrids representing different eras of maize breeding Proc. Annu. Corn Sorghum Res Conf. 28:81-101.*
- Sprague, G. F. and S. A. Eberhart, 1977. "Corn Breeding" and Corn Improvement (Ed. G. F. Sprague) American Society of Agronomy, Inc. pp. 305-362.*
- Tsotsis, B. 1972. Objectives of industry breeders to make efficient and significant advances in the future. Proc. Annu. Corn Sorghum. Res. Conf. 27:93-107.*
- Wellhausen, E. J. L. M. Roberts, and E. Hernández. 1952. Races of maize in Mexico Bussey Inst. Harvard Univ. Press Cambridge.*
- Wellhausen, E. J. 1965. Exotic germ plasm for improvement of corn belt maize Proc. Annu. hybrid Corn. Res Conf. 20: 31-45.*

S O R G O

*INTRODUCCION Y ÉVALUACION DE VARIEDADES DE SORGO DE GRANO
PARA CONSUMO HUMANO CON ALTO POTENCIAL DE RENDIMIENTO EN
ZONAS SEMI-ARIDAS NO APTAS PARA EL CULTIVO DE MAIZ
(Proyecto del Departamento de Desarrollo Científico y Tecnológico de
la Secretaría General de la OEA)**

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

R E S U M E N

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 19 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 30o/o y 28o/o 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, San Pedro Sula, Honduras, del 16-19 de abril de 1985.*

*** 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.*

INTRODUCCION

El cultivo de sorgo en El Salvador, está ocupando el segundo lugar dentro de los granos básicos, después del maíz. Generalmente se siembran 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 comúnmente 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 tres 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 era la más importante en este cultivo. La modalidad de siembra es la de asocio con maíz, sin embargo, existe un 30 o/o 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 Córdova 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, pueden tener amortiguamiento, de manera que cada miembro de la población esté 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 heterogéneas.

Ramírez et al (1983) menciona que es muy común que el comportamiento relativo entre genotipos cambie en distintos ambientes y ésto 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 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 variedades estables, variedades que rindan mejor en ambientes desfavorables y variedades que rinden mejor en ambientes buenos; esta clasificación de las variedades es muy importante por permitir que bajo cualquier condición ambiental, dada de acuerdo con los recursos del productor, reditúe ganancias para el mismo.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron ocho variedades élites 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 cuatro repeticiones y ocho 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, sólo se eliminaron las malezas con aplicación del herbicida Gramoxone.

La siembra se realizó en 1984, en época de postera (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 42 kg /ha de nitrógeno en forma de sulfato de amonio.

Se hizo un análisis de varianza por cada localidad. En base a las medias 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 (Bi) y desviaciones de regresión (Sdi²). 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 al 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 $Sd_i^2 = 0$, o sea aquella variedad cuyo rendimiento no varíe en las diferentes localidades (Carballo, 1970).

RESULTADOS Y DISCUSION

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 tres 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 o/o, 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 o/o y 36.13 o/o 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 confiable 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 las otras dos variedades. Aunque la 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 Joppa 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 de 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 las altas desviaciones de regresión hacen inconsistentes sus rendimientos.

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

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F _c	F _t	
					5o/o	1o/o
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				
Int. VxA (Lineal)	7	107.018	15.2883	66.52**	2.04	2.71
Desv. 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	1.14ns	1.69	2.09
ES-782	17	3.615	0.21265	2.78**	1.69	2.09
ES-783	17	1.728	0.10165	1.35ns	1.69	2.09
ISIAP Dorado	17	1.885	0.11088	1.45ns	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.*

Variedad	Rendimiento	Prueba Duncan	B _i Coefic. de Regresión	S _{di} ² Desviación de Regresión
3 E-35-1	2.770	a	1.13089 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 (Sdi^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 o/o	1 o/o
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 (Bi) de ocho variedades de sorgo para consumo humano en 19 localidades. El Salvador, 1984.

No.	Variedad	"T" Calculada	5 o/o	1 o/o
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

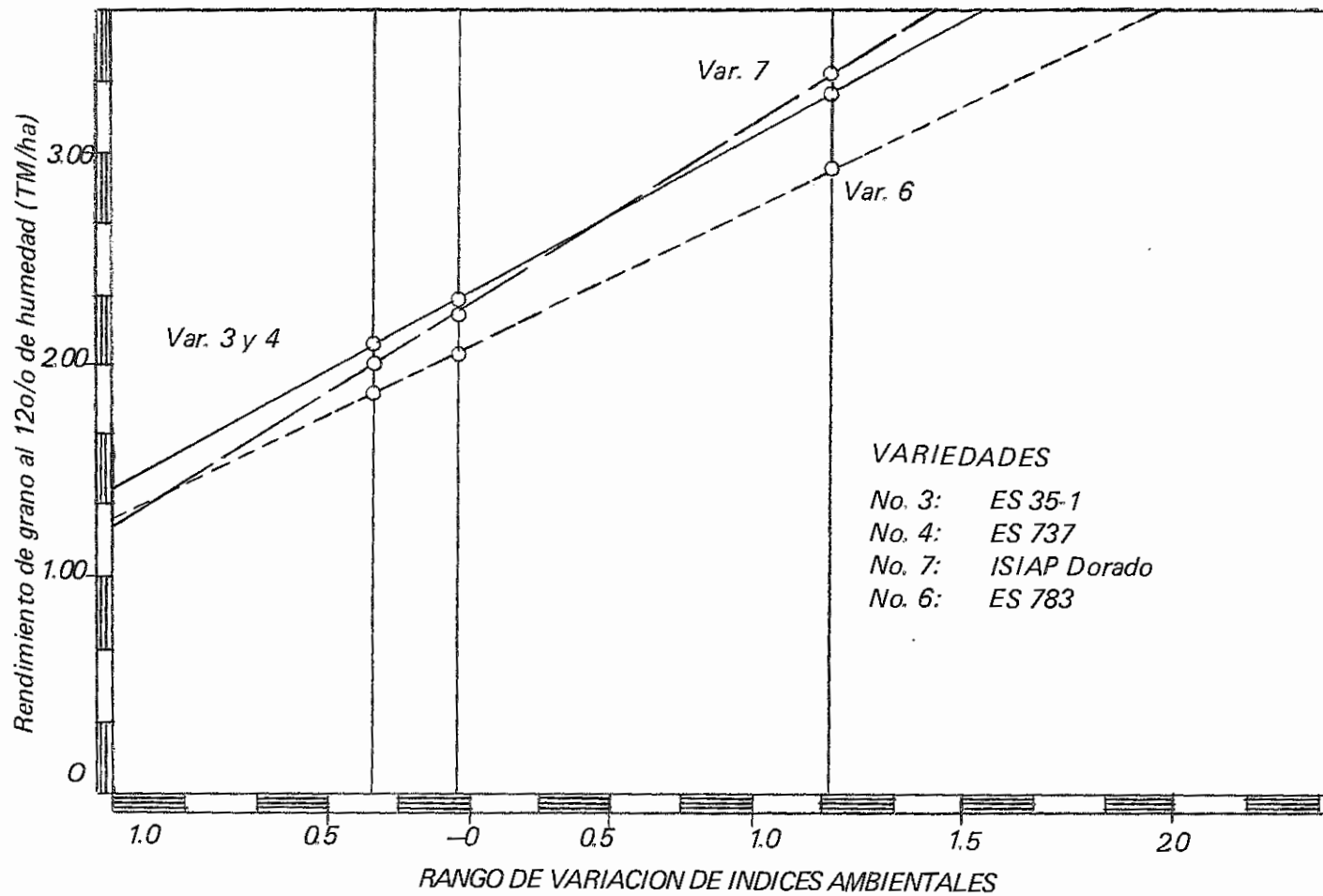


Figura 1 Comportamiento en rendimiento (TM/ha) de cuatro variedades de sorgo de grano para consumo humano en 19 localidades en El Salvador, C.A.

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 rendimiento 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 (OEA) 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.

BIBLIOGRAFIA

Anuario Estadísticos agropecuarios 1983-1984. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Economía Agropecuaria. Parte I: 9-10.

ANGELES 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 Postgraduados, Chapingo, México. p. 66.*

CARBALLO, C.A. 1970. *Comparación de variedades de maíz del bajo y la de Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis M.C. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados.*

CORDOVA, 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 Chimalteango, Guatemala. p. 5*

EBERHART, S.A. and W.A. RUSSELL 1966. *Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6:36-40.*

——— 1969. *Yield and stability for a 10 line diallel of single-cross and double-cross maize hybrids. Crop. Sci. 9:357-361.*

FINLAY, K.W. and G.N. WILKINSON 1963. *The analysis of adaptation in a plant-breeding program. Aust. J. Agr. Res. 14:742-754.*

JOPPA, L. R., K.L. LEBSOCK and BUSH, 1971. *Yield stability of selected spring wheat cultivars (Triticum aestivum L. en Thell) in the uniform regional nor serlie. 1959 to 1969. Crop Sci. 11:238-241.*

MARQUEZ, S.F., 1978. *Selección para parámetros. Avances en la enseñanza y la investigación. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. p. 82.*

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, México. Pág. 1*

RAMIREZ et al 1983. *Estabilidad de diez variedades de sorgo granífero. CATIE e INTSORMIL, Choluteca, Honduras, pág. 1.*

EVALUACION DE ENSAYO REGIONAL DE SORGOS MEJORADOS
EN EL VALLE DE COMAYAGUA, HONDURAS, 1984-B*

Miguel Angel Soler Flores**
Daniel Meckenstock***
Rigoberto Nolasco****

RESUMEN

Un ensayo de sorgo compuesto de 14 materiales promisorios fue establecido en la Estación Experimental de "Playitas, Comayagua" en 1984, con el objetivo de evaluar su comportamiento para rendimiento y resistencia a Cenicilla (Peronosclerespora sorghi).

Los resultados nos demuestran que existieron diferencias estadísticas significativas para bloques y tratamientos al 5o/o de probabilidad (Cuadro 1). Los mejores tratamientos en rendimiento fueron: 83 ISVAT-4, Catracho, Híbrido-478, Haití M62641, Sepon 77, 83 ISVAT-5, y 82 ISVAT-12 con 5.69, 4.63, 4.52, 4.50, 4.49 y 4.46 TM/ha superando a la media general en 28, 25, 16, 4, 2 y 1o/o respectivamente (Cuadro 2). Se comparan como los más resistentes a Cenicilla con cero por ciento (0 o/o) de infestación: 83 ISVAT-4 y Catracho, mientras que los materiales más susceptibles fueron: 82 ISVAT-19, 82 ISVAT-12, Haití M62641, Sepon 77 y W 8310 con 10, 7, 4, 3 y 3o/o de infestación respectivamente.

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

** Ing. Agr. Encargado Regional Proyecto de Sorgo.

*** Dr. Jefe de INTSORMIL, Programa Internacional de Sorgo y Milo.

**** Ing. Agr. Jefe del Proyecto Nacional de Sorgo.

INTRODUCCION

El cultivo de sorgo tiene gran importancia en la agricultura del país. El auge de este cultivo se debe a que la demanda industrial (concentrados) es cada vez mayor, sucediendo lo mismo para aquellas zonas en donde su uso está ligado al consumo humano y animal. Para poder cubrir la creciente demanda de este cultivo, se requiere además de una mayor área cultivable, el uso de variedades con alto potencial en rendimiento. Para lograr lo anterior se hace necesario conocer diversos materiales genéticos ya sean éstos mejorados en el país o introducidos de otros países o de Centros Internacionales. Con este criterio el Programa Nacional de Sorgo e INTSORMIL decidieron instalar en la Estación Experimental "Playitas", Comayagua, un experimento identificado como Ensayo Regional de Sorgos Mejorados.

MATERIALES Y METODOS

En este ensayo se evaluaron 14 materiales promisorios y se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, cada parcela experimental consistió de cuatro surcos de cinco metros de longitud, separados a 0.80 m y entre plantas a 0.10 m, dando aproximadamente un total de 50 plantas por surco.

La preparación del terreno se hizo con maquinaria, se dió una arada y tres pasadas de rastra y el surcado con tractor. La siembra de este ensayo fue realizada el 4 de julio de 1984. La fertilización se realizó al momento de la siembra con 12-24-12 en una preparación de 2 qq/ha; para evitar daño de pájaros se cuidó durante el período comprendido desde la formación de granos hasta la cosecha. De cada parcela se cosecharon los surcos centrales.

RESULTADOS Y DISCUSION

El comportamiento de los mejores materiales está expresado en el Cuadro 2. Analizando dichos datos vemos que el rango de rendimiento osciló entre 5.69 a 3.55 TM/ha. Los materiales que sobresalieron en rendimiento fueron: 83 ISVAT-4, Catracho, Híbrido-478, Haití M62641, Sepon 77, 83 ISVAT-5 y 82 ISVAT-12; reportaron rendimiento de 5.69, 5.58, 5.19, 4.63, 4.52, 4.50, 4.49 y 4.46 TM/ha respectivamente, su comportamiento en base a porcentajes equivale a 28, 25, 16, 4, 2, 1,1 y 1 o/o respectivamente superior a la media general. Los restantes materiales presentaron rendimientos inferiores a la media cuyo rango estuvo contemplado entre 4.35 a 3.55 TM/ha. Considerando el análisis de varianza, vemos que las diferencias entre tratamientos fueron significativas al 5 o/o de probabilidad (Cuadro 2), lo que nos demuestra que las diferencias en rendimiento de los tratamientos fue muy marcada, reflejándonos superioridad de unos materiales con respecto a otros; el coeficiente de variabilidad es bajo (12.9) lo que da confiabilidad a las conclusiones.

Es importante hacer notar que el híbrido llamado Catracho, recientemente liberado por el Programa Nacional, en este ensayo ocupó el segundo lugar en rendimiento (5.58 TM/ha), con 2.5 de desabilidad en escala de 1 a 5 y con cero por ciento de Cenicilla y magnífica apariencia de grano de color blanco (Cuadro 2). En días de campo el Híbrido Catracho causó impacto entre los agricultores de Comayagua, ya que puede ser un material que sirva para tortilla y de gran potencial de rendimiento.

Cuadro 1 Evaluación de ensayo Regional de Sorgos mejorados. Estación experimental Playitas, Comayagua, 1984. Análisis de Varianza.

<i>Fuentes de Variación</i>	<i>G. L.</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>F (5 o/o)</i>	<i>F Tabular</i>
<i>Bloques</i>	<i>2</i>	<i>3.54657619</i>	<i>1.773288095</i>	<i>5.92*</i>	<i>3.37</i>
<i>Tratamientos</i>	<i>13</i>	<i>17.69659048</i>	<i>1.36127619</i>	<i>4.54*</i>	<i>2.10</i>
<i>Error</i>	<i>26</i>	<i>7.78382381</i>	<i>0.2993778388</i>		

F — 4.54
CV 12.32
DMS (0.05)

Cuadro 2 Rendimiento promedio (kg/ha), características agronómicas e incidencia de Cenicilla del Ensayo Regional de Sorgos.

No.	Tratamiento	Rendimiento Promedio de grano TM/ha	Comportamiento respecto a la media	Altura de Planta (cm)	Desabilidad Escala 1-5	Cenicilla o/o	No. de Panojas	Color de grano
1	83 ISVAT-4	5.69	128	188	2.2	0	117	Crema
2	Catracho	5.58	125	218	2.5	0	115	Blanco
3	Híbrido-478	5.19	116	182	1.8	1	95	Rojo
4	Haití M62641	4.63	104	192	3.3	4	81	Blanco
5	Sepon 77	4.52	102	183	2.5	3	108	Crema
6	83 ISVAT-5	4.50	101	233	3.2	0	79	Crema
7	82 ISVAT-12	4.49	101	200	2.9	7	121	Blanco
8	Híbrido-490	4.46	100	172	2.2	2	83	Rojo
9	Olanchano	4.35	98	173	1.6	0	74	Rojo
10	Sureño (82 GWT-210)	4.02	90	183	3.1	2	85	Blanco
11	W 8310	3.94	89	152	2.1	3	105	Crema
12	82 ISVAT-19	3.75	84	177	3.3	10	83	Crema
13	83 GWT-117	3.58	81	182	2.9	2	88	Crema
14	Dorado	3.55	80	148	2.7	1	107	Blanco

F — 4.54
 X — 4.44 TM/ha
 CV — 12.32
 DMS — 0.91

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. *Los materiales genéticos estudiados presentaron comportamientos diferentes existiendo diferencias significativas entre ellos.*
2. *Los materiales sobresalientes en cuanto a rendimiento y resistencia a Cenicilla fueron 83 ISVAT-4 y Catracho.*
3. *Deberá incrementarse semilla de estos materiales para ser evaluados en ensayos de comprobación en fincas de agricultores.*
4. *Deben descartarse de evaluaciones posteriores en el Valle de Comayagua, los materiales 82 ISVAT-19, 82 ISVAT-12 y Haití M62641, por haber presentado los más altos porcentajes de susceptibilidad a Cenicilla.*

LOGROS OBTENIDOS EN LA EVALUACION DE RESISTENCIA
GENETICA A COGOLLERO Y BARRENADOR*

Vartan Guiragossian**
John A. Mihm***

R E S U M E N

Las pérdidas ocasionadas en las cosechas de sorgo en la América Tropical debidas al daño por cogollero, Spodoptera frugiperda y barrenador, Diatraea sp. pueden ser muy altas. Un programa que está en marcha en CIMMYT, México, tiene como finalidad encontrar materiales mediante el método de infestación artificial para desarrollar variedades e híbridos que puedan ser utilizados por los pequeños agricultores. Los resultados indican que el método de selección puede ser utilizado en la identificación de diferencias genéticas en la planta de sorgo respecto al daño de cogollero y barrenador en el campo.

Las observaciones en el campo muestran que la tolerancia es el principal mecanismo de resistencia bajo selección de familias evaluadas. Sin embargo, existen bajos niveles de antibiosis y no-preferencia.

El programa de mejoramiento de sorgo de ICRISAT ha alcanzado progresos significativos con la ayuda del laboratorio de CIMMYT. Existen indicaciones de un avance continuo de selección mediante un sistema de tamizado y recombinación entre genotipos.

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

** Mejorador de Sorgo para América Latina, ICRISAT, México.

*** Entomólogo, CIMMYT, México.

INTRODUCCION

Entre muchas de las plagas de insectos en América, el cogollero (spodoptera frugiperda J. E. Smith) y el barrenador (Diatraea saccharalis Fabricius) barrenador de la caña de azúcar, han sido identificados por entomólogos como las principales plagas del sorgo, maíz y otras plantas. Con el objeto de identificar y desarrollar variedades resistentes para pequeños agricultores, CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) instaló un laboratorio de entomología para llevar a cabo un programa interno de mejoramiento con infestación artificial, uniforme y oportuno con estas plagas.

La resistencia genética es un sistema que complementa a los métodos tradicionales del control de plagas.

El mejorador del ICRISAT en CIMMYT, en colaboración con el entomólogo, ha venido investigando durante los últimos cuatro años diversos tipos de líneas de sorgo para alimento humano para detectar resistencia genética a cogollero y barrenador. Una serie de experimentos han sido realizados en la estación experimental en Poza Rica con el fin de evaluar el potencial para mejoramiento de resistencia en sorgo.

Con este fin se hicieron tres preguntas básicas:

- 1. ¿La técnica de mejoramiento permite una seguridad en la identificación de diferencias genéticas en reacción a cogollero y barrenador?*
- 2. ¿Qué tipo de resistencia (antibiosis, no-preferencia o tolerancia) presenta el sorgo?*
- 3. ¿Cuáles son los principales problemas y cuáles son algunas de las nuevas investigaciones encaminadas a ser consideradas en un futuro cercano? .*

MATERIALES Y METODOS

El mejorador del sorgo del ICRISAT con sede en CIMMYT, al darse cuenta de la necesidad de sorgo con resistencia genética para pequeños agricultores, inició la investigación de 200 diferentes líneas de sorgo para identificar plantas con resistencia genética a cogollero y barrenador. Al tiempo de la cosecha, cada ciclo en la estación experimental de Poza Rica, se han hecho selecciones individuales de plantas de las hileras infestadas y fueron seleccionadas para nuevas infestaciones y selección.

El diseño del campo para investigación es el siguiente:

1. *Cada familia es sembrada en cuatro hileras de dos metros de largo.*
2. *La primera hilera de cada familia se protege usando insecticida granulado, la siguiente hilera se infesta con larva de cogollero, la tercera hilera se deja para la infestación natural que ocurra y la cuarta hilera es infestada con barrenador.*
3. *Las larvas se mezclan con harina de olote y se calibran utilizando una bazuca para depositar cerca de 15 larvas por golpe.*
4. *Cada planta se infesta con 30 larvas de cogollero cuando se encuentra en estado de 4 a 5 hojas. depositando las larvas en el cogollo.*
5. *Las 30 larvas son aplicadas en dos golpes consecutivos (cada golpe de 15 larvas) para así establecer una infestación uniforme.*
6. *Frecuentemente se usa una escala de 1-5 donde 1 es daño leve y 5 es daño severo. Las evaluaciones normalmente se hacen a intervalos semanales empezando una semana después de la infestación hasta que las larvas dejan de causar daño a las plantas.*

En adición, para clasificar la cantidad y el tipo de daño que el cogollero y barrenador causan al maíz y al sorgo, CIMMYT (Mihm 1983) ha venido usando la técnica de comparación de rendimiento de Hershey (1978) para tratar de seleccionar más adelante los materiales que presenten tolerancia. En esta técnica las comparaciones de rendimiento entre pares infestados y protegidos son hechas y el criterio de selección incluye seleccionar progenies que son capaces de producir rendimientos razonables a pesar del daño de barrenador y cogollero. Al la fecha, los resultados del uso de esta técnica (Hersey, 1978; Smith, 1982) no han sido los deseados. Sin embargo, aparentemente ha habido un ligero progreso continuo.

Un ensayo de 9 diferentes genotipos del sorgo en un vivero de investigación, fueron evaluados en parcelas de 6 hileras de 5 m de largo, para evaluar diferencias, susceptibilidad o tolerancia al cogollero y al barrenador.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de rendimiento del ensayo (Cuadro 1) usando nueve diferentes genotipos de sorgo identificados previamente del vivero, claramente indica que el sorgo no es inmune al daño de cogollero y barrenador. Sin embargo, se notó un aparente progreso en la resistencia en algunos materiales que fueron seleccionados de entre otras plantas de las hileras infestadas. Por ejemplo (Cuadro 1) QL-3 es susceptible a cogollero y barrenador, mientras que la 787-3 y la M66152 mostraron alguna tolerancia a ambas plagas. El análisis de varianza presenta diferencias significativas entre variedades para hileras protegidas contra barrenador y cogollero.

Cuadro 1 Promedio de días a 50 o/o de floración, altura de la planta y rendimiento del grano de diferentes genotipos de sorgo infestado con cogollero y barrenador.

No.	Pedigrí	Promedio días a floración (50 o/o)	Promedio altura de planta (cm)	Promedio Rendim. grano (kg/ha)	o/o Reducción del Rendim.
1	MB1R-21-7-1BK	P 73	132	2487	–
		F 77	120	1322	47
		S 75	120	980	61
2	743-5	P 79	160	4345	–
		F 82	140	1554	64
		S 80	135	925	79
3	896-1	P 80	120	3097	–
		F 82	113	1947	37
		S 80	105	1130	64
4	787-3	P 73	125	3737	–
		F 76	123	1984	47
		S 76	118	2254	40
5	(GPR148xE-35-1)-4 x (CS3541 dial)-51-3	P 84	170	3929	–
		F 86	170	2114	46
		S 86	150	642	84
6	M66152	P 80	202	3739	–
		F 82	197	2114	44
		S 82	183	1762	53
7	QL-3	P 80	202	3739	–
		F 82	197	2114	44
		S 82	183	1762	53
8	TAM 428	P 73	117	3697	–
		F 76	113	2067	44
		S 76	108	1530	59
9	88-4	P 82	155	3889	–
		F 82	148	2309	41
		S 82	147	1995	49

El primer objetivo mencionado fue para determinar si el método de tamizado permite la identificación de las diferencias genéticas en respuesta al daño de cogollero y barrenador en el campo. La evidencia encontrada en el ensayo (Cuadro 1) indica que tales diferencias pueden ser identificadas con exactitud razonable.

El segundo objetivo fue para determinar que tipo de resistencia (antibiosis, no-preferencia o tolerancia) es factible encontrar en sorgo en relación al daño de cogollero y barrenador. Guiragossian et al en 1981 evaluó 200 genotipos diferentes con cierto contenido de HCN, infestándolos con cogollero y barrenador. Los niveles de HCN fueron determinados a diferentes estados y correlacionados al daño de la plántula dos semanas después de la infestación y al momento de la cosecha. Los resultados indican que la resistencia no está asociada con la presencia de glucocidos que podrían degradarse y producir HCN, sugiriendo que no hay relación entre HCN y resistencia a estos insectos en sorgo. Las observaciones de campo indican que la tolerancia es el principal tipo de resistencia en estas familias porque fueron capaces de producir rendimiento de grano a pesar de la infestación artificial y el daño al estado de plántula, cuando se comparó con la parte protegida. Las observaciones de campo también indican que hay algunos niveles bajos de antibiosis y no-preferencia.

El tercer objetivo fue identificar problemas y determinar que nuevas directrices de investigación deben ser consideradas en un futuro cercano. Dos principales problemas se afrontaron en este proyecto. El primero fue la falta de un entomólogo en el programa de sorgo, quien trabajaría estrechamente con el mejorador y segundo disponibilidad de suficiente cantidad de larvas para infestar la F₂, las generaciones segregantes o las poblaciones masculinas genéticamente estériles. Smith (1982), reportó que entre las diversas poblaciones de maíz estudiadas para cogollero, la variación hereditaria genética se encuentra disponible y en general la variación aditiva es más importante que la dominancia o la variación epistática. El estudio aproximado de 1000 líneas de diferentes fuentes y observando sus reacciones a cogollero y barrenador, nos hacen creer que hay diferencias y que esta variación es heredable para la respuesta al ataque de cogollero y barrenador. Los experimentos confirman que tales variaciones existentes no sólo pueden ser medidas por niveles de daño en las hojas, sino también por resistencia medida en términos de la respuesta en rendimiento de esos materiales infestados con cogollero y barrenador. Si el programa del ICRISAT en CIMMYT no recibe mayor ayuda del Centro ICRISAT y de INTSORMIL, el énfasis de la investigación será dirigido hacia evaluaciones de generaciones F₂, plantas individuales seleccionadas, generadas de cruza entre genotipos identificados como tolerantes en el vivero de selección. Cada parte de la generación F₂ recibirá 30 larvas y a la cosecha las mejores plantas seleccionadas continuarán a F₃ y las plantas F₄ infestadas individualmente en cada generación se espera que acumulen los genes aditivos de resistencia. Por esto tenemos que sacrificar la colección de nuevos genotipos. También existe la necesidad de seleccionar de la colección mundial.

BIBLIOGRAFIA

GUIRAGOSSIAN, V. and MIHM, J.A. 1981. *Resistance to Fall Armyworm and Sugarcane borer in Sorghum. ICRISAT/CIMMYT Annual Report, 1981.*

HERSHEY, C.L. 1978. *Resistance of Tropical Maize to Fall Armyworm (Spodoptera frugiperda J.E. Smith) and sugarcane borer (*Diatraea saccharalis* F.) Evaluation techniques and potential for genetic improvement, PhD. Thesis, Cornell University, Ithaca, N.Y. 233 pp.*

MIHM, J.A. 1983. *Techniques for efficient mass rearing and infestation in screening for host plant resistance to fall armyworm, Spodoptera frugiperda, J.E. Smith). CIMMYT.*

SMITH, M. 1982. *Studies of fall armyworm resistance in Tuxpeño and Antigua maize populations. Ph.D Thesis. Cornell University, 109 pp.*

DESARROLLO DE TECNOLOGIA CON GENOTIPOS MEJORADOS DE SORGO
(*Sorghum bicolor* L. Moench) PARA AREAS MARGINALES
EN EL VALLE DE MEXICO*

Dr. Comptom L. Paul**
Ing. Enrique Rodríguez***

R E S U M E N

El Instituto Internacional de Investigación en Cultivos para los Trópicos Semi-áridos (ICRISAT) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de México, conducen juntamente investigación agronómica para el desarrollo y la transferencia de tecnología con respecto al uso del sorgo como alimento humano y como forraje a nivel de agricultores pequeños y medianos en las áreas marginales de las tierras altas de la Meseta de México.

Han sido identificadas algunas variedades prometedoras que rinden entre 2.5 y 4.5 TM/ha, lo mismo que prácticas culturales adecuadas a la agricultura de bajo gasto bajo condiciones de secano. De los dos años de investigación cumplidos hasta la fecha, ha sido reconocida la necesidad de obtener variedades con menos de 140 días a la madurez, que puedan tener una adaptación amplia en un ambiente templado que es extremadamente variable espacial y cronológicamente.

Ha sido desarrollada una metodología para la generación de tecnología que facilite el paso fluido del germoplasma entre el mejorador y el agricultor. El programa de sorgo de los valles altos ha alcanzado una etapa metodológica en la que sólo resta la validación de la tecnología antes de que se puedan hacer recomendaciones a los agentes de cambio.

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

** Agrónomo, Programa Latinoamericano de Sorgo de ICRISAT, CIMMYT, México.

*** Investigador en Sorgo, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), México.

INTRODUCCION

El sorgo no es aún un cultivo comercial en las tierras altas de México (área arriba de los 1800 m de elevación), debido a las bajas temperaturas prevalecientes que no solamente restringen la duración de la estación de crecimiento a entre 110 y 140 días, sino que también afectan el desarrollo vegetativo de la planta y sus procesos reproductivos y de llenado del grano (Romo Calderón et al, 1984).

Romo Calderón, Rodríguez y Paul (1984) resumen la situación del sorgo en los valles altos de México y describen los problemas a vencer en los 1.3 millones de hectáreas de tierra marginal, si se espera que el sorgo ofrezca un rendimiento más estable de grano que el maíz, bajo condiciones de secano como las que prevalecen en el área.

Los programas de investigación del Instituto Internacional de Investigación en Cultivos para los Trópicos Semiáridos (ICRISAT) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de México, han encarado los problemas de tolerancia al frío y a la sequía y han desarrollado algunos genotipos prometedores para las tierras altas de México. Las dos instituciones iniciaron en 1983 un programa de colaboración más estrecha y formularon una metodología (Figura 1) para desarrollar una tecnología basada en el sorgo, adecuada para los agricultores pequeños y medianos de los valles altos de México.

En este trabajo se revisa el progreso alcanzado durante 1983, se discute los resultados de la investigación realizada durante 1984 y se contempla las necesidades futuras de investigación.

REVISION DEL PROGRESO LOGRADO EN 1983 (Véase Romo Calderón et al, . 1984 y el "Ann. Rept. Agronomist, ICRISAT, Regional Program, CIMMYT, México).

De las variedades introducidas en las pruebas en localidades múltiples, seis se comportaron adecuadamente a través de sitios produciendo los rendimientos promedio que aparecen en el Cuadro 1.

Las variedades VA 110 (roja) BTP 28 (blanca) fueron pasadas directamente a la fase de evaluación agronómica. Fueron obtenidos rendimientos promedio de entre 2.5 y 5.5 TM/ha con una densidad de siembra de 15 kg/ha y bajo fertilización de 80-30-00. El control de malezas fue adecuado usando 1.5 kg/ha de atrazina temprano después de la emergencia, seguido de cultivación con tracción animal cuatro semanas después de la emergencia.

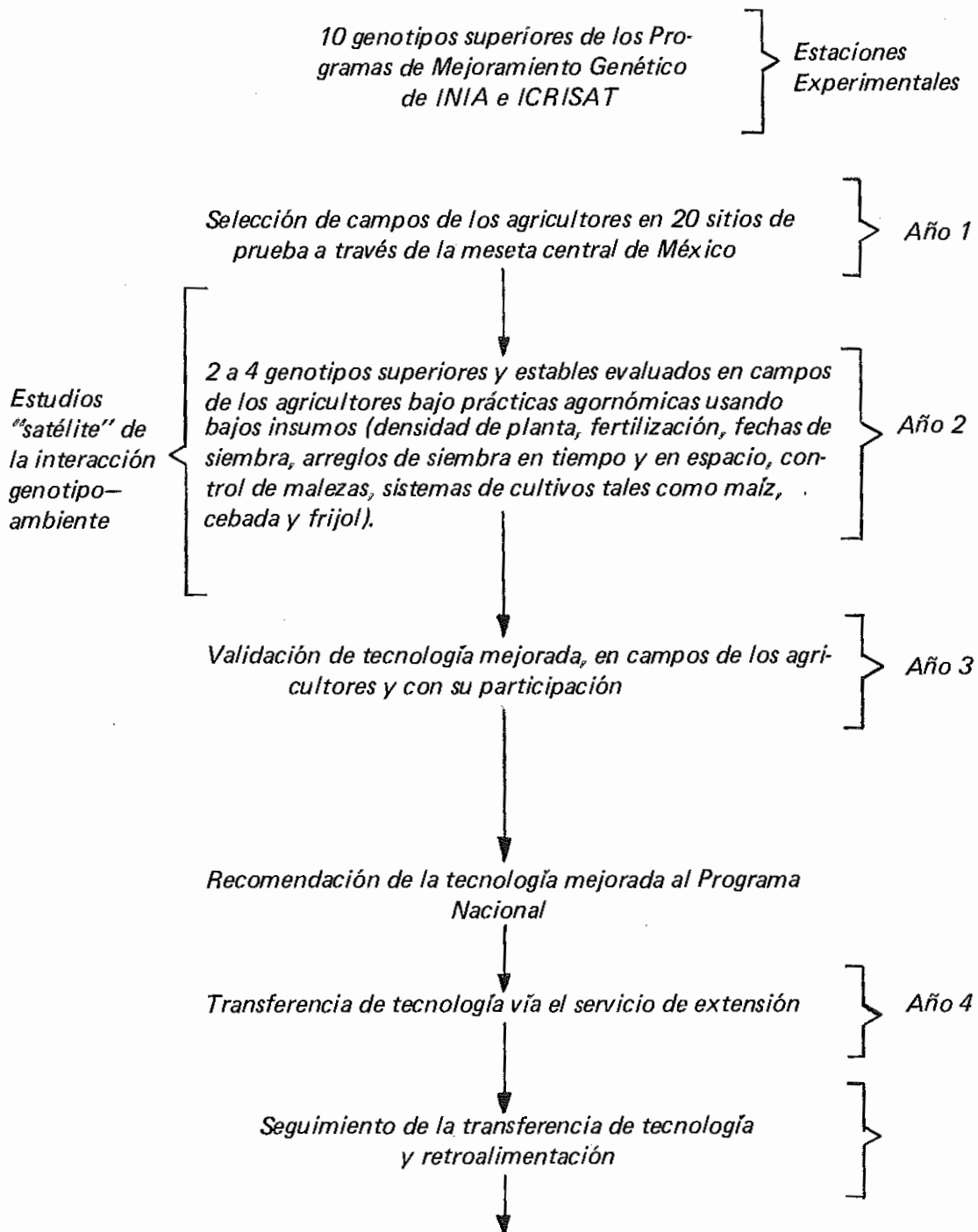


Figura 1 Metodología para el desarrollo de tecnología basada en sorgo en las tierras altas de México.

Cuadro 1 Rendimientos promedio de seis variedades prometedoras a través de tres localidades en los valles altos de México, 1983 (Ensayos conducidos en campos de los agricultores bajo condiciones de secano).

<i>Variedad</i>	<i>Rendimiento Promedio TM/ha</i>
<i>IC/CI 2 (blanco)</i>	<i>2.91</i>
<i>IC/CI 3 (blanco)</i>	<i>3.40</i>
<i>IC/CI 4 (blanco)</i>	<i>3.22</i>
<i>IC/CI 5 (blanco)</i>	<i>3.33</i>
<i>VA 110 (rojo)</i>	<i>3.37</i>
<i>VA 130 (rojo)</i>	<i>3.02</i>
<i>PROMEDIO GENERAL</i>	<i>3.21</i>

CV — a través de sitios — 16.41 o/o

Lluvia durante el ciclo de cultivo — 492 mm

Período libre de heladas de la emergencia a la primera helada — 160 días

DISCUSION DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION EN 1984.

EXPERIMENTO 1:

En la fase de introducción dentro de la metodología, fueron incluidas 10 variedades. Esta fase abarcó un ensayo en bloques completos al azar con cuatro repeticiones en 18 sitios esparcidos por la meseta central de México. Los datos de rendimiento de grano provenientes de los sitios que los han recogido hasta la fecha, aparecen en el Cuadro 2. Debido a las temperaturas promedio más bajas de lo normal durante la estación de crecimiento, algunas localidades no permitieron un desarrollo rápido de las plantas, así como la helada no permitió la formación de grano, la maduración del mismo o ambas cosas en algunas variedades. A través de sitios, las variedades de mejor comportamiento fueron VA 110, VA 130 e IC/CI 4. Valores altos del CV en algunas localidades fueron debidos a una gran variación en el estado de formación del grano a través de repeticiones en algunas variedades. La variedad VA110 fue con mucho la más estable, como puede apreciarse según los índices de estabilidad en el Cuadro 2.

En la Figura 2 se presenta una comparación más estrecha entre dos localidades contrastantes. Los rendimientos de grano fueron buenos en Tulantongo, mientras fueron extremadamente pobres en Temascalapa. Para comparación se incluye la variedad IC/CI 6, tardía y que rindió mal. El largo período entre la última helada y la emergencia de las plántulas (tres meses según se indica en el diagrama) constituye una limitación seria para la agricultura de secano en el área, ya que restringe la duración efectiva de la estación de crecimiento. El factor más importante en la determinación del rendimiento fue un retraso de 23 días en la helada destructora en Tulantongo, que permitió que las variedades VA-110 e IC/CI 4, alcanzaran la madurez fisiológica y en consecuencia produjeran un buen rendimiento de grano. La cebada comercial sembrada en el mismo campo en Temascalapa rindió 6.84 TM/ha de grano, debido principalmente a su período corto de crecimiento (floreció el 20/7 y VA 110 el 9/9).

En la Figura 2 también se incluyen las unidades calor $(UC = T_{max} + T_{mín.})/2 - 10$ disponibles para la planta de sorgo cada mes. En Tulantongo las plantas acumularon más UC entre la emergencia y la floración que en Temascalapa (Cuadro 3). Sin embargo, IC/CI 4, requirió menos UC entre la floración y la madurez que VA 110 en Tulantongo, mientras que ambas variedades requirieron las mismas UC (819) entre la emergencia y la madurez fisiológica. Esto sugiere que IC/CI 4, llenó el grano más rápidamente y tal vez más eficientemente que VA 110. Debido al hecho de que hubo más UC disponibles cada mes en Tulantongo que en Temascalapa, las variedades florecieron más temprano (7 días para VA 110, 5 para IC/CI 4 y 19 para IC/CI 6) en la primera localidad.

Cuadro 2 Rendimiento de grano de materiales de tierra alta evaluados en siete localidades entre los 2100 y los 2300 msnm en México (Ensayos conducidos en fincas bajo condiciones de secano).

Variedades	RENDIMIENTO DE GRANO (TM/ha)						
	Temascalapa	Axapusco	Xocoyucan	Tulantongo	Purificación	Cuauhtemoc	Alta Babicora
IC/CI 1	0.10 a	0.43 a b	0.79 a	1.90 cde	—	—	—
IC/CI 2	0.00 a	0.00 a	0.63 a	1.24 abc	0.93 ab	1.95 b	0.00 a
IC/CI 5	0.00 a	0.34 ab	0.06 a	0.93 ab	0.53 a	2.16 bc	0.00 a
IC/CI 6	0.00 a	0.17 ab	0.59 a	0.67 a	—	—	—
IC/CI 8	0.00 a	0.47 ab	0.06 a	2.60 e	—	—	—
IC/CI 12	0.16 a	0.13 ab	0.56 a	1.63 bcd	—	—	—
IC/CI 3	0.26 ab	0.28 ab	0.93 ab	1.87 cde	1.45 ab	1.80 b	0.24 ab
Línea No. 1 (INIA)	—	—	—	—	1.79 ab	2.03 b	0.00
Línea No. 2 (INIA)	—	—	—	—	1.52 ab	0.89 a	0.00
Línea No. 3 (INIA)	—	—	—	—	2.09 b	2.75 cd	0.00
Línea No. 4 (INIA)	—	—	—	—	1.81 ab	1.71 b	0.00
IC/CI 4	0.22 ab	0.47 ab	1.73 bc	2.35 de	1.99 b	2.11 bc	0.00
VA 130	0.20 ab	0.68 b	1.00 b	2.38 de	2.23 b	2.78 cd	0.46 b
C. V. o/o	152	107	95	56	59	34	53
LSD 5o/o, TM/ha	0.25	0.50	0.82	0.75	1.18	0.63	0.29

Días a floración: VA 110 — 110; IC/CI 4 — 118; VA130 - 118

Días a madurez: VA 110 — 150; IC/CI 4 — 152; VA130 — 154

Letras diferentes denotan diferencia significativa al 5o/o según Duncan (Comparaciones hechas dentro de cada localidad)

Indices de estabilidad: VA-110 — 704; VA-130 — 427; IC/CI-4 — 294

Fertilización: 80-40-00

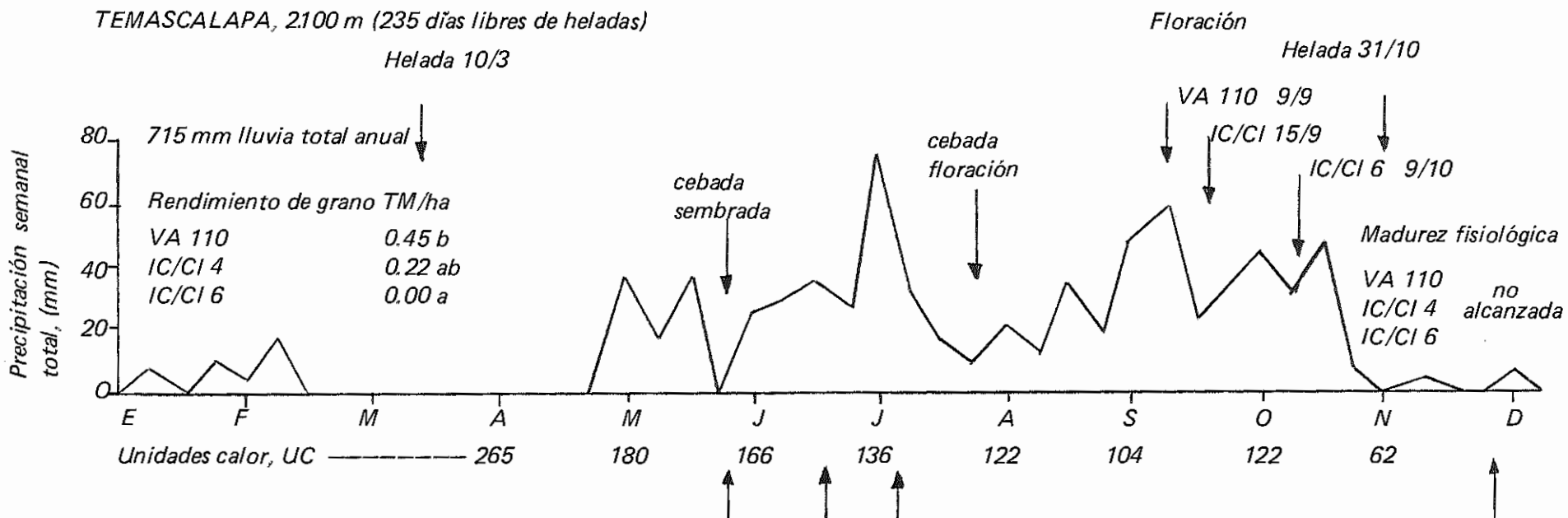
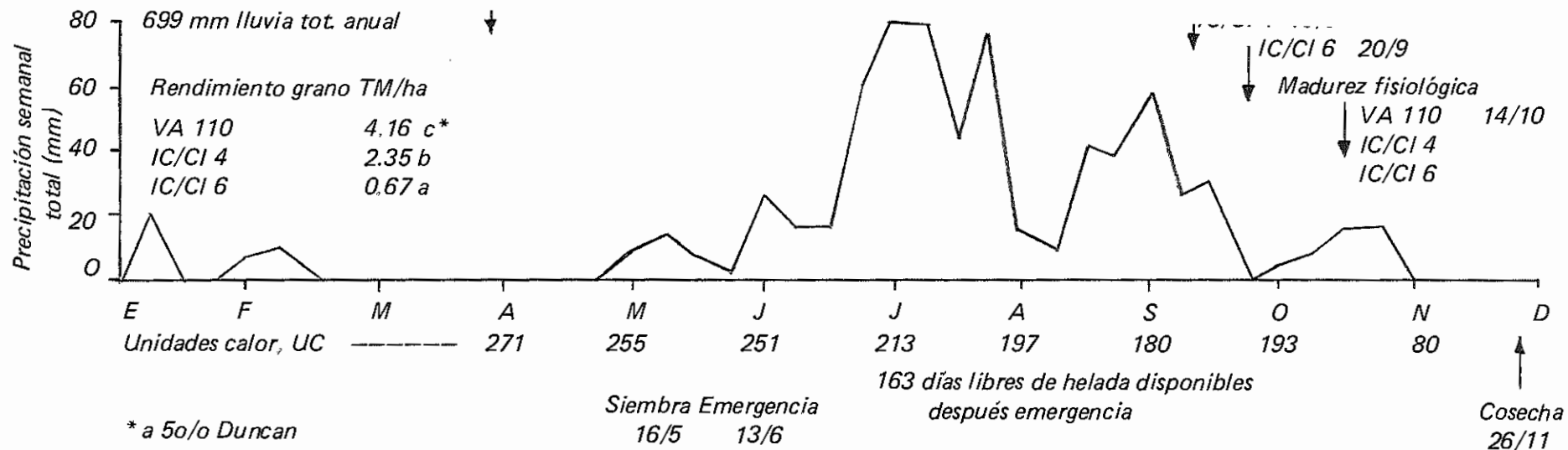


Figura 2 Estados de crecimiento de tres variedades de zonas altas con respecto a lluvia, unidades calor y período libre de heladas (dos localidades) en el Valle de México.

Cuadro 3 *Unidades Calor, UC, (base 10⁰C) durante los estados fenológicos de tres variedades de tierra alta en dos localidades contrastantes en los valles altos de México.*

Variedad	Estado fenológico	LOCALIDADES	
		Temascalapa	Tulantongo
VA 110 *	<i>Emergencia a floración</i>	399	571
	<i>Floración a madurez</i>	—	248
	<i>GDC totales</i>		819
IC/CI 4 *	<i>Emergencia a floración</i>	418	622
	<i>Floración a madurez</i>	—	197
	<i>GDC totales</i>		819
IC/CI 6 **	<i>Emergencia a floración</i>	498	678

* *Alcanzó la madurez fisiológica sólo en Tulantongo.*

** *No alcanzó la madurez fisiológica.*

EXPERIMENTO 2:

Siguiendo los pasos metodológicos esbozados en la Figura 1, los genotipos superiores seleccionados de entre las introducciones de 1983 fueron pasados a la evaluación agronómica usando insumos bajos. Cuatro variedades: VA-110, VA-130, IC/CI-3 e IC/CI-4, fueron sometidas a cuatro niveles de nitrógeno como se muestra en el Cuadro 4. El diseño experimental fue en parcelas divididas usando bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se escogieron cuatro campos de agricultores dentro del Valle de México. Los resultados aparecen resumidos en el Cuadro 4. En Tulantongo no hubo respuesta al aumento en nitrógeno y sólo VA-110 respondió en Temascalapa y en Xocoyucan; VA-110 e IC/CI 4 mostraron respuesta en Purificación. La respuesta de VA-110 en Xocoyucan fue negativa y podría probablemente ser explicada por la prolongación del crecimiento vegetativo causada por el nitrógeno, al grado que el llenado del grano fue extendido hasta el período de heladas. Cuando hubo una respuesta positiva, fue adecuada la aplicación de 20 kg/ha de N a la siembra + 20 kg/ha de N, cuatro semanas después de la emergencia, para VA110, mientras que IC/CI 4, requirió del doble de esta dosificación para producir respuesta.

La comparación entre los rendimientos promedio de las variedades, mostró que VA-110 rindió lo mismo que IC/CI 4, mientras que IC/CI 3 y VA-130 fueron iguales a IC/CI 4, pero más bajos que VA-110.

EXPERIMENTO 3:

Para comparar la siembra al voleo con la siembra en hileras, se usó un diseño en parcelas divididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en Temascalapa. Los datos aparecen resumidos en el Cuadro 5. No hubo diferencia en rendimiento entre VA-110 e IC/CI 4 en la siembra al voleo, pero VA-110 fue mejor (nivel de 1 o/o) en la siembra en hileras. La siembra en hileras fue mejor (nivel de 1o/o) que la siembra al voleo sin considerar variedad (no interacción sistema x variedad). El sistema al voleo presentó varias desventajas, incluyendo:

- 1. Desuniformidad de la siembra.*
- 2. Mal contacto suelo-semilla y mala cobertura de la semilla.*
- 3. Crecimiento desuniforme de las plantas y competencia desuniforme entre plantas.*
- 4. Mal control de las malezas.*
- 5. Restricciones para las operaciones culturales.*
- 6. Mal drenaje en el campo.*
- 7. Fuerte encostrado del suelo causado por las lluvias antes de la emergencia del cultivo.*

Cuadro 4 Rendimiento de grano de variedades de sorgo mejoradas para tierra alta, bajo fertilización nitrogenada en cuatro localidades dentro de los valles altos de México (Ensayos conducidos en las fincas bajo condiciones de secano).

Variedad	Nivel de Nitrógeno	RENDIMIENTO DE GRANO (TM/ha)			
		Tulantongo	Purificación	Temascalapa	Xocoyucan
VA-110	N1	3.42 a	2.62 a	0.72 a	3.65 b
	N2	3.16 a	3.05 b	1.31 b	3.11 ab
	N3	3.34 a	2.87 ab	1.28 b	2.88 a
	N4	3.38 a	3.40 b	1.22 b	1.66 a
Media variedad	3.33 b	2.99 b	1.13 b	3.08 c	
VA-130	N1	1.73 a	1.65 a	0.26 a	1.62 a
	N2	1.66 a	1.79 a	0.41 a	1.93 a
	N3	2.00 a	1.60 a	0.44 a	1.40 a
	N4	1.83 a	1.67 a	0.34 a	1.44 a
Media variedad	1.81 a	1.68 a	0.36 a	1.60 a	
IC/CI 3	N1	1.92 a	1.05 a	0.23 a	2.07 a
	N2	2.08 a	1.25 a	0.30 a	2.16 a
	N3	2.24 a	1.28 a	0.27 a	1.85 a
	N4	2.10 a	1.41 a	0.27 a	1.85 a
Media variedad	2.09 a	1.25 a	0.27 a	1.98 ab	
IC/CI 4	N1	2.39 a	1.36 a	0.31 a	2.15 a
	N2	2.34 a	1.57 ab	0.40 a	1.82 a
	N3	2.52 a	1.97 ab	0.40 a	2.15 a
	N4	2.56 a	1.78 b	0.46 a	2.41 a
Media variedad	2.45 ab	1.67 a	0.39 a	2.13 b	
C. V. o/o		34	39	80	36
DMS 5o/o TM/ha para comp. entre variedades	0.95	0.58	0.31	0.46	
DMS 5o/o TM/ha para comp. entre niveles de nitrógeno		0.56	0.39	0.25	0.66

NOTA: ¹ Letras diferentes denotan diferencias significativas al 5o/o según Duncan
² Comparaciones entre niveles de nitrógeno hechas sólo dentro de la misma variedad y dentro de la misma localidad.
³ Comparaciones varietales hechas solamente dentro de la misma localidad.
⁴ Aunque se usa las mismas letras (a, b, c,) para denotar diferencias entre variedades y también entre niveles de N, las comparaciones entre variedades no deben ser confundidas con las comparaciones entre niveles de N
⁵ N1 – 0; N2 – 20 kg N/ha a la siembra + 20 kg/ha de N a las 4 semanas.
N3 – 40 kg N/ha a la siembra + 40 kg/ha de N a las 4 semanas.
N4 – 40 kg N/ha a la siembra + 60 kg/ha de N a las 4 semanas.
⁶ Fertilización con P constante a 40 kg/ha de P₂O₅

Cuadro 5 Rendimiento de las variedades VA-110 e IC/CI 4, bajo sistemas de siembra al voleo y en hileras en los valles altos de México (Temascalapa), Ensayo conducido en la finca bajo condiciones de secano.

<i>Sistema</i>	<i>Variedad</i>	<i>Rendimiento grano*</i> <i>TM/ha</i>	<i>Media Sistema**</i>
<i>Voleo</i>	<i>VA-110</i>	<i>0.54 a</i>	<i>0.44 a</i>
	<i>IC/CI 4</i>	<i>0.35 a</i>	
<i>Hileras</i>	<i>VA-110</i>	<i>1.35 a</i>	<i>1.15 b</i>
	<i>IC/CI 4</i>	<i>0.96 b</i>	

CV – 53 o/o

DMS 1o/o Para diferencias entre medias de sistemas – 0.67 TM/ha

DMS 5o/o Para diferencias entre medias de variedades dentro del mismo sistema – 0.24 TM/ha

** Comparaciones hechas sólo dentro de un sistema en particular*

*** Comparaciones hechas sólo entre medias de sistemas.*

Fertilización: 80-40-00.

EXPERIMENTO 4:

Fueron estudiados cuatro sistemas de cultivo usando las variedades VA-110 e IC/CI-4 en un diseño de parcelas subdivididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los sistemas aparecen esquemáticamente en la Figura 3. El sistema S1 fue incluido porque se pensó que los pequeños agricultores que quisieran sembrar sorgo para alimento humano o animal, podrían requerir de algún seguro contra pérdida de la cosecha de sorgo causada por sequía, helada temprana o ambas cosas, sembrando también cebada. La cebada usada fue una variedad local (Centinela), que fue sembrada demasiado temprano con respecto al sorgo intercalado, que no pudo competir con la cebada temprana y vigorosa. El sistema S3 fue un intento para obtener una población de plantas más alta de las variedades erectas y de estatura corta. Las plántulas sufrieron sequía y establecimiento pobre de las raíces, debido a que las semillas habían sido sembradas en el suelo suelto en la cima de las hileras (la presión ejercida sobre los cuchillos manuales durante la cosecha, fue suficiente para desarraigar muchas plantas). S2 es el sistema normal usado para el maíz en el área, mientras que S4 fue un intento para aumentar la población de plantas simplemente disminuyendo el espaciamiento entre hileras.

Para el ensayo fueron escogidas cuatro localidades. Dos niveles de nitrógeno (N) fueron impuestos en cada localidad. Debido a un error en Chapingo, los niveles de nitrógeno aquí incluyeron una tercera aplicación fraccionada ocho semanas después de la emergencia. En los otros sitios hubo dos aplicaciones fraccionadas, a saber:

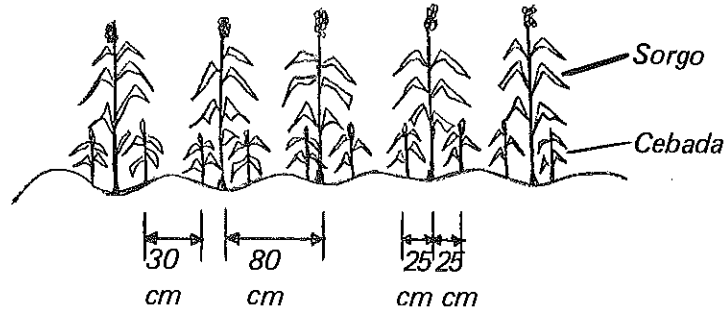
N1 – 40 kg/ha N a la siembra + 40 kg/ha N, cuatro semanas después de la emergencia;

N2 – 40 kg/ha N a la siembra + 60 kg/ha N, cuatro semanas después de la emergencia.

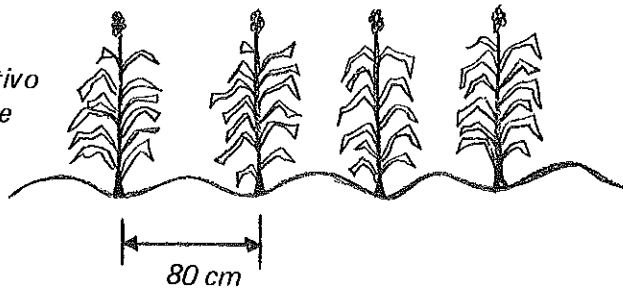
Talvez estos niveles no fueron suficientemente diferentes como para obtener respuestas diferentes con ellos, pero la idea era simplemente usar la recomendación del programa nacional y otro nivel que fuera apenas más alto.

Los resultados de rendimiento de grano del sorgo y la cebada en la localidad de Chapingo, son presentados en el Cuadro 6a. El rendimiento de grano del sorgo fue severamente abatido por la cebada en S1, al grado que fue significativamente menor (nivel de 50/o) que en los otros tres sistemas. El espaciamiento de 60 cm entre hileras en S4 dió un rendimiento significativamente mayor que el espaciamiento de 80 cm. Aunque la población de plantas en S3 fue del doble que en S2, los rendimientos de los dos sistemas fueron iguales. No hubo diferencia entre los tratamientos con nitrógeno, mientras que VA-110 rindió lo mismo que IC/CI-4 en todos los sistemas, excepto en el sistema S3 con el nivel más alto de N donde VA-110 rindió el doble que IC/CI-4 (diferencia significativa al nivel de 5 o/o). El rendimiento de la cebada fue muy superior al del sorgo y no fue afectado por las influencias varietales del sorgo y los tratamientos con nitrógeno.

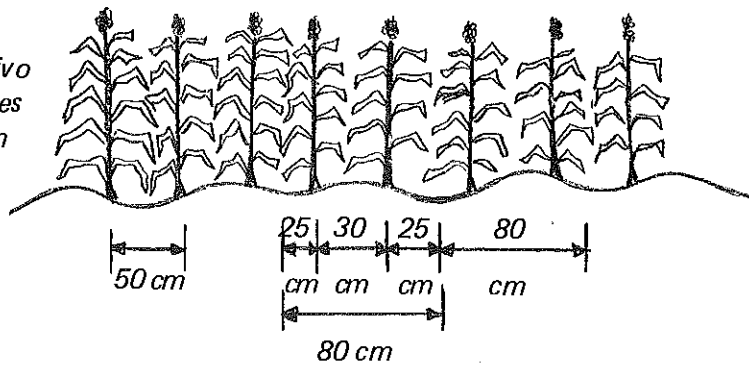
SISTEMA S1:
Sorgo + Cebada



SISTEMA S2:
Sorgo como cultivo solo .80 cm entre hileras.



SISTEMA S3:
Sorgo como cultivo solo, hileras dobles en surcos a 80 cm



SISTEMA S4
Sorgo como cultivo solo, 60 cm entre hileras

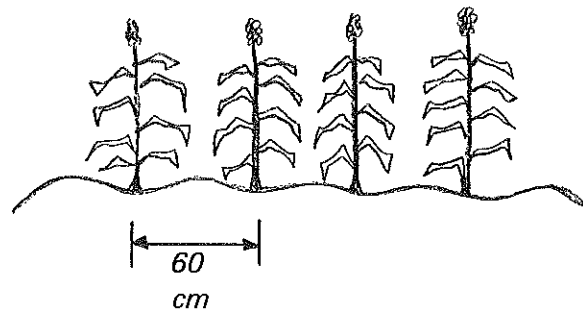


Figura 3 Cuatro Sistemas de cultivo en sorgo estudiados en cuatro localidades en Valles altos de México.

Cuadro 6a Rendimiento de grano (TM/ha) de sorgo bajo diferentes sistemas de cultivos en cuatro localidades en los valles altos de México (Ensayo conducido en las fincas bajo condiciones de secano).

LOCALIDAD: CHAPINGO				
Sistema	Variedad de Sorgo	Niveles de Nitrógeno		Media del Sistema
		N1	N2	
S1	VA-110	0.68 a (4.37 a)	0.58 a (3.89 a)	0.47 a
	IC/CI-4	0.33 a (3.74 a)	0.30 a (3.93 a)	
S2	VA-110	2.61 a	2.51 a	2.28 b
	IC/CI 4	1.87 a	2.14 a	
S3	VA-110	2.45 a	2.81 a	2.10 b
	IC/CI-4	1.72 a	1.43 b	
S4	VA-110	3.00 a	3.51 a	3.02 c
	IC/CI-4	2.79 a	2.79 a	

() – Rendimiento de grano TM/ha de la cebada (Variedad local Centinela)

Letras diferentes denotan diferencias significativas a nivel de 5o/o de probabilidad.

CV – Datos de cebada – 19 o/o; CV – Datos de sorgo – 56 o/o

DMS 5o/o para comparaciones entre variedades dentro del mismo sistema (datos cebada) – 1.22 TM/ha

DMS 5o/o para comparaciones entre niveles de N dentro del mismo sistema y misma variedad (datos cebada) – 1.31 "

DMS 5o/o para comparaciones entre medias de sistemas (datos sorgo) – 0.47 "

DMS 5o/o para comparaciones entre dos variedades de sorgo dentro del mismo sistema y el mismo nivel de N (comparación vertical) – 0.75 "

DMS 5o/o para comparaciones entre medias de N dentro del mismo sistema y la misma variedad (comparación horizontal) – 0.60 "

Dado que no hubo diferencias entre tratamientos de N, no se usaron letras para denotar las comparaciones.

S1, S2, S3, S4 como en la Figura 3.

N – 40 kg/ha de N a la siembra + 40 kg/ha de N a las cuatro semanas + 40 kg/ha de N a las ocho semanas.

N – 40 kg/ha de N a la siembra + 60 kg/ha de N a las cuatro semanas + 60 kg/ha de N a las ocho semanas.

Fertilización con P constante a 40 kg/ha de P₂O₅.

Para la localidad de Chapingo fue hecho un análisis ulterior, cuyos resultados aparecen en la Figura 4. En lo que respecta a la altura de planta, no hubo diferencia entre las dos variedades en cualquier sistema en particular. Sin embargo, las medias de los (cm) S1 — 93.2 bc; S2 — 83.8 a; S3 — 97.0 c; S4 — 90.4 b (letras diferentes denotan diferencia significativa al 5o/o según prueba de Duncan) indican que la población más alta de sorgo en S3 condujo a las plantas más altas, la segunda población más alta en S4 a las siguientes plantas más altas que mostraron la misma altura que las plantas en S1 donde la cebada causó una alta competencia entre plantas. En el sistema S2 la competencia entre plantas fue la menor y las plantas las más bajas. Una comparación entre las longitudes de las panículas mostró que la competencia producida por la cebada en S1, afectó severamente la longitud y el tamaño en general de la panoja. Los datos de tamaño de la panícula: S1 — 4.9 a; S2 — 19.2 b; S3 — 18.1 b y S4 — 18.4 b (letras diferentes denotan diferencia significativa al 5o/o según prueba de Duncan), indican que las panículas en S1 fueron más pequeñas que las de los otros sistemas. Sólo en S3 hubo alguna diferencia varietal, habiendo VA-110 mostrado una panoja más larga que IC/CI-4. Como se muestra en la Figura 4, el peso de grano por panícula fue más alto en S2 y S4, bajo en S3 y el más bajo en S1.

No hubo diferencias en altura de planta, longitud de panícula o peso de grano/panícula entre los dos niveles de nitrógeno.

Los resultados del ensayo en los otros tres sitios (Cuadro 6b, 6c y 6d) fueron similares a los de Chapingo. Los rendimientos de la cebada fueron superiores a los del sorgo y no fueron afectados por las diferencias varietales del sorgo o por los tratamientos con nitrógeno. Los rendimientos más bajos del sorgo fueron en el sistema S1, excepto en Axapusco donde S3 se comportó como el peor. En Purificación y Temascalapa, VA-110 rindió más que IC/CI 4 (nivel del 5o/o) en los sistemas S2 y S4; en Axapusco lo mismo fue cierto solamente en el sistema S2 con el nivel más bajo de nitrógeno.

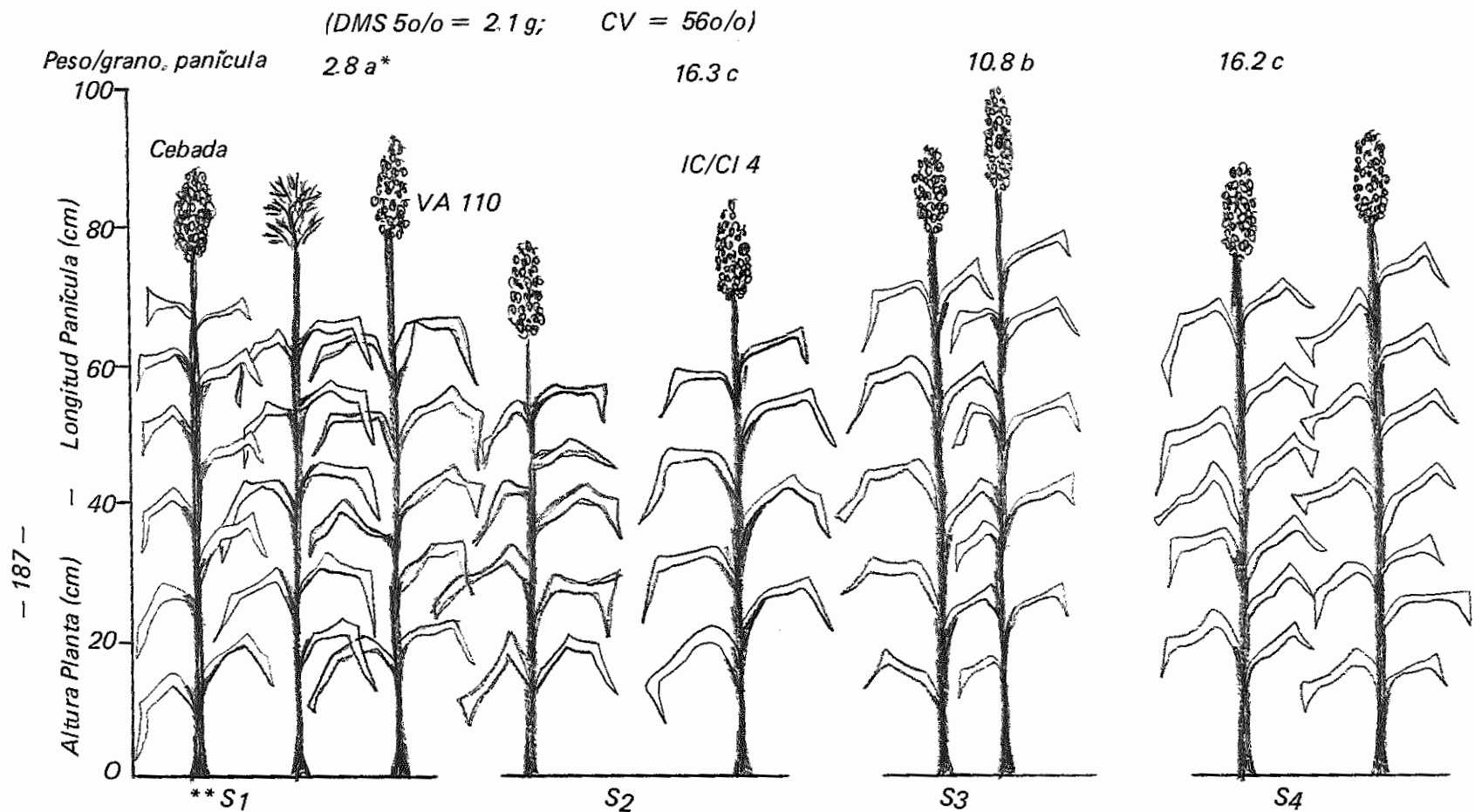
En ningún sitio hubo diferencias en rendimiento del sorgo entre los dos tratamientos de nitrógeno. Esto fue probablemente debido al hecho de que los niveles de N usados no fueron suficientemente diferentes.

Dentro de poco se llevará a cabo un análisis económico de los cuatro sistemas de cultivo.

CONCLUSIONES

Los resultados de 1983 alentaron la ampliación de un estudio integral de la tecnología de producción para sorgo en valles altos y una ampliación de 6 a 18 sitios, durante 1984.

Los datos de 1983 y 1984 muestran una gran necesidad de obtener genotipos con no más de 140 días a la madurez fisiológica (100 a 110 días a 50o/o de floración). Es también sorprendente la gran variación agroecológica espacial y cronológica a través de la mesa central de México. Esta variación debe ser definida mediante estudios sobre



- 187 -

S4/16

* Letras denotan diferencia significativa al 5o/o Duncan
 ** S1, S2, S3, S4 (Ver Figura 3)

DMS 5o/o para comparaciones
 Altura planta Longitud Panícula

Diferencias entre sistemas	4.6 cm	1.5 cm
Diferencias entre variedades dentro del mismo sistema	10.7 cm	2.2 cm
CV o/o	9	42

Figura 4 Altura de planta y longitud de panícula para las variedades de sorgo VA 110 (a la izquierda de cada sistema) e IC/CI (a la derecha de cada sistema) bajo cuatro sistemas de cultivos en el Valle de México (Chapingo).

Cuadro 6b Rendimiento de grano (TM/ha) de sorgo bajo diferentes sistemas de cultivos en cuatro localidades en los valles altos de México (Ensayo conducido en las fincas bajo condiciones de secano).

LOCALIDAD: PURIFICACION						
Sistema	Variedad de sorgo	Niveles de Nitrógeno				Media del Sistema
		N1		N2		
S1	VA-110	0.84 a	(3.39 a)	0.99 a	(3.12 a)	0.77 a
	IC/CI-4	0.65 a	(3.53 a)	0.59 a	(2.98 a)	
S2	VA-110	2.74 a		2.63 a		2.22 c
	IC/CI-4	1.77 b		1.75 b		
S3	VA-110	1.55 a		1.79 a		1.46 b
	IC/CI-4	1.30 a		1.20 a		
S4	VA-110	4.36 a		4.32 a		3.61 d
	IC/CI-4	2.89 b		2.87 b		

() – Rendimiento de grano de cebada (variedad local: Centinela, TM/ha)

Letras diferentes denotan diferencia significativa al 5 o/o de probabilidad.

CV datos de cebada – 19 o/o; CV datos de sorgo – 61 o/o.

DMS 5o/o para comparaciones entre variedades dentro del mismo sistema (datos cebada) – 1.71 TM/ha

DMS 5o/o para comparaciones entre niveles de N dentro del mismo sistema y la misma variedad (datos de cebada) – 0.73 “

DMS 5o/o para comparaciones entre medias de sistemas (datos de sorgo) 0.32 “

DMS 5o/o para comparaciones entre variedades dentro del mismo sistema y el mismo nivel de N (comparación vertical) – 0.76 “

DMS 5o/o para comparaciones entre variedad (comparación horizontal) – 0.57 “

Dado que no hubo diferencias entre tratamientos de N, no se usaron letras para denotar las comparaciones.

S1, S2, S3, S4 como en la Figura 3.

N1 – 40 kg/ha de N a la siembra + 40 kg/ha de N a las cuatro semanas

N2 – 40 kg/ha de N a la siembra + 60 kg/ha de N a las cuatro semanas

Fertilización con P constante a 40 kg/ha de P₂O₅

Cuadro 6c Rendimiento de grano (TM/ha) de sorgo bajo diferentes sistemas de cultivos en cuatro localidades en los valles altos de México (Ensayo conducido en las fincas bajo condiciones de secano).

LOCALIDAD: TEMASCALAPA, México

Sistema	Variedad	Nivel de Nitrógeno		Media del Sistema
		N1	N2	
S1	VA-110	0.53 a (2.36 a)	0.31 a (2.38 a)	0.33 a
	IC/CI-4	0.36 a (2.58 a)	0.12 a (2.80 a)	
S2	VA-110	1.52 a	1.59 a	1.19 b
	IC/CI-4	0.81 b	0.83 b	
S3	VA-110	0.46 a	0.44 a	0.35 a
	IC/CI-4	0.36 a	0.14 a	
S4	VA-110	1.61 a	1.60 a	1.33 b
	IC/CI-4	1.07 b	1.03 b	

() – Rendimiento de grano de cebada (variedad local Centinela, TM/ha)

Letras diferentes denotan diferencia significativa al 50/o de probabilidad.

CV datos de cebada – 28 o/o; CV datos de sorgo – 73 o/o

DMS 50/o Para comparaciones entre variedades dentro del mismo sistema (datos cebada) – 0.93 TM/ha

DMS 50/o Para comparaciones entre niveles de N dentro del mismo sistema y la misma variedad (datos cebada) – 1.66 ^{oo}

DMS 50/o para comparaciones entre medias de sistemas (datos sorgo) – 0.21 ^{oo}

DMS 50/o para comparaciones entre variedades dentro del mismo sistema y el mismo nivel de N (comparación vertical) – 0.50 ^{oo}

DMS 50/o para comparaciones entre medias de N dentro del mismo sistema y la misma variedad (comparación horizontal) – 0.37 ^{oo}

Dado que no hubo diferencias entre tratamientos de N, no se usaron letras para denotar las comparaciones.

S1, S2, S3, S4 como en la Figura 3.

N1 – 40 kg/ha de N a la siembra + 40 kg/ha de N a las cuatro semanas

N2 – 40 kg/ha de N a la siembra + 60 kg/ha de N a las cuatro semanas.

Fertilización con P constante a 40 kg/ha de P₂O₅

Cuadro 6d Rendimiento de grano (TM/ha) de sorgo bajo diferentes sistemas de cultivo en cuatro localidades en los valles altos de México (Ensayo conducido en las fincas bajo condiciones de secano).

LOCALIDAD: AXAPUSCO, México

Sistema	Variedad de sorgo	Niveles de Nitrógeno		Media del Sistema
		N1	N2	
S1	VA-110	0.90 a (1.38 a)	0.85 a (0.89 a)	0.88 b
	IC/CI-4	1.08 a (1.43 a)	0.70 a (2.20 a)	
S2	VA-110	1.51 a	1.23 a	1.10 b
	IC/CI-4	0.74 b	0.92 a	
S3	VA110	0.24 a	0.52 a	0.43 a
	IC/CI-4	0.51 a	0.43 a	
S4	VA-110	0.81 a	1.17 a	0.94 b
	IC/CI-4	1.05 a	0.74 a	

() – Rendimiento de grano de cebada (variedad local Centinela, TM/ha).

Letras diferentes denotan diferencia significativa al 5o/o de probabilidad.

CV – datos de cebada – 51o/o; CV datos de sorgo – 55 o/o

DMS 5o/o para comparaciones entre variedades dentro del mismo sistema (datos cebada) – 0.81 TM/ha

DMS 5o/o para comparaciones entre niveles de N dentro del mismo sistema y la misma variedad (datos cebada) – 0.85 ”

DMS 5o/o para comparaciones entre medias de sistemas (datos de sorgo) – 0.36 ”

DMS 5o/o para comparaciones variedades dentro del mismo sistema y el mismo nivel de N (comparación vertical) – 0.45 ”

DMS 5o/o para comparaciones entre medias de N dentro del mismo sistema y la misma variedad (comparación horizontal) – 0.42 ”

Dado que no hubo diferencia entre tratamientos de N, no se usaron letras para denotar las comparaciones.

S1, S2, S3, S4 como en la Figura 3.

N1 – 40 kg/ha de N a la siembra + 40 kg/ha de N a las cuatro semanas

N2 – 40 kg/ha de N a la siembra + 60 kg/ha de N a las cuatro semanas.

Fertilización con P constante a 40 kg/ha de P₂O₅.

genotipo-ambiente, si se desea lograr amplia adaptación de los genotipos.

El efecto de los grados diarios para crecimiento (GDC) sobre la germinación, crecimiento de la plántula, floración y llenado del grano, necesita ser estudiado para comprender el efecto del ambiente sobre el comportamiento del material genético.

Serán necesarios estudios socioeconómicos para suplementar la información agronómica sobre fechas de siembra, fertilización, control de malezas, población de plantas y sistemas de cultivos, como apoyo para la transferencia de la tecnología generada.

El siguiente paso dentro de la metodología es la validación de la tecnología generada. Se requiere de un año más antes de iniciar la transferencia de tecnología.

REFERENCIAS

Paul, C.L. 1983. Annual Report of the Agronomist, ICRISAT Regional Program for Latin America, CIMMYT, Mexico.

Romo Calderón, E., E. Rodríguez y C.L. Paul. 1984. Sorgo para los Valles Altos de México. Presentación de la 1a. Reunión Nacional sobre sorgo, 22-26 de octubre de 1984. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, N.L. México.

RESPUESTA DE MAÍZ (*Zea mays* L.) Y SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench)
A FERTILIZACIÓN DENTRO DE UN SISTEMA DE CULTIVOS
ASOCIADOS ADAPTADO A LADERAS ESCARPADAS
EN EL SUR DE HONDURAS*

Rigoberto Nolasco**
Compton L. Paul***

RESUMEN

Fue investigado el sistema de cultivos maíz + sorgo simultáneo casado en dos sitios (San Rafael y Río Grande) ubicado en laderas escarpadas en el sur de Honduras durante 1984. Los tratamientos incluyeron tres variedades de sorgo criollo fotosensitivo (Pelotón, Liberal y Coludo) en asocio con una variedad criolla de maíz (Raque). Tres niveles de nitrógeno fueron aplicados (N1 — 0; N2 — 20 kg/ha N a la siembra; N3 — 20 kg N a la siembra + 20 kg/ha N al aporque).

No hubo diferencia entre los rendimientos promedios de grano de las tres variedades de sorgo excepto en San Rafael donde Liberal rindió menos (sig. a 10o/o nivel) que Pelotón y Coludo. El nivel de nitrógeno N2 aumentó (5o/o nivel) el rendimiento de Pelotón en Río Grande.

En ambas localidades, no hubo diferencia en el rendimiento de maíz por las diferentes variedades de sorgo en la asociación. N2 no causó ningún incremento en el rendimiento de maíz pero N3 fue superior (5o/o nivel) a N1 en los casos de asocio con Coludo en San Rafael y Pelotón y Coludo en Río Grande. Parece que Liberal compitió más con el maíz para el nitrógeno sin mostrar un aumento propio en su rendimiento de grano.

La producción de grano total (maíz + sorgo) no dependió en la variedad de sorgo en el sistema en San Rafael pero en Río Grande, Liberal causó un rendimiento menor (5 o/o nivel) que el de Pelotón y Coludo. En San Rafael N3 produjo más (5o/o nivel) cuando se utilizó Coludo en el sistema; en Río Grande N2 produjo más (5o/o nivel) cuando fue utilizado Pelotón.

En resumen, las variedades de sorgo Pelotón y Coludo mostraron mejor respuesta a nitrógeno que Liberal. Los datos del primer año del estudio indicaron que el uso de nitrógeno es talvez más eficiente cuando la aplicación se hace al aporque en lugar de a la siembra.

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

** Coordinador del Programa Nacional de Sorgo, Secretaría de Recursos Naturales, Honduras, C.A.

*** Agrónomo, Programa de Sorgo para América Latina, ICRISAT, México.

INTRODUCCION

Existen varios sistemas de producción de maíz y sorgo intercalados en las pequeñas fincas de Centroamérica (Paul, 1984; Hawkins, 1984). En laderas escarpadas con suelo pedregoso y de poca profundidad, el sistema más importante es maíz + sorgo casado. En este sistema, las semillas de maíz y sorgo criollo fotosensitivo son sembradas en la misma mata en mayo/junio. El sorgo crece lentamente en la sombra del maíz hasta que se doble el maíz a su madurez fisiológica (Figura 1) en agosto/septiembre. Con más luz y falta de competencia del maíz, el sorgo empieza a crecer rápido, recibe un estímulo de floración en octubre, florece a fines de octubre y llega a su madurez fisiológica en diciembre. El maíz se cosecha en octubre, noviembre y el sorgo en enero.

Obviamente, la competencia entre las dos especies es máxima en comparación con otros sistemas de maíz + sorgo intercalados como los sistemas maíz + sorgo simultáneo adentro surco, maíz + sorgo simultáneo en camellón y maíz + sorgo al aporque. Los agricultores siembran en sistema casado por la facilidad de cuidar menos matas bajo condiciones de pocos recursos, poca labor disponible, suelos muy pobres y terrenos muy difíciles de trabajar.

No existe ningún reporte sobre la investigación del sistema casado aunque el sistema de siembra en una gran escala en las montañas de Honduras, Guatemala y El Salvador. Esta presentación reporta sobre el efecto de nitrógeno aplicado en pequeñas dosis a la siembra y al aporque. El estudio se realizó en las montañas en el sur de Honduras por la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras en colaboración con el Instituto Internacional para la Investigación de Cultivos para los Trópicos Semi-áridos (ICRISAT).

Experimental:

El diseño experimental fue un 3 x 3 factorial utilizando parcelas divididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas principales fueron las tres variedades criollas fotosensitivas Pelotón (V1), Liberal 5177 (V2) y Coludo (V3) y las menores fueron:

- N1 – 0 kg/ha de N*
- N2 – 20 kg/ha de N a la siembra*
- N3 – 20 kg/ha de N a la siembra + 20 kg/ha N al aporque*

La variedad de maíz fue Raque (criollo).

El arreglo de siembra fue 83 cm entre matas y 90 cm entre surcos (26.770 plantas de maíz + 66.930 plantas de sorgo = 93.700 plantas/ha), lo cual es lo mismo usado por los pequeños agricultores. La aplicación de nitrógeno fue en la forma de fertilizante urea. Las prácticas culturales fueron las mismas utilizadas por los agricultores. El terreno fue deshierbado a mano antes de la siembra. No hubo ninguna labranza (no es posible en este

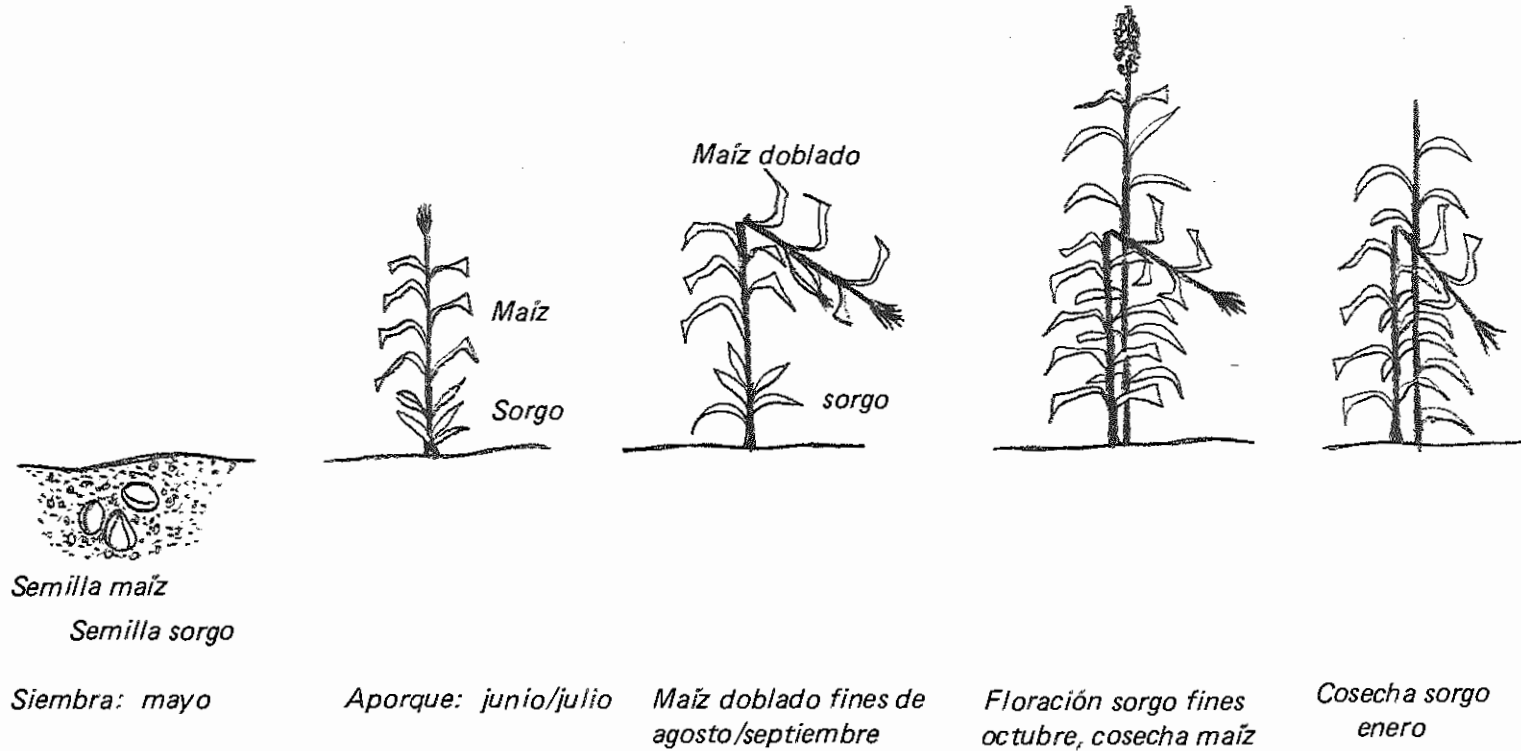


Figura 1 Sistema maíz + sorgo casado (Diagrama esquemático)

terreno). Las semillas fueron depositadas con la ayuda de chuzo. El fertilizante se aplicó a mano en forma mateado. Se deshirió una vez con azadón al momento del aporque que fue hecho también por azadón.

El ensayo fue sembrado en los dos sitios, Río Grande (El Triunfo) y San Rafael (Namasigüe).

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Rendimiento del maíz

El rendimiento de maíz en Río Grande y San Rafael se presenta en los Cuadros 1 y 2, respectivamente. No hubo diferencia en el rendimiento de maíz por las diferentes variedades de sorgo en la asociación en ambas localidades. La aplicación de 20 kg N/ha a la siembra (N2) no causó ninguna respuesta en el rendimiento de maíz en ninguna de las variedades en ninguna localidad. Es posible que la aplicación de nitrógeno a la siembra causó que el sorgo creciera y compitiera más con el maíz y como consecuencia el maíz no pudo aprovechar la aplicación del nitrógeno. Desafortunadamente, no se midió el crecimiento de los cultivos.

N3 fue superior (50/o nivel de probabilidad) a N1 en los casos de asocio con Coludo en San Rafael y Pelotón y Coludo en Río Grande. Aparentemente, la aplicación de nitrógeno al aporque es mejor para obtener respuesta en el rendimiento de maíz, posiblemente porque el maíz puede competir más con el sorgo cuando avanza más el ciclo.

La comparación entre la aplicación de nitrógeno a la siembra (N2) y también al aporque (N3) mostró que N3 fue superior en el rendimiento de maíz solamente en el caso de asocio con Coludo en San Rafael y en asocio con Liberal en Río Grande.

Rendimiento de sorgo

Los resultados se presentan en los Cuadros 3 y 4. Los niveles de nitrógeno utilizados no causaron ningún efecto sobre el rendimiento de sorgo, excepto en Río Grande donde N2 aumentó (50/o nivel) el rendimiento de Pelotón sobre N1 y N3. Es posible que la aplicación de nitrógeno al aporque (N3) causó que el maíz compitiera más con el sorgo y bajó el rendimiento de sorgo o negó una respuesta positiva de lo mismo.

No hubo diferencia entre los rendimientos promedios de grano de sorgo de las tres variedades, excepto en San Rafael, donde Liberal rindió menos (sig. a 100/o nivel) que Pelotón y Coludo.

Rendimiento de grano total

Los resultados se presentan en los Cuadros 5 y 6. La producción de grano total (maíz + sorgo) no dependió de la variedad de sorgo en el sistema en San Rafael, pero en

Cuadro 1 Rendimiento de maíz (variedad Raque) en el sistema maíz + sorgo casado, Río Grande, Honduras, 1984.

Variedad de sorgo asociado	Nivel Nitrógeno	Rendimiento Grano (TM/ha)	
		Para cada N	Promedio Variedad sorgo asociado
Pelotón	N1	1.34 a*	1.51 a**
	N2	1.44 ab	
	N3	1.75 b	
Liberal	N1	1.42 ab	1.43 a
	N2	1.24 a	
	N3	1.63 b	
Coludo	N1	1.56 a	1.71 a
	N2	1.69 ab	
	N3	1.88 b	
DMS 10o/o TM/ha		0.27	0.32
DMS 5 o/o		0.32	0.40
CV – 26 o/o			

Rendimientos seguidos por la misma letra no tienen diferencia significativa a 5 o/o de probabilidad.

* Comparación dentro de la misma variedad de sorgo

** Comparación de promedios

N1 0 kg N/ha

N2 20 kg N/ha a la siembra

N3 20 kg N/ha a la siembra + 20 kg N/ha al aporque

Cuadro 2 Rendimiento de maíz (variedad Raque) en el sistema maíz + sorgo casado, San Rafael, Honduras, 1984.

Variedad de sorgo asociado	Nivel Nitrógeno	Rendimiento grano (TM/ha)	
		Para cada N	Promedio Variedad sorgo asociado
Pelotón	N1	1.57 a*	1.81 a**
	N2	1.62 a	
	N3	2.23 a	
Liberal	N1	1.37 a	1.14 a
	N2	1.02 a	
	N3	1.03 a	
Coludo	N1	1.26 a	1.53 a
	N2	1.08 a	
	N3	2.24 b	
DMS 10 o/o TM/ha		0.80	1.19
DMS 5 o/o		0.97	1.50
CV = 61 o/o			

Rendimientos seguidos por la misma letra no tienen diferencia significativa a 5o/o de probabilidad.

* Comparación dentro de la misma variedad de sorgo

** Comparación de promedios

N1 = 0 kg N/ha

N2 = 20 kg/ha N a la siembra

N3 = 20 kg/ha N a la siembra + 20 kg N/ha al aporque

Cuadro 3 Rendimiento de sorgo en el sistema maíz + sorgo casado, Río Grande, Honduras, 1984.

Variedad	Nivel Nitrógeno	Rendimiento Grano (TM/ha)	
		Para cada N	Promedio variedad
Pelotón	N1	1.68 a*	1.99 a**
	N2	2.66 b	
	N3	1.64 a	
Liberal	N1	1.34 a	1.60 a
	N2	1.74 a	
	N3	1.71 a	
Coludo	N1	2.02 a	1.81 a
	N2	1.81 a	
	N3	1.69 a	
DMS 10o/o (TM/ha)		0.68	0.58
DMS 5o/o		0.82	0.73
CV = 35 o/o			

Rendimientos seguidos por la misma letra no tienen diferencia significativa a 5 o/o de probabilidad.

* Comparación dentro de la misma variedad

** Comparación de promedios

N1 0 kg N/ha

N2 20 kg/ha N a la siembra

N3 20 kg/ha N a la siembra + 20 kg N/ha al aporque

Cuadro 4 Rendimiento de sorgo en el sistema maíz + sorgo casado, San Rafael, Honduras, 1984.

Variedad	Nivel Nitrógeno	Rendimiento grano (TM/ha)	
		Para cada N	Promedio variedad
Pelotón	N1	1.66 a*	1.81 a**
	N2	1.77 a	
	N3	2.00 a	
Liberal	N1	1.08 a	1.32 a
	N2	1.60 a	
	N3	1.28 a	
Coludo	N1	1.62 a	1.79 a
	N2	1.61 a	
	N3	2.13 a	
DMS 10o/o (TM/ha)		0.56	0.45
DMS 5 o/o		0.67	0.57
CV = 34 o/o			

Rendimientos seguidos por la misma letra no tienen diferencia significativa a 5 o/o de probabilidad.

* Comparación dentro de la misma variedad

** Comparación de promedios

N1 – 0 kg N/ha

N2 – 20 kg N/ha a la siembra

N3 – 20 kg N/ha a la siembra + 20 kg/ha al aporque

Cuadro 5 Grano total producido en el sistema maíz + sorgo casado, Río Grande, Honduras, 1984.

Variedad	Nivel Nitrógeno	Grano Total (maíz + sorgo) TM/ha Para cada N	Promedio variedad sorgo en asocio
Pelotón	N1	3.02 a*	3.58 b**
	N2	4.10 b	
	N3	3.63 ab	
Liberal	N1	2.76 a	3.03 a
	N2	2.98 a	
	N3	3.34 a	
Coludo	N1	3.58 a	3.55 b
	N2	3.50 a	
	N3	3.56 a	
DMS 10 o/o (TM/ha)		0.83	0.39
DMS 5 o/o		1.01	0.50
CV = 21 o/o			

Rendimientos seguidos por la misma letra no tienen diferencia significativa a 5 o/o de probabilidad.

* Comparación dentro de la misma variedad de sorgo

** Comparación de promedios

N1 — 0 kg N/ha

N2 — 20 kg N/ha a la siembra

N3 — 20 kg N/ha a la siembra + 20 kg N/ha al aporque

Cuadro 6 Grano total producido en el sistema maíz + sorgo casado, San Rafael, Honduras, 1984.

Variedad	Nivel Nitrógeno	Grano Total (maíz + sorgo) TM/ha	
		Para cada N	Promedio variedad sorgo en asocio
Pelotón	N1	3.23 a	3.61 a
	N2	3.38 a	
	N3	4.22 a	
Liberal	N1	2.44 a	2.45 a
	N2	2.62 a	
	N3	2.30 a	
Coludo	N1	2.88 a	3.34 a
	N2	2.69 a	
	N3	4.37 b	
DMS 10 o/o (TM/ha)		1.03	1.65
DMS 5 o/o		1.24	2.08
CV = 41 o/o			

Rendimientos seguidos por la misma letra no tienen diferencias significativas a 5 o/o de probabilidad.

* Comparación dentro de la misma variedad de sorgo

** Comparación de promedios

N1 – 0 kg N/ha

N2 – 20 kg N/ha a la siembra

N3 – 20 kg N/ha a la siembra + 20 kg N/ha al aporque

Río Grande, Liberal causó un rendimiento menor (50/o nivel) que el de Pelotón y Coludo. En San Rafael N3 produjo más (50/o nivel) cuando se utilizó Coludo en el sistema; en Río Grande N2 produjo más (50/o nivel) cuando se utilizó Pelotón.

La variación en los resultados adentro de cada sitio y a través de los dos sitios se debe en parte al hecho de que en Laderas el terreno es muy variable en pendiente, textura y profundidad del suelo, e. intercepción de la luz solar. Aunque se tienen solamente datos de un año de investigación, los resultados presentaron una mejor vista de los aspectos de competencia entre maíz y sorgo en el sistema. En la Figura 2 se presenta un resumen de las conclusiones amplias en una forma esquemática sobre el efecto de nitrógeno en el sistema. Las investigaciones del futuro incluirán tratamientos de niveles de nitrógeno aplicado al aporque ya que el agricultor prefiere apoyar más el maíz; el sorgo se siembra como seguridad en caso de una falla del maíz. El uso de diferentes variedades de sorgo permitirá conclusiones sobre las variedades más eficientes en el uso de nitrógeno. También, se piensa utilizar más sitios y medir más parámetros como crecimiento de los dos cultivos, los cuales son muy importantes para interpretar los resultados.

REFERENCIAS

Hawkins, R. 1984. El sorgo en Latinoamérica: Una revisión general. Presentación en el taller sobre sorgo en sistemas de producción en América Latina, CIMMYT, El Batán, México, 16-22 septiembre, 1984.

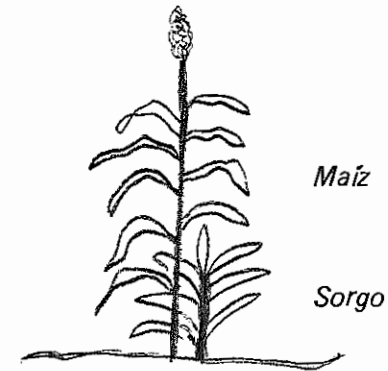
Paul, C.L. 1984. La investigación en sistemas de producción con sorgo en Honduras. Presentación en el taller sobre sorgo en sistemas de producción en América Latina, CIMMYT, El Batán, México, 16-22 septiembre, 1984.

APLICACION A LA SIEMBRA



El sorgo aprovecha más el nitrógeno (talvez crece más vegetativamente) y puede competir tanto con el maíz que éste no da respuesta a la aplicación de N.

APLICACION AL APORQUE



El maíz aprovecha más el nitrógeno y puede competir tanto con el sorgo que este no da respuesta a la aplicación de N.

Figura 2 Conclusiones amplias sobre la aplicación de nitrógeno en el Sistema Maíz + Sorgo casado (Basadas en un año de investigaciones).

ELABORACION DE HARINAS DE SORGO PREGELATINIZADAS*

Ramírez, B. R.
Martínez, B. F.
Calderón, D. G. **
Guiragossian, V.

RESUMEN

El presente estudio fue realizado con el fin de obtener las mejores condiciones de un proceso hidrotérmico para obtener harinas pregelatinizadas, tomando como restricciones tiempo, gasto de energía y características de gelatinización y su efecto en pan, tortillas y atole.

La variedad de sorgo seleccionada fue el comercial Purépecha. Las condiciones de proceso seleccionadas fueron tres temperaturas de maceración (22, 50, 70°C) y cuatro diferentes tiempos de tratamiento térmico en autoclave a 121°C (1, 5, 15 y 25 minutos).

Los mejores resultados se obtuvieron con 5 minutos de tratamiento térmico en autoclave y maceración a 22°C, hasta alcanzar la humedad requerida para el producto a elaborar.

Se produjeron dos tipos de harinas, una para producción de atole y otra para pan y tortillas, utilizando diferentes proporciones de sustitución de las harinas pregelatinizadas de sorgo y también harina integral de sorgo.

Los productos elaborados se sometieron a análisis estadístico con base al cual los panes mostraron aceptación hasta un nivel de sustitución de 20o/o de harina de sorgo y 10o/o de harina pregelatinizada, en mezclas con harina de trigo.

Las tortillas resultaron aceptables hasta niveles de 30o/o de harina integral y 100o/o de harina pregelatinizada. El atole no mostró diferencia significativa en relación a los testigos (atole comercial de maíz y soya).

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

** Encargada del Laboratorio de Farinología. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). México.

INTRODUCCION

Los cereales constituyen el alimento básico y la mayor fuente de energía en el medio urbano y de proteínas en el medio rural de la población de México (5.)

Los problemas de producción en el campo y el incremento de la población han dado como resultado que la demanda de cereales básicos, tales como maíz y trigo, no logre cubrirse con la producción nacional, abriéndose de esta forma una perspectiva para el uso de otros cereales como complementos en los productos elaborados con los cereales tradicionales.

Debido al gran desarrollo alcanzado por el cultivo de sorgo en México se vislumbran posibilidades de introducir variedades blancas, bajas en polifenoles y libres de taninos para alimentación humana.

El uso principal del sorgo en el Hemisferio Occidental ha sido para alimentación animal, limitándose su uso para consumo humano a algunos países de Africa, India, China, y Centroamérica (Bedolla, et al, 1982; Futrell y Robert, 1982; Rooney, 1979 y Khan, 1980).

El presente estudio fue realizado con el fin de obtener las mejores condiciones de un proceso hidrotérmico para la preparación de harinas pregelatinizadas tomando como restricciones, tiempo, características de gelatinización y gasto de energía, así como también, observar la influencia de las harinas pregelatinizadas sobre la calidad en pan, tortillas y atoles, como una alternativa para el uso del sorgo en alimentación humana.

REVISION DE LITERATURA

El sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) es uno de los cereales más cultivados en el mundo. En los últimos años su cultivo ha cobrado un interés creciente, debido principalmente, a que es un cereal que puede tolerar tanto climas áridos como húmedos y que prospera en condiciones agronómicas muy variables, lo que permite su producción en tierras marginadas a otros cultivos (Wall y Ross, 1975).

El sorgo proviene de Africa y Asia y fue traído a México en 1944 por la Oficina de Estudios Especiales de la Secretaría de Agricultura y Ganadería. Actualmente el sorgo es utilizado en su mayor proporción como alimento para ganado en el Hemisferio Occidental, y sólo en pequeña proporción en industrias de harina (George y Munck, 1980), mientras que en Africa y Asia se usa para la preparación de bebidas y otros alimentos.

Se han realizado investigaciones con el fin de incorporar el sorgo blanco a la dieta humana de los países occidentales.

Rooney, et al (1970) desarrollaron una fórmula para fabricar pan con 100o/o de harina integral de sorgo.

Bady y Hosenev (1977) demostraron que no hay diferencia significativa en el volumen de hogaza de pan al incorporar 5o/o de harina de sorgo a la harina de trigo.

Wall y Ross (1975) citan que la pregelatinización del almidón imparte a la harina propiedades funcionales que facilitan su utilización en la preparación de alimentos.

Powell (1967) cita que la adición de almidón pregelatinizado en mezclas de harinas para pastel incrementa la absorción de agua de la masa, ayuda a la incorporación de aire y produce un pastel húmedo de buen volumen. Se usa también en carnes frías para estabilizar el contenido de humedad y en la manufactura de galletas haciendo más maleable la masa.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó grano de sorgo de la variedad Purépecha, harina nixtamalizada comercial (MINSAL), harina de trigo comercial (72o/o extracción), harina de maíz comercial para atole (MAIZENA) y harina de soya comercial para atole (SOYA TOLE).

La harina pregelatinizada se obtuvo a partir del grano de sorgo, el cual fue macerado, sometido a tratamiento térmico en autoclave y secado en estufa con circulación de aire forzada.

Las condiciones de dicho proceso seleccionadas inicialmente fueron tres temperaturas de maceración (22, 50 y 70°C) y cuatro diferentes tiempos de tratamiento térmico en autoclave a 121°C (1, 5, 15 y 25 minutos).

El secado se realizó a 120°C durante dos horas, moliéndose el grano en un molino de cuchillas y finalmente pulverizándolo en un molino UDY. Se realizó el viscoamilograma, índice de solubilidad e índice de absorción en agua de las harinas, seleccionando las mejores condiciones para el proceso en base a estos datos. La Figura 1 muestra el diagrama de bloques del proceso. Se seleccionaron dos procesos para obtención de harinas en base a tratamiento térmico destinadas una para la elaboración de pan y tortillas y la otra en la producción de atoles.

Para el estudio de elaboración de tortillas se desarrollaron seis fórmulas, tres con la harina sin pregelatinizar y el resto con harina pregelatinizada. Las proporciones de sustitución fueron 20, 30 y 100 o/o.

Las tortillas se elaboraron adicionando agua a la harina, amasando manualmente hasta obtener la consistencia adecuada, se pesaron fracciones de masa de 25 g, prensán-

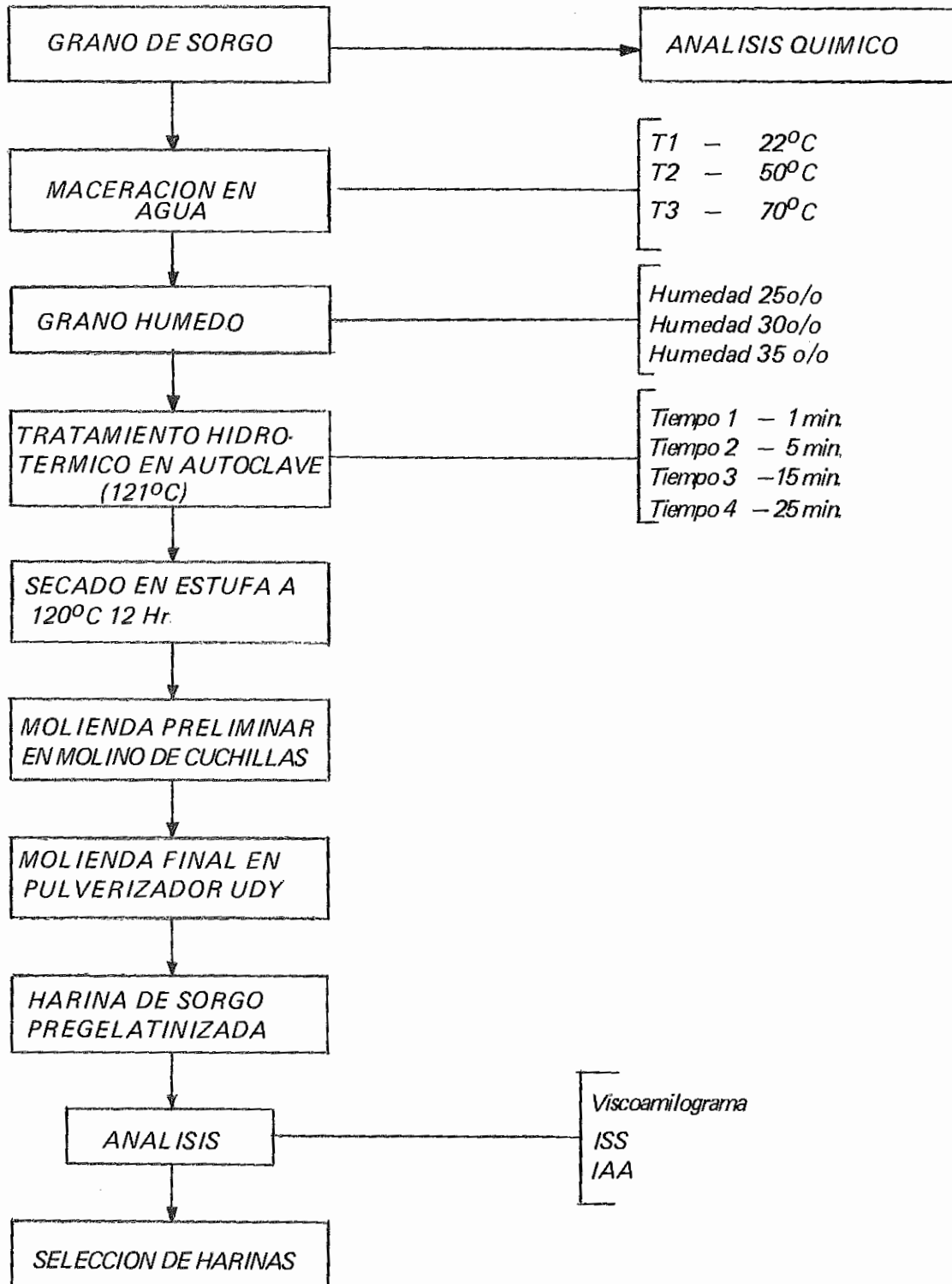


Figura 1 Diagrama de bloques para la obtención de harinas pregelatinizadas.

dose en una tortilladora manual. El proceso de cocción se llevó a cabo en una plancha metálica, calentada a 200°C.

Para la elaboración del pan se realizaron 10 fórmulas, 5 con harina pregelatinizada de sorgo y 5 con harina sin pregelatinizar. Los niveles de sustitución fueron 10, 20, 40, 60 y 100o/o por las harinas. Conjuntamente se trabajó con un testigo (100o/o harina de trigo). El pan se elaboró por el método de masa directa (AACC).

En la preparación de atole se utilizó únicamente harina de sorgo pregelatinizada, comparando con los atoles comerciales. Se produjeron atoles de tres sabores diferentes (fresa, chocolate y natural).

Los atoles se prepararon utilizando 25 g de harina pregelatinizada mezclando con 350 ml de leche y 15 g de azúcar, agitando y calentando hasta ebullición. Se adicionó color y sabor artificial para los atoles de fresa y chocolate.

Todos los productos se analizaron sensorialmente por un grupo de 10 a 12 catadores seleccionados al azar, utilizando una escala hedónica de 9 puntos. Los atributos medidos fueron color, aroma, sabor, textura y apariencia general. La Figura 2 muestra el diagrama de obtención de los productos mencionados.

Los análisis realizados fueron: índice de absorción de agua e índice de solubilidad en agua (Anderson et al, 1969), viscosidad (viscoamilógrafo de Brabender), bromatológico (AACF) y algunos especiales, linina (18), Triptofano (10), taninos (15) y fenoles (6). Los resultados se trataron estadísticamente por análisis de varianza, prueba de Friedman y la prueba de Orden de Rangos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 muestra los tiempos de maceración requeridos para alcanzar un intervalo de humedades alrededor de la de equilibrio.

Cuadro 1 Tiempos de maceración del grano de sorgo (Hr.)

Temp. de agua de maceración	Humedad de grano		
	25 o/o	30 o/o	35 o/o
22°C	1.73	6.78	26.72
50°C	0.42	1.22	1.78
70°C	0.25	0.78	1.33

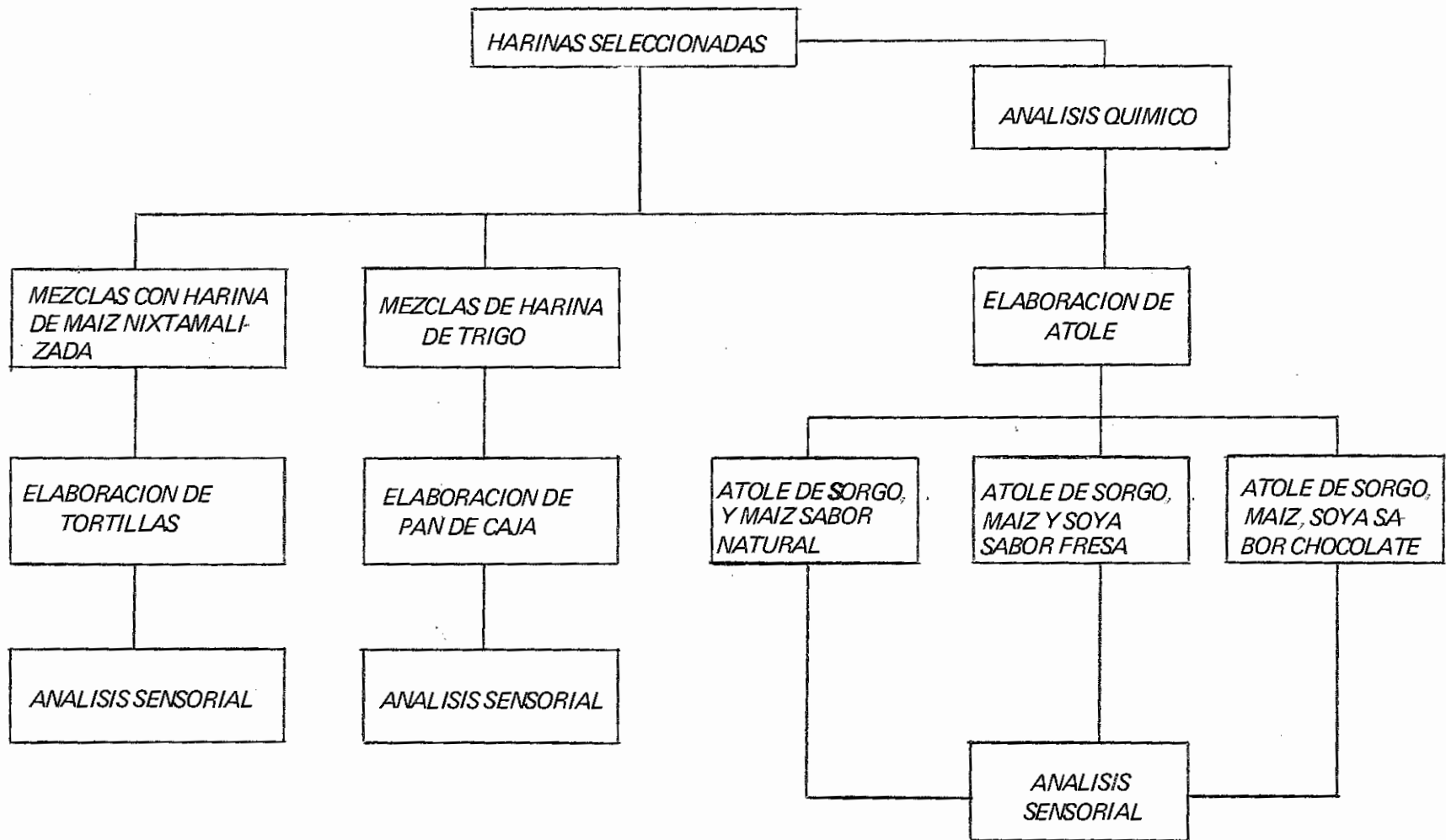


Figura 2 Diagrama de obtención de productos con sorgo.

La combinación de las tres temperaturas de maceración (TM), con las tres humedades del grano al salir (H) y con los cuatro tiempos de tratamiento en autoclave (TA) se analizaron con respecto a los índices de absorción y solubilidad con agua y a la viscosidad, ya que son una medida representativa del grado de gelatinización.

En el Cuadro 2, se muestra el análisis de varianza de estos resultados. Se puede observar que el tiempo en autoclave y la humedad en el grano, como también su interacción influenciaron sobre todas las variables de respuesta.

Cuadro 2 Análisis de varianza de los factores del proceso de gelatinización.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	SUMA DE CUADRADOS			
		IAA	ISA	VM	VF
TA	5	4.3351 **	0.0018 **	19167.71 **	35437.15 **
H	2	1.9772 **	0.00040 **	5439.58 **	11077.78 **
T AxH	6	2.0522 **	0.00043 **	5718.75 **	10563.89 **
TM	2	0.0343	0.00015 **	75	92.36
TA x TM	6	0.0630	0.00012	125	349.31
Hx TM	4	0.1909	7x10-5	247.92	886.81
T AxHxTM	12	0.2621	23x10-5*	485.42	1496.53
Error	36	1.3013	34x10-5	2637.50	1812.50
Total	71	10.2161	29x10-5	33896.87	63716.32

* Diferencia significativa al 5o/o

** Diferencia significativa al 1o/o

- TA – Tiempo en autoclave a 121°C
- H – Humedad del grano al salir de maceración en agua
- TM – Temperatura del agua de maceración
- IAA – Índice de absorción de agua
- ISA – Índice de solubilidad en agua
- VM – Viscosidad máxima en el ciclo de calentamiento
- VF – Viscosidad final en el ciclo de enfriamiento

En el Cuadro 3 se presenta la comparación de las medias de respuesta de las variables en función de los parámetros que las afectaron para cada uno de sus niveles. Se puede observar que al aumentar el tiempo en autoclave el almidón aumentó su capacidad de absorción de agua y de solubilidad, ya que a mayor temperatura la velocidad de rompimiento de los puentes de hidrógeno que mantienen unida la estructura del gránulo de almidón es mayor, lo cual permite una mayor absorción de agua, aumentando también la velocidad de dispersión de las moléculas de amilosa hacia el medio exterior incrementando la

solubilidad del producto (12). Con respecto al índice de solubilidad, el análisis estadístico muestra que la variación es lo suficientemente pequeña, como para considerar iguales los tratamientos de 25, 15 y 5 minutos en autoclave; se observó variación únicamente a un minuto.

Cuadro 3 Prueba de Duncan

Factor	Nivel	Medias de las Variables de Respuesta			
		IAA	ISA	VM	VF
Tiempo de autoclave (min.)	25	2.9026 A	0.0466 A	1.111 A	5.556 A
	15	2.6172 B	0.0428 A	5.000 A	10.833 B
	5	2.4862 C	0.0446 A	13.611 B	22.778 C
	1	2.2212 D	0.0359 B	42.778 C	62.222 D
Humedad (o/o)	25	2.6385 A	0.0457 A	25.208 A	38.958 A
	30	2.7062 A	0.0413 B	17.500 B	28.125 B
	35	2.3257 B	0.0403 B	4.167 C	8.958 C

Analizando estos mismos factores (IAA, ISA), con respecto a la humedad del grano al salir del macerador, se nota una pequeña disminución de estos índices, al aumentar la humedad no presentando diferencia estadística entre 25 y 30 o/o con respecto al IAA y a 30 y 35o/o con respecto al ISA. Esta disminución al incrementar la humedad puede ser atribuida a un efecto más severo de retrogradación durante el secado, lo que se ve compensado por el efecto térmico a mayor tiempo (13).

Los valores de la viscosidad final y máxima disminuyeron conforme se aumentó el tiempo de tratamiento en autoclave así como también al aumentar la humedad, pudiéndose comprender en base al efecto del tratamiento térmico mayor, lo que facilita la penetración de agua en la melécula de almidón, generando un rompimiento más rápido y mayor número de gránulos dañados, provocando la generación de moléculas más pequeñas que presentan menor resistencia a fluir, ésto se traduce en menor viscosidad y además quizá un mayor efecto de retrogradación a mayor temperatura (13). Estadísticamente se determinó que a todas las humedades y los tiempos en autoclave la viscosidad final era diferente, mientras que la viscosidad máxima varió en igual forma con las diferentes humedades, mientras que en función del tiempo en autoclave no hubo diferencia a 25 y 15 minutos pero sí a 5 y 1 minuto.

Las condiciones del proceso se seleccionaron en base a los requerimientos del producto a elaborar y del análisis estadístico.

La temperatura de maceración no afectó las propiedades reológicas por lo que se decidió trabajar con la temperatura ambiental (22°C).

La humedad final del grano al salir de maceración se determinó en base al grado de gelatinización, escogiéndose un 30o/o para harinas que fueron usadas en atoles y un 25o/o para las empleadas en tortillas y pan, el tiempo en autoclave seleccionado fue de 5 minutos ya que produjo un grado de gelatinización semejante a los mayores, además de ser un proceso relativamente corto.

El Cuadro 4 presenta las condiciones del proceso hidrotérmico finales.

Cuadro 4 Parámetros de proceso de las harinas de los productos ensayados.

Harina	Producto a elaborar	Parámetros de Proceso			
		Temperatura maceración	Humedad de grano	Tiempo de autoclave	Secado a 50°C
A	Tortilla y pan de caja	22°C	25o/o	5 min.	13 hr.
B	Atole	22°C	30o/o	5 min.	13 hr.

Las harinas seleccionadas se analizaron con el fin de observar variaciones en su composición en función del tratamiento hidrotérmico. El Cuadro 5, muestra los resultados.

En el Cuadro 5 se puede observar que la proporción de lisina disponible permanece constante en la Harina A, mientras que en la Harina B disminuyó en un 17o/o. El triptofano se redujo en un 53o/o aproximadamente en los dos tipos de harinas. La pérdida de estos aminoácidos esenciales probablemente ocurrió durante el tratamiento térmico, siendo mayor para la lisina en la muestra B debido a una velocidad más alta de reacción con los azúcares reductores, los cuales se encuentran en menor cantidad que la Harina A (17).

El efecto del tratamiento hidrotérmico sobre los taninos y fenoles se puede considerar como benéfico ya que disminuyeron ambos casos, lo cual se atribuye a la solubilización de los mismos durante el remojo (Price y Buttler, 1980).

Cuadro 5 Composición química promedio.

Componente	Harina de sorgo	Harina A	Harina B
<i>o/o humedad</i>	2.11	8.010	7.32
<i>o/o grasa</i>	3.47	3.35	3.5
<i>o/o cenizas</i>	1.23	1.076	1.045
<i>o/o proteína</i>	8.65	8.9	8.7
<i>o/o triptofano en muestra</i>	0.043	0.021	0.02
<i>o/o lisina en proteína</i>	3.35	3.43	2.635
<i>Taninos</i>	0.036	0.023	0.000
<i>Fenoles</i>	0.247	0.063	0.105
<i>Azúcares reductores mg/g muestra</i>	0.547	0.261	0.104

El Cuadro 6, presenta los resultados del análisis de varianza del análisis sensorial en tortillas elaboradas con diferentes mezclas sorgo-maíz, en donde se observa que todas las mezclas utilizadas dieron producto diferente.

Cuadro 6 Análisis de varianza de análisis sensorial en tortillas.

Características	Grados de Libertad	Valor estadístico de la prueba
<i>Color</i>	6	10.96 **
<i>Aroma</i>	6	22.69 **
<i>Sabor</i>	6	28.95 **
<i>Textura</i>	6	18.09 **
<i>Apariencia general</i>	6	19.29 **

** Diferencia significativa al 1o/o

Para detectar las mezclas de sorgo y maíz óptimas se compararon todos los tratamientos con el testigo de 100o/o de maíz, mediante la prueba de Orden de Rangos. El Cuadro 7 muestra los resultados.

Cuadro 7 Comparación de las mezclas sorgo-maíz con el testigo de maíz en tortillas.

Características	Valor del estadístico de prueba de las composiciones					
	M2-M1	M3-M1	M4-M1	M5-M1	M6-M1	M7-M1
Color	9.5	21.5	46.5	34.5**	44.0**	43.0**
Aroma	5.0	4.5	15.0	22.0	26.0	28.5
Sabor	9.5	0.5	4.5	8.5	34.5**	22.0
Textura	0.5	0.5	16.0	4.0	31.5**	19.5
Apariencia general	1.5	7.0	25.5	11.5	32.0*	24.5

M1: 100o/o Harina nix tamalizada de maíz (HNM)

M2: 20o/o Harina de sorgo (HS), 80o/o (HNM)

M3: 20o/o Harina pregelatinizada de sorgo (HPS), 80o/o (HNM)

M4: 30o/o (HS), 70o/o (HNM)

M5: 30o/o (HPS), 70o/o (HNM)

M6: 100o/o (HS)

M7: 100o/o (HPS)

* Diferencia significativa al 5o/o

** Diferencia significativa al 1o/o

Para el color se presentaron diferencias con el testigo desde 30o/o de sustitución en adelante. En aroma no se detectaron diferencias a ningún nivel, mientras que en sabor, textura y apariencia sólo hubo diferencias entre la harina de sorgo sin pregelatinizar (100o/o) y el testigo.

Tomando en cuenta lo anterior, las mezclas adecuadas para producir tortillas son las compuestas hasta por un 20o/o de harina de sorgo con harina nix tamalizada de maíz y 30o/o de harina pregelatinizada de sorgo, complementada con maíz.

El Cuadro 8, presenta los resultados del análisis sensorial (tratados estadísticamente mediante análisis de varianza) para el pan de caja elaborado con mezclas de harina de sorgo (HS), harina pregelatinizada de sorgo (HPS) y harina de trito (HT) en diferentes proporciones.

Cuadro 8 *Análisis de varianza de las calificaciones asignadas a pan con diferentes mezclas sorgo-trigo.*

<i>Características</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Valor del estadístico de prueba</i>
<i>Color</i>	7	16.51*
<i>Aroma</i>	7	9.24
<i>Sabor</i>	7	13.36
<i>Textura</i>	7	29.68**
<i>Apariencia general</i>	7	15.00*

* *Diferencia significativa 0.05*

** *Diferencia significativa 0.01*

El análisis mostró diferencia significativa en color, textura y apariencia general.

El Cuadro 9 muestra el análisis estadístico (prueba de Orden de Rangos), para las diferentes mezclas.

La comparación de las diferentes mezclas con el testigo (100o/o HT) mostró diferencia significativa únicamente en la textura del pan compuesto por 60o/o de sorgo pregelatinizado y 40o/o de trigo. Sin embargo, los valores de los estadísticos de prueba para los demás atributos de este tratamiento (textura), y para todos los atributos del pan con 40o/o de sorgo sin pregelatinizar, resultaron cercanos al valor de significancia.

Cuadro 9 *Comparación de las mezclas sorgo-trigo con el testigo de trigo puro en pan*

<i>Característica</i>	<i>Valor del estadístico de prueba de las comparaciones</i>						
	<i>M2-M1</i>	<i>M3-M1</i>	<i>M1-M1</i>	<i>M5-M1</i>	<i>M6-M1</i>	<i>M7-M1</i>	<i>M8-M1</i>
<i>Color</i>	9.0	13.0	11.5	4.5	30.0	29.0	35.0
<i>Sabor</i>	15.0	4.0	12.5	3.5	22.5	16.0	21.5
<i>Aroma</i>	8.0	3.5	7.0	1.5	31.0	9.5	22.5
<i>Textura</i>	6.0	1.0	12.5	10.5	35.5	19.5	30.0*
<i>Apariencia Gral.</i>	3.0	4.5	9.0	8.0	32.5	16.5	30.5

* *Diferencia significativa = 0.05*

M1: 100o/o HT M2: 10o/o HS, 90o/o HT M3: 10o/o HPS, 90o/o HT

M1: 20o/o HS, 80o/o HT M5: 20o/o HPS, 80o/o HT M6: 40o/o HS, 60o/o HT

M7: 40o/o HPS, 60o/o HT M:8: 60o/o HPS, 40o/o HT.

El Cuadro 10 muestra que a medida que se incrementó el porcentaje de las harinas de sorgo, la absorción de agua también aumentó, siendo mayor para las harinas pregelatinizadas (posee mayor capacidad de absorción). En ambos casos el volumen del pan disminuyó al aumentar la cantidad de harinas de sorgo.

Tomando en cuenta las características físicas y la aceptación de los panes se pueden aceptar mezclas hasta con 20o/o de harina de sorgo sin pregelatinizar y 40o/o con harina pregelatinizada.

Cuadro 10 Resultados de la prueba de panificación.

Tratamiento ^o	Absorción de H ₂ O (o/o)	Volumen de pan (cc)
0	77	700
10	80	715
10 P	89	710
20	81	675
20 P	89	675
40	82	620
40 P	92	540
60	83	400
60 P	105	405
100	89	270
100 P	115	310

Los porcentajes sin letra corresponden a harina de sorgo, los que incluyen letra (P) son de harina pregelatinizada.

Los atoles se prepararon utilizando 100o/o de harina de sorgo pregelatinizada, para el sabor natural el testigo fue atole de maíz y para los sabores de fresa y chocolate los testigos fueron de maíz y soya.

Se realizó análisis sensorial y los resultados se trataron estadísticamente. El Cuadro 11 resume los resultados.

El análisis de varianza únicamente mostró diferencia significativa en el color de atole de sorgo de sabor natural con respecto al atole de maíz, considerando al resto con características sensoriales adecuadas para su utilización (Cuadro 11).

Cuadro 11 *Análisis de varianza de las calificaciones asignadas al atole de sorgo comparado con atoles comerciales.*

<i>Características</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Valor estadístico de prueba</i>
<i>SABOR NATURAL</i>		
		<i>Sorgo versus Maíz</i>
<i>Color</i>	1	6.4 *
<i>Aroma</i>	1	0.4
<i>Sabor</i>	1	3.6
<i>Textura</i>	1	0.4
<i>Apariencia general</i>	1	2.4
<i>SABOR FRESA</i>		
		<i>Sorgo versus Maíz versus Soya</i>
<i>Color</i>	2	2.4
<i>Aroma</i>	2	5.4
<i>Sabor</i>	2	2.4
<i>Textura</i>	2	2.1
<i>Apariencia general</i>	2	5.6
<i>SABOR CHOCOLATE</i>		
		<i>Sorgo versus Maíz versus Soya</i>
<i>Color</i>	2	0.2
<i>Aroma</i>	2	0.6
<i>Sabor</i>	2	4.5
<i>Textura</i>	2	1.3
<i>Apariencia general</i>	2	0.6

* *Diferencias significativas = 0.05*

CONCLUSIONES

1. *El tratamiento hidrotérmico óptimo para obtener una harina pregelatinizada con características adecuadas en la producción de pan y tortillas fue de tiempo de maceración 22°C humedad hasta 25o/o, tiempo en autoclave a 121°C 5 min y secado a 50°C durante 13 horas. El tratamiento para obtener harinas pregelatinizadas para atole sólo difiere del anterior en que la humedad óptima del grano al salir de la maceración es de 30o/o.*
2. *En la elaboración de tortillas se recomienda utilizar mezclas con harina de sorgo hasta un 20o/o y pregelatinizada hasta un 30o/o.*
3. *El pan de caja puede contener hasta 20o/o de harina de sorgo sin tratamiento y 40o/o de sorgo pregelatinizado.*
4. *Se puede producir atoles naturales o de sabores, utilizando harina de sorgo pregelatinizada con atributos organolépticos y reológicos iguales a los comerciales de maíz y soya.*

BIBLIOGRAFIA

- ¹AACC. 1962. "Cereal Laboratory Methods", 57 Paul M.N. USA'
- ²Anderson et al (1969). "Gelatinization of com grists by roll and extrusion cooking". *Cereal Sci. Today*, 14:4-12.
- ³Badi, S.M. and Hosney R.C. (1977). "Use of pearl millet and sorghum flours in bread and cookies". *Proceedings: Symposium on sorghum and Millets for Haman Food, Tropical Products Institute, London*, pp. 37-39.
- ⁴Bedolla et al (1982). "The cooking characteristics of sorghum and corn for tortilla preparation by traditional methods". *In Proceeding of the INTSORMIL Sorghum Grain Quality Workshop for Latin America. INIA ICRISAT/CIMMYT. El Batán México*, pp. 56-79.
- ⁵Bourges H. (1982). "Encuestas Nutricionales realizadas en algunos barrio de la ciudad de México". *INN-Salvador Zubirán México*.
- ⁶Burns, R.E. (1971). "Methods of estimation on tannin in grain sorghum". *in: Agronomy Journal* 63: 511-512.

- ⁷Deyoe, Charles W.; Boerts J. Robinson (1979). "Sorghum and Pearl Millet Foods" In: *Tropical Foods*, Academic Press Inc. 1:217-287.
- ⁸Futrell y Robert (1982). "The cooking characteristics of sorghum and corn for tortilla preparation by traditional methods". In *Proceedings of the INTSORMIL. Sorghum Grain Quality Workshop for Latin America*. INIA-ICRISAT/CIMMYT. El Batán, México. pp. 56-79.
- ⁹George E. I., Lars Munck (1980). *Cereals for Food and Beverages. Recent Progress in cereal chemistry*. Academic Press.
- ¹⁰Hernández, N. y Bates, L.S. (1969). *Modified method for rapid tryptophan analysis of maize*, Research Bulletin No. 13, CIMMYT, México.
- ¹¹Khan, M.N. (1980). Rooney L. W. and Earp. C.F. *The Technology of Sorghum Products*. Cereal Quality Laboratory, Texas A & M. University College Station Texas.
- ¹²Leach, H.W. (1967) "Gelatinization of starch", In *Starch: Chemistry and Technology*, Vol. I de Whistler, R. L. y Paschall, E. F. Academic Press Inc. USA pp. 289-307.
- ¹³Pomeranz Y. Shellenberger J.A. (1971). *Bread Science and Technology* Ed Publishing Co. Inc.
- ¹⁴Powell, E.L. (1967). "Production and use of pregelatinized starch". In *Starch: Chemistry and Technology*, Vol. II de Whistler, R.L.
- ¹⁵Prince y Buttler (1980). "Tannins and Nutrition". Department of Biochemistry. Purdue University. West Lafayette, Indiana. Station Bulletin No. 272, 37 p.
- ¹⁶Rooney et al (1970). Johnson, J.W. and Rosenow, D.T. *Sorghum quality improvement: Types for food*. *Cereal Science Today* 15:240-243.
- ¹⁷Santos A. (1980). "Bioquímica de Cereales y sus productos", Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México p. 57.
- ¹⁸Villegas F. y Mertz, E.T. (1971). *Métodos químicos usados en CIMMYT para determinar la calidad de la proteína de maíz*. Folleto de Investigación No. 20, México.
- ¹⁹Wall y Ross (1975). *Producción y usos del sorgo*. Traducción de Battara, A.D. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, 399 p.

UTILIZACION DE HARINA DE SORGO EN PANIFICACION*

Rivera, M. V.
Martínez, B. F.
Calderón, D. G. **
Guiragossian, V.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar los efectos de la utilización de harina de sorgo integral y pregelatinizada sobre las características reológicas en panificación y galletería.

Se utilizó una línea de sorgo blanco (Sorghum bicolor L. Moench) para preparar las harinas: Se prepararon cinco formulaciones utilizando 10, 15, 20, 25 y 30o/o de cada tipo de harinas de sorgo en sustitución de harina de trigo comercial.

Se realizaron pruebas reológicas en masa y pruebas de calidad en producto terminado. Los datos se trataron estadísticamente.

Todas las características reológicas y sensoriales fueron mejores a menor grado de sustitución con ambas harinas para las pruebas en panificación, siendo factible su utilización, (en base a la de datos estadísticos) hasta un 15o/o de sustitución.

La calidad en galletería no mostró diferencia significativa a ningún nivel de sustitución en ambas harinas con respecto al testigo recomendado, se usó hasta un 30o/o de sustitución.

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

** Encargada del Laboratorio de Farinología. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). México.

INTRODUCCION

El cultivo de sorgo ha alcanzado una importancia básica dentro de la producción de cereales, constituyéndose en parte esencial de la dieta humana de muchos países, principalmente en Asia y Africa.

La importancia de este cereal radica en su amplia adaptación tanto en climas áridos como húmedos, altos rendimientos y facilidad de cosecha mecanizada, ocupando en el país actualmente un tercer lugar en lo que respecta a superficie cultivada y un quinto lugar a nivel mundial en área cosechada.

La introducción de líneas experimentales de sorgos blancos con ausencia de taninos y reducido contenido de fenoles, plenamente adaptados a las diferentes regiones del país, han dado un gran margen a la elaboración experimental de diversos alimentos a base de este cultivo, como es el caso de harinas nixtamalizadas, atoles, tortillas y hojuelas, tratando de desplazar de esta forma, su uso cotidiano (alimentación animal).

Considerando la gran aceptación y proyección que están teniendo estos sorgos blancos en las diferentes zonas productivas, así como también los resultados satisfactorios obtenidos en la elaboración de alimentos básicos como las tortillas, el presente trabajo tuvo como objetivo principal estudiar el efecto de la adición de harina de sorgo integral y pregelatinizada a la harina de trigo, sobre las características reológicas de pan y galletas.

REVISION BIBLIOGRAFIA

El cultivo de sorgo se conoce desde el año 700 A.C., siendo en la actualidad uno de los cereales más cultivados en el mundo.

El grano de sorgo tiene usos diferentes dependiendo de la región donde se produzca, y su cultivo ha cobrado un interés creciente debido a que es un cereal que puede prosperar en condiciones agronómicas muy variadas.

En USA es utilizado en la mayor proporción como forraje y sólo de 3-5o/o se emplea en algunas industrias de harinas, así como también para otros fines industriales Deyoes et al 1979, George Y Lars, 1980.

En Africa y Asia se usa como alimento o se preparan bebidas con bajo nivel alcohólico, Deyoes et al, 1979. Debido a sus ventajas agronómicas (facilidad de cosecha, alto rendimiento), se han realizado diferentes investigaciones con el objeto de incorporar el sorgo blanco a la dieta en los países occidentales, ya que esa variedad de sorgo es baja en polifenoles y libre de taninos.

Rooney et al, 1970, desarrollaron una fórmula para fabricar pan con 100o/o de harina de sorgo.

Investigadores de la Universidad de Texas, obtuvieron pan aceptable conteniendo 20-30o/o de harina de sorgo, y a un nivel más bajo de sustitución (5o/o) no mostró diferencia significativa con respecto al testigo (Deyoes, et al, 1979, Rooney, et al, 1980).

Badi y Hosenev (1977) demostraron que no hubo diferencia significativa en volumen de panes con 5 y 20o/o de harina de sorgo con respecto a pan con 100o/o de harina de trigo.

Casier et al (1977) desarrollaron una fórmula para preparar pan de sorgo de buena calidad utilizando 2-4o/o de pentasonas.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó una línea de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) proporcionado por el CIMMYT y harina de trigo de marca comercial (72o/o extracción).

Se prepararon dos tipos diferentes de harinas de sorgo, una integral y la otra pregelatinizada. La harina integral se obtuvo mediante molienda y pulverización. La harina pregelatinizada se preparó mediante un tratamiento hidrotérmico, el cual consistió en maceración de la muestra en agua (13 horas a temperatura ambiente), tratamiento térmico en autoclave (5 minutos 121°C) y secado (50°C, 15-18 horas). Con cada harina se prepararon 5 formulaciones sustituyendo 10, 15, 20, 25 y 30o/o de harina de trigo por las harinas de sorgo. Las 10 mezclas se sometieron a proceso de panificación y elaboración de galletas.

El pan se realizó por el método de masa directa y las galletas según cita el AACC (1). Para el amasado se utilizó una mezcladora de tipo universal. La fermentación se llevó a 30°C y 75o/o humedad relativa. El cocimiento se efectuó a 232°C durante 25 minutos. Las galletas se cortaron de la masa preparada y se sometieron a cocimiento a 204°C por 12 minutos.

A las harinas se les determinó su composición con el fin de observar el efecto del tratamiento hidrotérmico sobre la misma.

A las masas de las harinas en sus diferentes formulaciones se les determinaron algunas de sus propiedades reológicas, como son: temperatura inicial de gelatinización, temperatura de viscosidad máxima, rango de gelatinización, viscosidad máxima, viscosidad mínima a temperatura constante y viscosidad final. Todo esto se realizó en un viscoamilógrafo de Brabender. Con un microfarinógrafo Brabender se determinaron las propiedades de mezclado de las fórmulas obteniéndose la cantidad de absorción de agua, tiempos de llegada, tiempo de desenvolvimiento y tiempo de extensión. Los

índices de absorción y solubilidad se determinaron según cita Anderson, R.A. (1969) y los bromatológicos por la metodología de la AACC, 1962.

Para la evaluación sensorial del pan se determinó volumen de la hogaza, mediante un medidor de volumen basado en el desplazamiento de la semilla.

La calificación de color y textura de miga se efectuaron en base a una tabla hedónica, elaborada con un testigo considerado de características óptimas. Los resultados de la evaluación sensorial se trataron estadísticamente mediante la prueba de Friedman y la prueba de orden de rangos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 presenta los resultados de los análisis bromatológicos realizados en la harina integral y en la harina pregelatinizada en las diferentes formulaciones.

De los datos se puede observar que la cantidad de lisina de la harina de trigo es mayor que la de sorgo pero que la combinación mejora el valor en la mezcla. Así mismo se ve que el tratamiento hidrotérmico no afecta fuertemente la proporción de lisina en la harina de sorgo, pero al aumentar el grado de sustitución disminuye su contenido, siendo menor para el caso de las muestras con harinas pregelatinizadas, probablemente debido a disminución por efecto térmico.

En caso del triptofano el tratamiento hidrotérmico disminuye ligeramente su contenido, pero el mezclado con harina de trigo, compensa esta pérdida.

El porcentaje de fenoles se mantiene constante en todos los niveles de sustitución, siendo mayor para el caso de las harinas pregelatinizadas. Este mayor porcentaje de fenoles se podría explicar debido al efecto del calor sobre los enlaces hidroxilo, iónico y puentes disulfuro que forman los compuestos polifenólicos al unirse a la proteína, provocando la liberación de grupos fenólicos, Buttler, 1981.

Las Figuras 1, 2, 3 y 4 muestran los resultados obtenidos en el microfarinógrafo de Brabender. Como se puede observar tanto la absorción de agua, tiempo de llegada, tiempo de desenvolvimiento y tiempo de salida fueron mayores para el caso de las harinas pregelatinizadas, aumentando a mayor proporción de sustitución. Entendiendo la absorción de agua, como la cantidad necesaria de este líquido para obtener la textura apropiada de la masa; tiempo de llegada como el tiempo necesario para que la masa comience a adquirir las condiciones apropiadas de viscoelasticidad; tiempo de desenvolvimiento, el tiempo que tarda en adquirir la mejor consistencia y el tiempo de rompimiento, como el necesario para que se inicie el colapso de la masa.

Las mezclas con harina pregelatinizada pueden absorber mayor cantidad de agua debido al rompimiento de la estructura donde se encuentran los gránulos de almidón provocando mayor disponibilidad de enlaces donde se pueden unir las moléculas de agua, Kent (1971).

Cuadro 1 *Análisis Bromatológico de las mezclas con harina integral de sorgo y harina pregelatinizada de sorgo con harina de trigo.*

Sustitución	o/o HUMEDAD		o/o PROTEINA (Nx6.25)		o/o LISINA EN MUESTRA		o/o TRIPTOFANO EN MUESTRA		o/o GRASA		FENOLES mg ACTANICO/mg MUESTRA		o/o AZUCARES TOTALES	
	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS
	0	11.80	11.86	10.74	10.74	0.45	0.45	0.19	0.19	0.95	0.95	0.26	0.26	2.07
10	11.40	11.32	10.87	10.93	0.44	0.41	0.17	0.17	1.27	1.27	0.26	0.44	1.75	1.81
15	11.49	11.03	10.57	11.10	0.41	0.30	0.17	0.16	1.44	1.45	0.26	0.43	1.88	1.94
20	10.69	10.63	10.94	11.02	0.40	0.30	0.18	0.17	1.68	1.51	0.26	0.41	2.07	1.94
25	11.23	10.76	10.57	10.93	0.40	0.29	0.16	0.15	1.72	1.67	0.27	0.44	2.07	1.94
30	10.60	10.61	10.87	10.60	0.37	0.29	0.15	0.14	1.62	1.82	0.29	0.45	1.94	1.88
100	8.71	8.96	11.47	11.73	0.23	0.20	0.06	0.03	3.45	3.35	0.35	0.43	1.62	1.75

HIS - *Harina integral de sorgo*

HPS - *Harina pregelatinizada de sorgo*

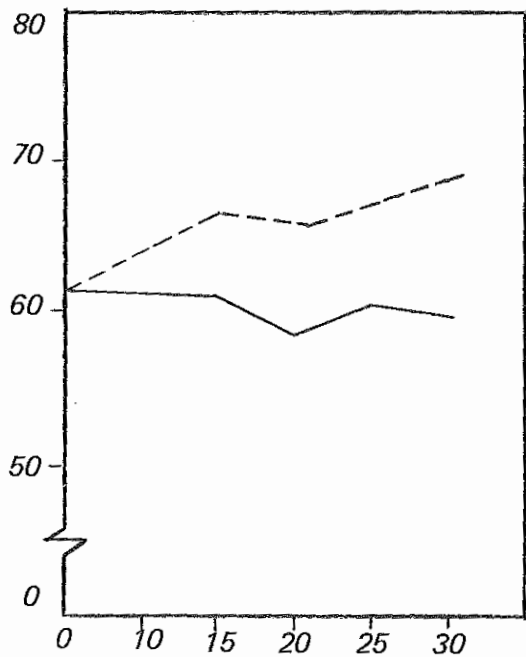


Figura 1 Absorción de H₂O versus o/o sustitución

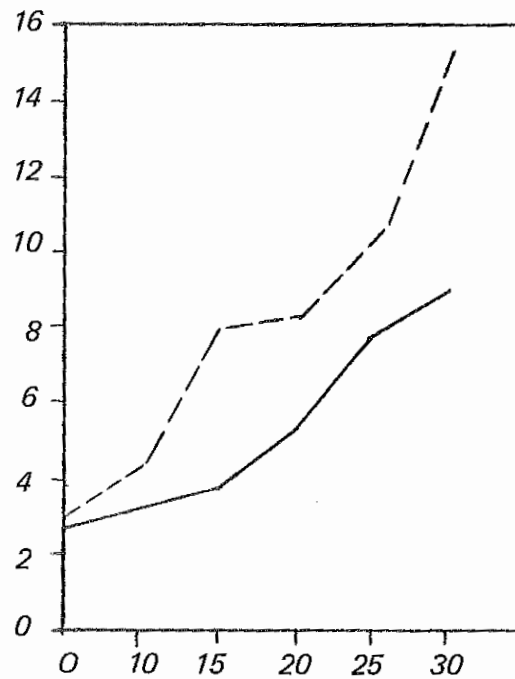


Figura 2 Tiempo de llegada versus o/o sustitución

— Harina Integral de Sorgo
- - - Harina Pregelatinizada de sorgo



Figura 3 Tiempo de desdolvimiento (min.)

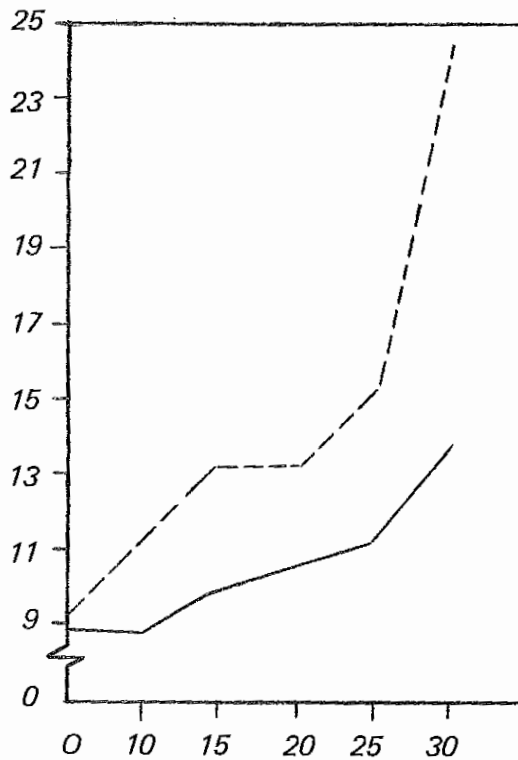


Figura 4 Tiempo de Salida (min.)

El tiempo de desenvolvimiento de la masa fue mayor en la harina pregelatinizada que en la integral, debido a que se requiere de mayor tiempo para formar la estructura del gluten, lo que se ve apoyado por la mayor cantidad de agua que requiere.

La temperatura inicial de gelatinización y la temperatura de viscosidad máxima se mantuvieron constantes en ambas harinas en todos los niveles de sustitución (Figura 5 y 6).

La viscosidad máxima representa el punto exacto antes de que los efectos de fragmentación superen los de hinchamiento en los gránulos de almidón. Las Figuras 7, 8, y 9 muestran la variación en la viscosidad final, mínima y máxima para las harinas integral y pregelatinizada. En los tres casos los valores de viscosidad fueron mayores para la harina integral y causa de que el proceso de pregelatinización provocara cierto grado de retrogradación en el almidón, generando mayor facilidad de absorción de agua y de fluidez, facilitando el ataque al almidón por las enzimas amilolíticas y provocando la formación de moléculas más pequeñas, lo que genera menor resistencia al cizallamiento y por lo mismo una viscosidad menor. Pomeranz (1971).

Las Figuras 10, 11 y 12 muestran la variación de la resistencia a la extensión, índice de absorción de agua y volumen de hogaza para las dos harinas en las diferentes proporciones de sustitución. La resistencia a la extensión es mayor para la harina integral y aumenta en ambos casos a medida que se incrementa el nivel de sustitución.

Las propiedades de viscoelasticidad del gluten en la masa para panificación son una función directa del tipo de proteína, mostrando la menor resistencia para el testigo, lo cual se ve confirmado con el volumen de hogaza, ya que éste disminuye también en ambos casos a medida que aumenta el porcentaje de sustitución, siendo mucho menor para el producto con el porcentaje de harina pregelatinizada. La causa probable puede ser debida a cierto grado de retrogradación en el almidón que lo torna indisponible para las enzimas amilolíticas que generan el sustrato para las levaduras, Pomeranz, 1971. El mayor índice de absorción de agua en la harina pregelatinizada corresponde a las modificaciones que sufre el almidón durante el proceso térmico al variar su estructura, generando mayor disponibilidad de enlaces hidrofílicos en comparación del almidón intacto de la harina integral.

El Cuadro 2, indica que a medida que aumenta el porcentaje de sustitución tanto la textura como el color se alejan del valor deseado, siendo ligeramente mayor la diferencia en textura para el pan elaborado con harina integral.

Mediante el análisis estadístico aplicado a los resultados de las pruebas sensoriales en pan con ambas harinas se encontró que en las características de color y sabor no hubo diferencia significativa entre las mezclas, en el aroma hubo diferencia a un nivel de 0.050/o y para el caso de textura y apariencia general a un nivel de 0.10/o (Cuadro 3).

— Harina Integral de Sorgo
- - - Harina Pregelatinizada de Sorgo

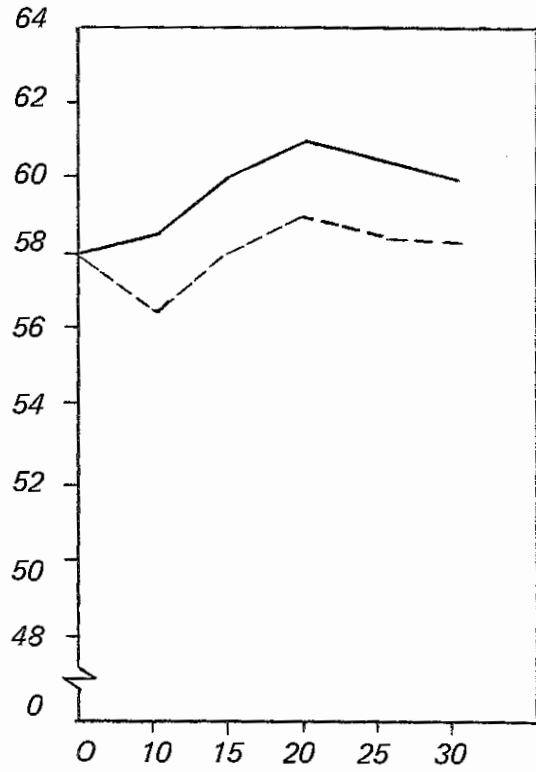


Figura 5 Temperatura inicial de gelatinización.

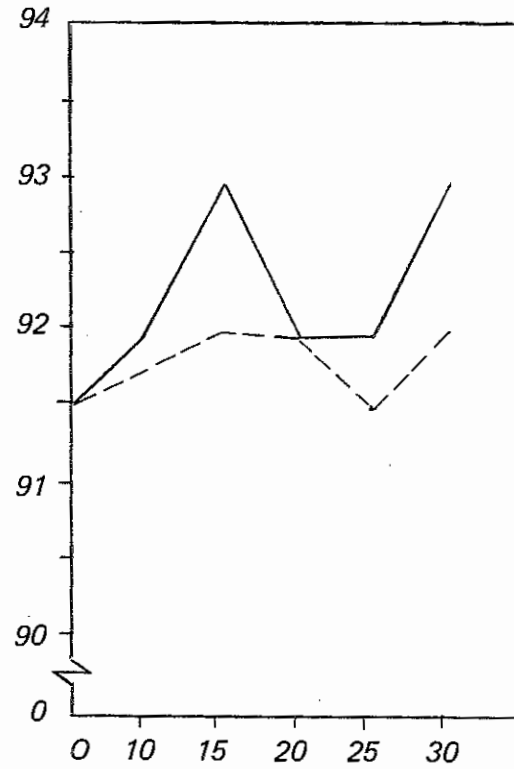


Figura 6 Temperatura de Viscosidad máxima.

— Harina Integral de Sorgo
 - - - Harina Pregelatinizada de Sorgo

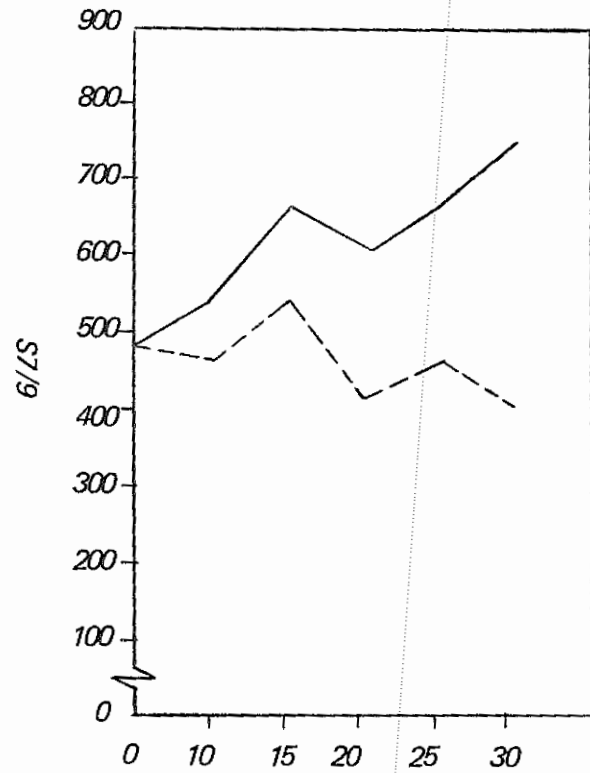


Figura 7 Viscosidad Máxima (V.A.)

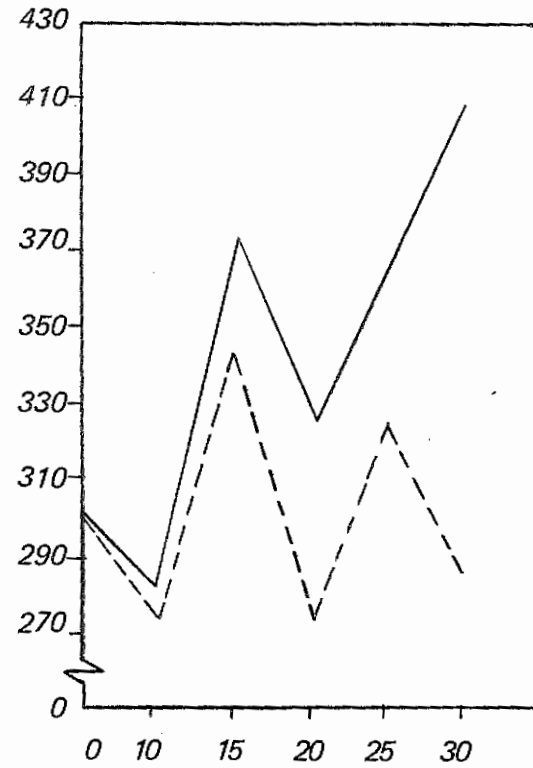


Figura 8 Viscosidad Mínima a Temperat. constante de 92°C (V.A.)

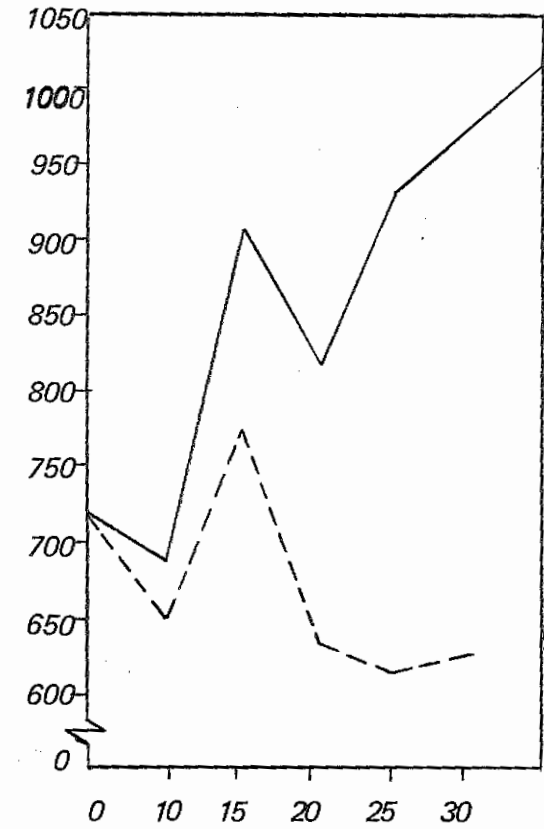


Figura 9 Viscosidad final (V.A.)

— Harina Integral de Sorgo

- - - Harina Pregelatinizada de Sorgo

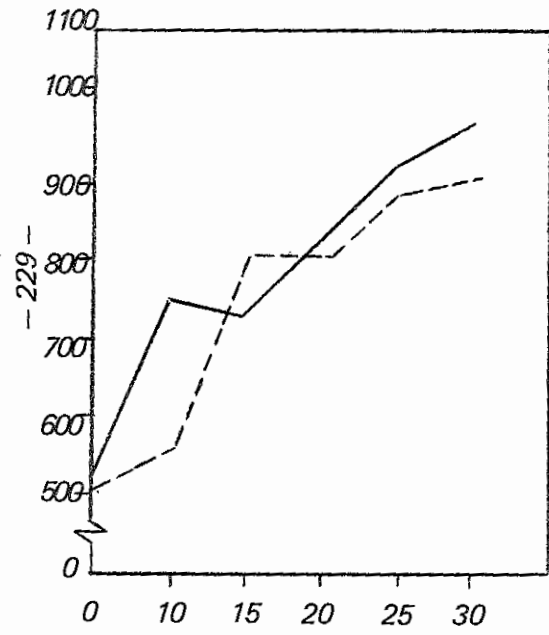


Figura 10 Resistencia a la Extensión

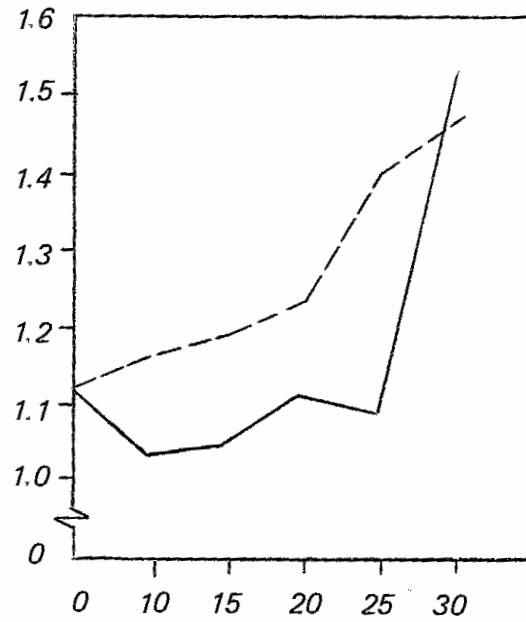


Figura 11 Indice de Absorción en agua

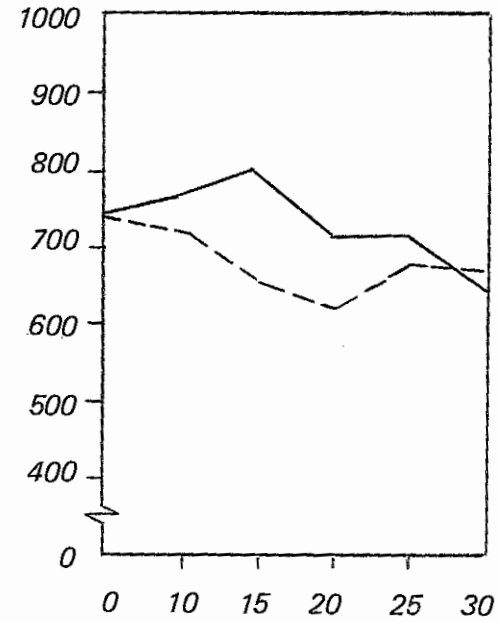


Figura 12 Volumen

Cuadro 2 Evaluación del pan elaborado con harinas integral y pregelatinizada de sorgo.

<i>o/o Sustitución</i>	<i>Pan con harina integral</i>		<i>Pan con harina pregelatinizada</i>	
	<i>color miga</i>	<i>textura</i>	<i>color miga</i>	<i>textura</i>
<i>0</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
<i>10</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>
<i>15</i>	<i>8</i>	<i>8.5</i>	<i>8</i>	<i>8</i>
<i>20</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>7</i>	<i>8.5</i>
<i>25</i>	<i>6</i>	<i>7.5</i>	<i>6</i>	<i>7.5</i>
<i>30</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>5</i>	<i>7.0</i>

10 – mejor color y textura en comparación con el testigo.

Cuadro 3 Prueba de Friedman para mezclas de harinas de sorgo con harina de trigo.

o/o Sustitución	COLOR		AROMA		SABOR		TEXTURA		APARIENCIA	
	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS
	T= 15.39		T= 18.40**		T=10.25		T=18.22*		T=17.47*	
	Rj	Rj	Rj	Rj	Rj	Rj	Rj	Rj	Rj	Rj
0	75.0	75.0	62.0	62.0	61.0	61.0	66.0	66.0	69.0	69
10	58.5	53.5	62.0	64.5	76.3	51.5	65.5	55.0	63.5	60
15	38.0	39.0	44.0	36.0	47.0	29.0	34.0	44.5	45.5	40
20	45.5	42.5	39.5	46.0	35.5	46.5	35.0	40.5	36.0	46
25	52.0	33.0	34.5	49.5	50.5	49.5	52.5	46.0	38.0	50
30	36.5	52.0	49.5	46.0	44.5	42.5	39.5	52.5	35.5	46

* a = 0.1 $\chi^2 = 16$
 ** a = 0.05 $\chi^2 = 18.3$
 *** a = 0.01 $\chi^2 = 23.2$

HIS — Harina Integral de Sorgo
 HPS — Harina pregelatinizada de sorgo

Comparando las mezclas mediante la prueba de orden de rangos se encontró que hubo diferencia significativa en color entre el testigo y las mezclas con 15 y 30o/o en la harina de sorgo integral, en apariencia general se observó diferencia significativa a un nivel de sustitución del 30o/o en comparación con el testigo.

Aplicando la prueba de orden de rangos al pan elaborado con harina pregelatinizada se encontró que en color presenta diferencia significativa a un nivel de sustitución de 15 y 25o/o a niveles de significación del 5 y 1o/o respectivamente. Los mejores resultados en cuanto a color, sabor, aroma, textura y apariencia general fueron para las mezclas con 10o/o de sustitución con ambas harinas. Matteus et al (1974) reportan resultados similares (Cuadro 4).

La calidad galletera para ambas harinas resulta ser muy buena, sobresaliendo la harina gelatinizada, donde no hubo variación a ningún nivel de sustitución y para la harina integral en un 30o/o, donde estos valores sobrepasaron la calificación del testigo.

El análisis estadístico aplicado en los resultados de las pruebas sensoriales en galletas mostraron que no hubo diferencia significativa a ningún nivel de sustitución para ambas harinas (Cuadros 5 y 6).

CONCLUSIONES

1. *La harina de sorgo integral o pregelatinizada puede ser utilizada en la elaboración de pan y galletas siempre que se utilice en las proporciones adecuadas.*
2. *Ambas harinas modifican las propiedades reológicas de la masa en proporción al grado de sustitución, disminuyendo su calidad al aumentar su cantidad sustituida.*
3. *La harina pregelatinizada requiere de mayor proporción de agua y tiempo de mezclado para adquirir las condiciones necesarias de la masa, en comparación a la harina integral, lo que indica un gasto mayor de energía, comparado con el testigo.*
4. *Las harinas de sorgo integral o pregelatinizada para la elaboración de pan pueden ser utilizadas hasta un 15o/o de sustitución.*
5. *Se puede utilizar este tipo de harinas hasta un 30o/o de sustitución en galletería, obteniéndose un producto de muy buena calidad.*

Cuadro 4 Prueba de Orden de Rangos para panes elaborados con mezclas de harinas de sorgo y trigo.

o/o Sustitución	COLOR		AROMA		SABOR		TEXTURA		APARIENCIA	
	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS
Testigo vs 10	16.5	21.5	0.0	2.5	6.5	9.5	0.5	11.0	5.5	9.0
Testigo vs 15	37.0**	36.0**	18.0	26.0	14.0	32.0	32.0	21.5	23.5	29.0
Testigo vs 20	27.5	32.5	22.5	16.0	25.5	14.5	31.0	25.5	33.0	23.0
Testigo vs 25	23.0	41.5***	27.5	12.5	10.5	11.5	13.5	20.0	31.0	19.0
Testigo vs 30	38.5**	23.0	12.5	16.0	16.5	18.5	26.5	13.5	33.5	23.0

* $a = 0.1$ $Z_S = 33.1$

** $a = 0.05$ $Z_S = 35.2$

*** $a = 0.01$ $Z_S = 39.8$

Q = Diferencia de Rangos

HIS = Harina Integral de Sorgo

HPS = Harina Pregelatinizada de Sorgo

Cuadro 5 Resultados de la prueba de Friedman en galletas.

o/o Sustitución	COLOR		AROMA		SABOR		TEXTURA		APARIENCIA	
	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS
	T=7.35		T=9.85		T=6.38		T= 4.66		T = 10.26	
	Rj	Rj	Rj	Rj	Rj	Rj	Rj	Rj	Rj	Rj
0	54.5	54.5	51.5	51.5	53.0	53.0	45.0	45.0	49.5	49.5
10	46.5	43.5	43.5	60.5	41.5	61.0	44.5	58.0	50.5	72.0
15	43.5	46.5	43.5	39.5	46.0	50.0	45.0	57.5	43.0	40.0
20	40.0	59.5	38.5	53.5	42.0	57.0	47.5	57.0	39.5	52.5
25	49.5	42.5	50.5	39.0	33.0	48.0	51.5	43.5	43.0	40.0
30	63.5	38.5	60.0	47.5	52.0	47.0	44.5	32.0	54.0	43.0

S7/15

- 234 -

* a = 0.1 $\chi^2 = 16$
 ** a = 0.05 $\chi^2 = 18.3$
 *** a = 0.01 $\chi^2 = 23.1$

HIS – Harina Integral de Sorgo
 HPS – Harina Pregelatinizada de Sorgo

Cuadro 6 Prueba de Orden de Rangos en galletas.

Sustitución	COLOR		AROMA		SABOR		TEXTURA		APARIENCIA	
	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS	HIS	HPS
Testigo vs 10	8.0	11.0	8.0	9.0	11.5	8	0.5	13.0	1.0	12.5
Testigo vs 15	11.0	8.0	8.0	12.0	7.0	3	0.0	12.5	6.5	9.5
Testigo vs 20	14.5	5.0	9.5	20.0	15.0	4	2.5	12.0	10.0	3.0
Testigo vs 25	5.0	12.0	1.4	12.5	20.0	5	6.5	15	6.5	9.5
Testigo vs 30	9.0	16.0	8.5	4.0	1.0	6	0.5	13.0	4.5	6.5

* = $\alpha = 0.1$ $Z_S = 33.1$
 ** = $\alpha = 0.05$ $Z_S = 35.2$
 *** = $\alpha = 0.01$ $Z_S = 39.8$

Q = Diferencia de Rangos
 HIS = Harina Integral de Sorgo
 HPS = Harina Pregelatinizada de Sorgo

BIBLIOGRAFIA

- AACC (1962). *Cereal Laboratory Methods American Association Cereal Chemistry*. St Paul M.N. USA.
- Anderson, R.A., Conway, H.F., Pfeifer, V.F. and Griffin Jr. E.L. (1969). Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking cereal *Sci. Today* 14 (): 4-7, 11-12.
- Badi, S.M. and Hosene, R.C. (1977). Use of Pearl Millet and Sorghum Flours in bread and cookies. *Symposium on Sorghum and Millets for Human Food*. Pag. 37-39. Viena.
- Buttler, L.G. (1981). Polyphenols and their effects on sorghum quality *International Symposium on sorghum grain quality, ICRISAT Center Patancheru, India*. Pag. 294-310.
- Casier, J. et al (1971). Bread Production from pure flours of tropical starchy crops: III from pure and Mixed flours of Cassava, Millet, Sorghum Corn, Rice and the Starches *Tropical Foods* 1 (): 279-340.
- Deyoe, Charles W; Robert J.R. (1979). *Sorghum and Pearl Millet Foods in: Tropical Foods*, Academic Press Inc. J: 217-289.
- George, E.I. and Lars, M. (1980). Cereal for food and Beverages in "Recent Progress in cereal chemistry". Academic Press.
- Kent, N.L. (1971). *Tecnología de la Panificación en Tecnología de Cereales*, Ed. Acribia, Zaragoza, España, pag. 175-183.
- Mattheus, H.R., Sharpe, J.E. and Clark, M.W. (1974). Some Functional Properties of Processed Corn Meal as Related to use in Bread. *Beverages and Porridges Cereal Sci. Today* 15 (7): - 208-210.
-
- Pomeranz (1971). *Wheat Chemistry and Technology American Association of Cereal Chemists*. AVI.
- Rooney, L.W., Kan, M.N. and Earp, C.F. (1980). *The Technology of Sorghum Products*. Cereal Quality Laboratory. Texas A & M. University College Station Texas.

RESUMEN DEL ENSAYO REGIONAL DE RENDIMIENTO CON HIBRIDOS
COMERCIALES DE SORGO*

German de León**
Raúl González**
Omar Alfaro**
Alfonso Alvarado D.**
Daniel Pérez***
Andrés González***

ANTECEDENTES

En Azuero, en los últimos años se han venido realizando siembras comerciales de sorgo de grano, variando los rendimientos de acuerdo a las condiciones climatológicas prevalentes durante el desarrollo del cultivo, manejo que se haya dado al mismo y del genotipo utilizado. Una situación muy similar se ha observado en las otras regiones productoras de sorgo.

El IDIAP, dentro de su programación anual, incluye evaluaciones de material genético, las cuales son realizadas en los Campos Experimentales de la Institución, y en fincas de productores, actividad que permite evaluar el comportamiento agronómico de genotipos comerciales y experimentales bajo diferentes condiciones de clima y suelo.

El principal objetivo de estas evaluaciones es acumular la mayor cantidad de información por área de producción para poder regionalizar las recomendaciones con mayor confiabilidad. Además, le permite al productor conocer nuevos híbridos. Con el incremento de la superficie sembrada, se han aumentado los problemas, especialmente las enfermedades que atacan el grano y el follaje, reduciendo la producción. La forma más económica de solucionar estos problemas es mediante la resistencia genética y de ahí la importancia de introducir y evaluar nuevos genotipos.

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

** Ingenieros Agrónomos del Programa de Sorgo, IDIAP-Panamá.

*** Agrónomos del Programa de Sorgo, IDIAP, Panamá.

MATERIALES Y METODOS

Un total de 15 híbridos fueron sembrados en seis localidades de Azuero y el Campo Experimental de Río Hato. El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones. El tamaño de parcelas fue de dos surcos de 5 m, separación entre hileras 50 cm, siembra al chorrillo. La fertilización consistió en aplicar 4 quintales de abono completo, al momento de la siembra y 3 quintales de urea, 30 días después de la siembra, para el control de malezas fue aplicado Gesaprim 80 W 2.5 kg/ha de producto comercial. Se tomaron los siguientes datos: días a floración, altura de planta, reacción a enfermedades, tipo de panoja, color del grano, número de plantas cosechadas y rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los datos promedio del ensayo que se realizó en el Campo Experimental de Guararé. En el mismo se observa que los híbridos más sobresalientes son el Savanna 5 y el P-8239, con rendimiento de 9.1 y 8.7 TM/ha. Los híbridos B-815 y NK-266 produjeron los más bajos rendimientos dentro del grupo de genotipos evaluados. Entre los precoces, el DK-38 superó en rendimiento a los híbridos B-816 y NK-266.

Para el Campo Experimental de El Ejido los datos promedios de las principales características agronómicas del ensayo se presentan en el Cuadro 2. De acuerdo con estos resultados el híbrido D-55, superó significativamente al resto de los materiales evaluados, con rendimiento de 10.2 TM/ha. Los híbridos Topaz, G-522DR y B-815 fueron los más afectados por las enfermedades foliares, lo cual redujo sus rendimientos promedios.

En el Cuadro 3 se pueden apreciar los rendimientos de los híbridos por localidad, el promedio de los mismos a través de las siete localidades y el promedio de cada una de las mismas. Los mejores rendimientos promedio se obtuvieron con los híbridos D-55 de grano color café, el Savanna 5, resistente a pájaros y grano color rojo, y el P-8239 de grano color café. El rendimiento más bajo correspondió al híbrido NK-266.

Las localidades que promediaron los rendimientos más altos corresponden a El Paraíso, campo de productor Guararé y Campo Experimental. En cambio los rendimientos promedio más bajos se obtuvieron en el Campo Experimental de Río Hato y el Campo de productor localizado en Los Olivos.

Cuadro 1 Rendimiento promedio en TM/ha al 15o/o de humedad y características agronómicas de híbridos de sorgos comerciales evaluados en Guararé. Panamá 1984-B.

HIBRIDOS	Días a flor	Altura planta	Tamaño panoja	Tipo de panoja	Color de grano	o/o Acame	Plantas cosechadas	Rendimiento TM/ha
Savanna 5	54	183	26	SC	R	7.6	149	9.1
P-8239	54	174	27	SA	C	15.8	148	8.7
P-8244	55	148	28	SA	C	3.9	148	8.3
TOPAZ	54	143	22	SA	C	3.4	149	8.2
SG-927	57	178	31	SA	B	2.7	147	8.1
D-55	58	168	29	SC	C	2.9	149	8.1
SG-872	55	161	24	SA	C	4.8	147	8.0
DK-64	58	162	26	SA	C	3.9	147	8.0
G-522 DR	54	144	28	SA	AN	3.5	148	7.9
BR-48	55	169	25	SC	R	3.2	147	7.6
DK-38	48	142	29	C	AN	3.7	147	7.5
P-8416A	54	163	25	SC	AN	8.1	149	7.4
B-816	52	148	21	SA	C	3.1	147	7.2
B-815	55	148	25	SA	C	3.5	148	6.5
NK-266	51	154	25	SA	AN	12.8	149	6.4

Tipo de panoja:

SA - Semi abierta
 SC - Semi cerrada
 C - Cerrada

Color del grano:

R - Rojo
 C - Café
 B - Blanco
 AN - Anaranjado

Cuadro 2 Rendimiento promedio en TM/ha al 15o/o de humedad y características agronómicas de híbridos de Sorgos comerciales evaluados en El Ejido. Panamá, 1984-B.

HIBRIDOS	Días a	Altura	Tamaño Panoja	Enfermedades	Plantas Cosechadas	Rendimiento (TM/ha)
D-55	51	158	18	2.5	126	10.2
SG-927	54	177	17	2.0	113	8.6
P-8239	50	170	26	2.0	122	8.1
BR-48	49	168	25	2.5	128	7.7
Savanna 5	44	174	36	2.3	121	7.5
SG-872	50	171	25	2.3	118	7.4
DK-64	49	156	27	2.8	125	7.4
B-816	47	164	27	2.5	125	7.1
P-8416A	50	161	20	2.0	108	7.0
P-8244	50	161	25	2.3	117	6.8
DK-38	44	152	24	3.3	126	6.6
TOPAZ	48	146	23	4.3	124	6.6
G-522 DR	46	145	28	4.8	118	6.0
B-815	46	144	21	4.0	126	5.8
NK-266	44	153	27	3.3	108	5.3

Cuadro 3 Rendimiento promedio de 15 híbridos de sorgos comerciales a través de siete localidades de Panamá.
(TM/ha al 15o/o de humedad). Panamá, 1984-B.

HIBRIDOS	LOCALIDADES							\bar{X}
	Guararé*	Sabana Grande	Río Hato*	Paraíso	Hondita	El Ejido*	Los Olivos	
D-55	8.1	7.2	3.1	8.1	8.5	10.2	4.2	7.0
Savanna 5	9.1	7.3	3.3	8.6	8.3	7.5	4.8	7.0
P-8239	8.7	7.1	3.0	9.8	7.9	8.1	4.6	6.9
SG-927	8.1	6.1	1.7	8.2	8.6	8.6	5.0	6.6
DK-64	8.0	6.4	3.1	9.6	7.4	7.4	3.9	6.5
DK-38	7.5	7.6	3.0	9.4	7.1	6.6	4.2	6.5
P-8244	8.3	7.1	2.4	9.0	7.3	6.8	4.6	6.5
BR-48	7.6	7.1	2.6	8.4	7.8	7.7	4.2	6.5
B-816	7.2	6.6	3.5	8.2	7.1	7.1	5.1	6.4
G-522 DR	7.9	7.5	2.3	9.6	6.7	6.0	4.5	6.4
TOPAZ	8.2	6.8	3.1	7.2	7.5	6.6	5.2	6.4
P-8416A	7.4	6.5	2.4	8.8	7.3	7.0	4.0	6.2
B-815	6.5	7.1	3.8	8.5	6.8	5.8	4.7	6.2
SG-872	8.0	5.8	2.5	5.4	7.6	7.4	4.6	5.9
NK-266	6.4	7.0	2.7	6.6	6.1	5.3	3.5	5.4
\bar{X}	7.8	6.9	2.8	8.3	7.5	7.2	4.5	6.7

(*) Campos Experimentales

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Recomendar a los productores del área sorguera, la utilización del híbrido precoz DK-38, para las siembras tardías; el híbrido P-8239, por su consistencia en tolerancia a enfermedades y altos rendimientos a través de los años. No recomendar a pesar de sus altos rendimiento a los híbridos de alto contenido de taninos tales como el Savanna 5, BR-48 y B-815. Recomendar la utilización para siembras comerciales de los híbridos D-55, SG-927, P-8244, DK-64, Topaz y P-8416A, debido a referencias favorables de productores del área.

Intensificar este tipo de trabajo en las principales zonas sorgueras del país, producto de que existen diferencias entre los genotipos con los diferentes ambientes.

Para efectos de una evaluación más confiable de la expresión genética de los materiales evaluados se recomienda nuevamente poner especial atención en el establecimiento de las densidades de siembra en los lotes experimentales.

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

Rafael Reyes**
Rodolfo Arévalo Castro
Manuel de Jesús Santos

R E S U M E N

Con el objeto de evaluar la resistencia a la mosquita roja *Contarinia sorghicola* Coq. en germoplasma de sorgo introducido y local, se realizaron dos 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 m 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 cinco 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 80/o y 20o/o 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, del 16-19 de abril de 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.

INTRODUCCION

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 90o/o en la producción de granos.

En la mayoría de países agrícolas del mundo, tanto fitomejoradores como entomólogos, están tratando de reducir los daños causados por esta plaga empleando diversos medios entre los que sobresale el estudio y uso de variedades que tengan 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 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 sobre la plaga. 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 mosquitos 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 mosquitos 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 cleistogamia 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 (16) informan que los esfuerzos para identificar hospederos resistentes a mosquitos 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 en 11 materiales de sorgo. No obtuvo resultados con mosquita del sorgo, solamente informa sobre cogollero (Spodoptera Laphygma frugiperda).

Jotwani, 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 20o/o 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 10o/o; 2 = 11, 20o/o; ... 10 = 91, 100o/o. Las líneas más consistentes en resistencia fueron: SC-175-9, SC-239-14 y SC-423-14.

Wiseman, McMilliam y Widstrom (15) informan que la línea de sorgo (Sorghum bicolor (L) Moench) SGIRL-MR-1 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 (27o/o de daño).

Rao y Jotwani (11) sostienen que las líneas IS-1510, IS-3472, IS-4114, IS-5230 e 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 e IS-12666 o tienen un pericarpio café con una testa pigmentada, pero otras líneas resistentes tales como IS-2579 (SC-423) e 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, SCO 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 Pablo, Brasil, . . . informa que la variedad AF28 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 METODOS

Se realizaron dos 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 m 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 m de largo por cada entrada repetido cuatro veces (Cuadro 2) Estos sorgos provienen de la colección mundial que tiene el ICRISAT (Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para los Trópicos Semi-áridos).

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 sorgos 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 m entre surcos y 0.13 entre planta.

En esta área sembrada se hicieron las labores culturales necesarias (control de plagas del suelo y follaje, fertilización, deshierbe, limpiezas, 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 marcada.

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 50o/o de floración; altura de la planta; tipo de panoja: abierta, semi-abierta, semi-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 = 0o/o de daño, 1 = 1 a 10o/o, 2 = 11 a 20o/o, 3 = 21 a 30o/o, . . . , 10 = 91 a 100o/o 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 (ISM-84) y líneas promisorias del programa nacional de sorgo del CENTA. Cada entrada consistió de un surco de 5 metros de largo, repetido cuatro veces.

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 octubre 1982 a enero, 1983.

No. de Entrada	Descripción	Incidencia de mosquitas en 5 panojas en floración (\bar{X})	Calificación visual de daño (o/o)	Días a 50o/o 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	8.2	30.0	58
5	MRT-1145	8.6	40.0	57
6	MRT-1159	13.4	40.0	59
7	MRT-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

Continuación Cuadro 1

<i>No. de Entrada</i>	<i>Descripción</i>	<i>Incidencia de mosquitas en 5 panojas en flo- ración (\bar{X})</i>	<i>Calificación visual de daño (o/o)</i>	<i>Días a 50o/o de floración</i>
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	58
41	MRT-1156	15.8	90.0	55
42	MRT-1125	8.3	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	58
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

Continuación Cuadro 1

<i>No. de Entrada</i>	<i>Descripción</i>	<i>Incidencia de mosquitas en 5 panojas en flo- ración (\bar{X})</i>	<i>Calificación visual de daño (o/o)</i>	<i>Días a 50o/o de floración</i>
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-1065	21.8	100.0	54
68	MRT-1111-3	20.5	100.0	53
69	MRT-1174	8.2	100.0	60
70	MRT-1063.2	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	18.6	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
86	MRT-1140	23.8	100.0	55

Continuación Cuadro 1

<i>No. de Entrada</i>	<i>Descripción</i>	<i>Incidencia de mosquitas en 5 panojas en flo- ración (\bar{X})</i>	<i>Calificación visual de daño (o/o)</i>	<i>Días a 50o/o de floración</i>
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

Continuación Cuadro 1

<i>No. de Entrada</i>	<i>Descripción</i>	<i>Incidencia de mosquita en 5 panojas en flo- ración (\bar{X})</i>	<i>Calificación visual de daño (o/o)</i>	<i>Días a 50o/o de floración</i>
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	19.0	100.0	53
124	MRT-1106	30.7	100.0	53
125	MRT-1130-2	30.8	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	58
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-1139	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	15.5	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 de 1982 a enero de 1983.*

No.	Tratamiento	Número de mosquitas en 5 panojas en floración (\bar{X})	Calificación visual de daño (o/o)	Días a 50o/o de floración
1	AF-28	9.9	8	57
2	TAM-2566	8.3	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	80	52
20	PM-9006	15.7	88	52
21	PM-7178	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 Contarinia 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.*

<i>No. de Entrada</i>	<i>Descripción</i>	<i>Incidencia de mosquita en 5 panojas en floración (\bar{X})</i>	<i>Calificación visual de daño (o/o)</i>	<i>Días al 50o/o de floración</i>
1	SPV-351	13.6	90.0	60
2	VAR 9 (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

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 DISCUSION

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 1983 (Cuadro 1) se observa que de 145 materiales, 7 registraron daños menores del 40o/o. El resto sufrió daños de 50 a 100o/o, los cuales fueron considerados susceptibles. Entre éstos 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 re-evaluados para determinar si el daño registrado es por escapa (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 ocho variedades de sorgo registraron daños por mosquita de 8o/o a 40o/o. De éstas, la AF-28 y TAM-2566 fueron las más resistentes, lo cual coincide con los resultados reportados por Lara (7) y Teetes (13). Apparently, el mecanismo de resistencia de estas ocho 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, 6). La incidencia de la plaga fue grandemente afectada debido a que en esta área de siembra se habían cultivado musacesas en los tres 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).

Cuadro 4 Datos agronómicos de materiales de sorgo resistentes y moderadamente resistentes a mosquita. Con daños de 0 a 20o/o y 21 a 40o/o, 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	
<i>RESISTENTES</i>					
1	AF-28 2/	2.10	0.34	abierta	blanco
2	IS-12573 *	1.00	0.13	semi-abierta	café
3	TAM-2566 2/	0.73	0.19	"	café
4	MRT-1175 *	0.95	0.19	"	blanco
<i>MODERADAMENTE RESISTENTES</i>					
5	IS-12664 1/	0.90	0.18	"	blanco
6	MRT-1152 1/	1.05	0.24	"	blanco
7	IS-14775 2/	1.80	0.11	compacta	café
8	PM-9020 2/	1.21	0.17	semi-compacta	café
9	IS-8264 2/	1.56	0.23	semi-abierta	café
10	IS-12666 2/	0.86	0.18	"	Café
11	DJ-6514 2/	1.40	0.20	semi-compacta	blanco
12	MRT-1145 1/	1.05	0.20	semi-abierta	blanco
13	PM-7348 2/	0.90	0.24	"	blanco
14	MRT-1159 1/	0.80	0.19	"	blanco
15	MRT-1172 *	1.10	0.16	"	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 (SM-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 (\bar{X})	Calificación visual de daño (o/o)	Días a 50o/o 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	58
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-21873	3.2	7.5	66
11	PM-6771	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-8787-2	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	0.8	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 (o/o)	Días a 50o/o floración
<i>VARIETADES MEJORADAS¹</i>				
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 ^{2/}	7.7	92.5	62
<i>VARIETADES CRIOLLAS²</i>				
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 de 1984

2/ Sembradas el 27 de septiembre de 1984.

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

Las líneas PM-8787-2, IS-21873 presentaron daños serios en las cuatro 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, Indica.

- *AF-28 y TAM 2566 fueron las más resistentes a mosquita. DJ-6514, IS-12666C, IS-14775, PM-9020, PM-7348, IS-8264 e IS-12664 fueron moderadamente resistentes.*

IS-12573, MRT-1175, MRT-1152, MRT-1145, MRT-1159 y MRT-1172 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 programas de mejoramiento genético para producir variedades resistentes a esta plaga.*

BIBLIOGRAFIA

- ¹*DERAS, F.C. Evaluación preliminar de tolerancia a plagas de 12 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.*

- ²HARRIS, K.M. *The sorghum midge, (Contarinia sorghicola Coq.) in Nigeria. In Bibliografía y resúmenes sobre la mosquita del sorgo Contarinia sorghicola Coq. 1898-1977. SARH-INIA. Río Bravo, Tam, México, Biblio-CIAGION No. 3. pp. 24-26. 1978.*
- ³HERNANDEZ, 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.*
- ⁴JOHNSON, 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.*
- ⁵JONES, J.O. *Midge resistant grain sorghum discovered at Lubbock. Texas Agricultural Progress 20 (2): 14-15. 1974.*
- ⁶JOTWAINI, M.G., SINGH, S.P. and CAHUDHARI, 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.*
- ⁷LARA, 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.*
- ⁸LOERA 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. 1978.*
- ¹⁰QUIMBY, J.R. *Sorghum improvement and the genetics of growth. College Station Texas A & M University Press. pp. 88-89. 1974.*
- ¹¹RAO, N.C.P. and JOTWANI, M.G. *Sorghum midge: Suitable varietal policy and surveillance essential. Indian Farming 24 (9): 9-11. 1974.*
- ¹²ROSAS GARCIA, J.E. and RANDOLPH, N.M. *Screening of sorghus lines for resistance to the sorghum midge, Contarinia sorghicola (Coq.) In International Sorghum workshop. January 7-11. pp. 269-270. 1975.*
- ¹³TEETES, G.L. *Insect resistance and breeding strategies in Sorghum Proceedings of the 30th Annual Corn and Sorghum Research Conference. pp. 32-48. 1975.*
- ¹⁴VAN HUIS, A. *Posibilidades de control integrado de plagas en maíz, sorgo y frijol en Centro América con un ejemplo en Nicaragua. XXII Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica, Vol II. pp. M-19-1 a M-19-21, 1976.*
- ¹⁵YOUNG, 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 ***

R E S U M E N

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 tres variedades de sorgo criollo (Rifión, Cacho Chivo, y Paquete) en ambas localidades en ambos ciclos (excepto en Quesada en 1984 donde Cacho Chivo superó el rendimiento de Paquete -10o/o nivel-). Las variedades de sorgo tuvieron diferentes efectos sobre el rendimiento de maíz (variedad 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 (10o/o 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 (variedad ICTA B-5) por las diferentes variedades de frijol sembradas en asocio. También no hubo diferencia entre los rendimientos de las tres 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 en los años 1983 y 1984 mostró un retorno sobre el capital invertido de 143o/o para el sistema S1 y 166o/o 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.

-
- * Trabajo presentado en la XXXI Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras, del 16-19 de abril de 1985.
 - ** Técnicos Programa Nacional de Sorgo, ICTA, Guatemala.
 - *** Agrónomo, Programa de Sorgo para América Latina, ICRISAT, México.

INTRODUCCION

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 de 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 sistema 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 semana de octubre. El sorgo florea a principios de noviembre y se cosecha en diciembre o enero. El sistema se ve en forma esquemática en la Figura 1.

El sistema maíz + frijol en asocio simultáneo + sorgo en relevo consiste en 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 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 con los objetivos de mejorar la productividad de los sistemas y compararlos con el propósito de ofrecer opciones de tecnología a los pequeños agricultores.

EXPERIMENTAL

SISTEMA S1:

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

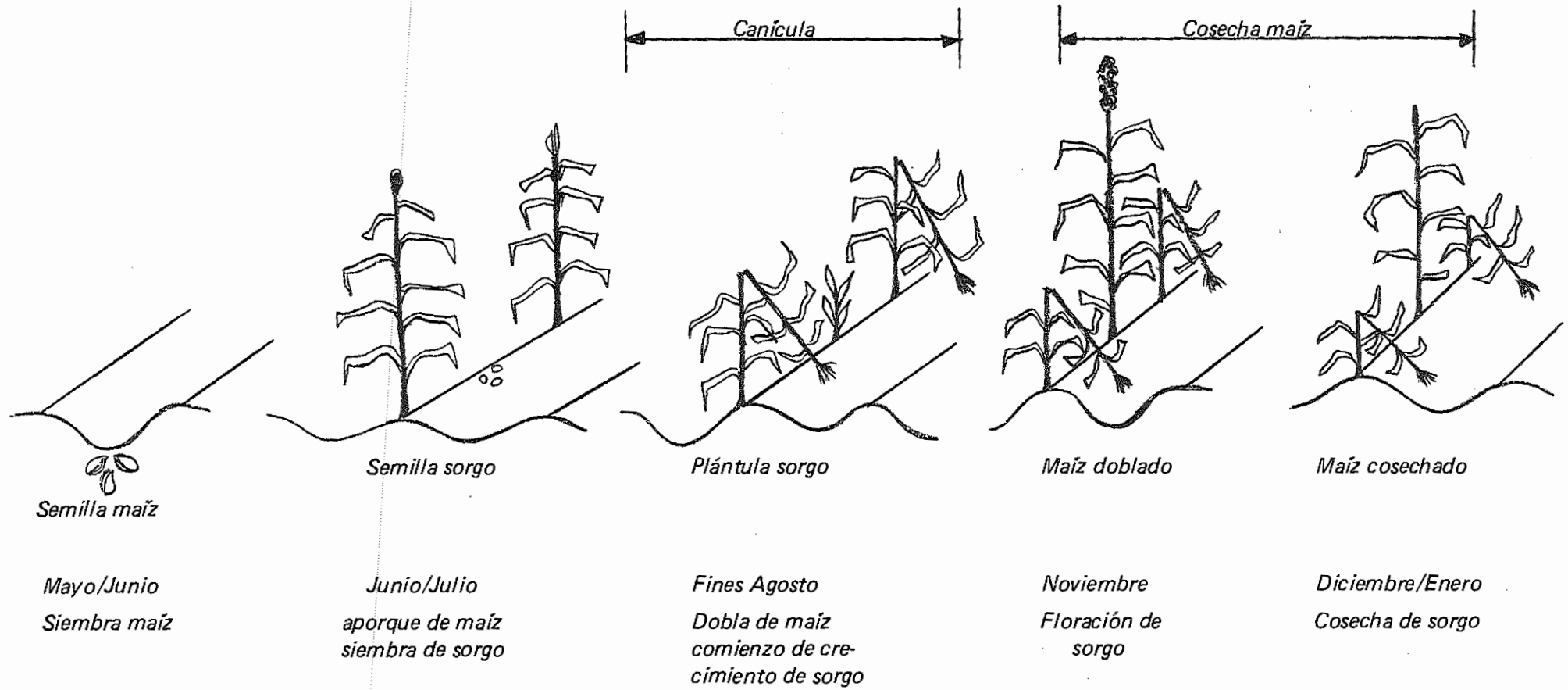


Figura 1 El Sistema Maíz + Sorgo al aporque (S1)

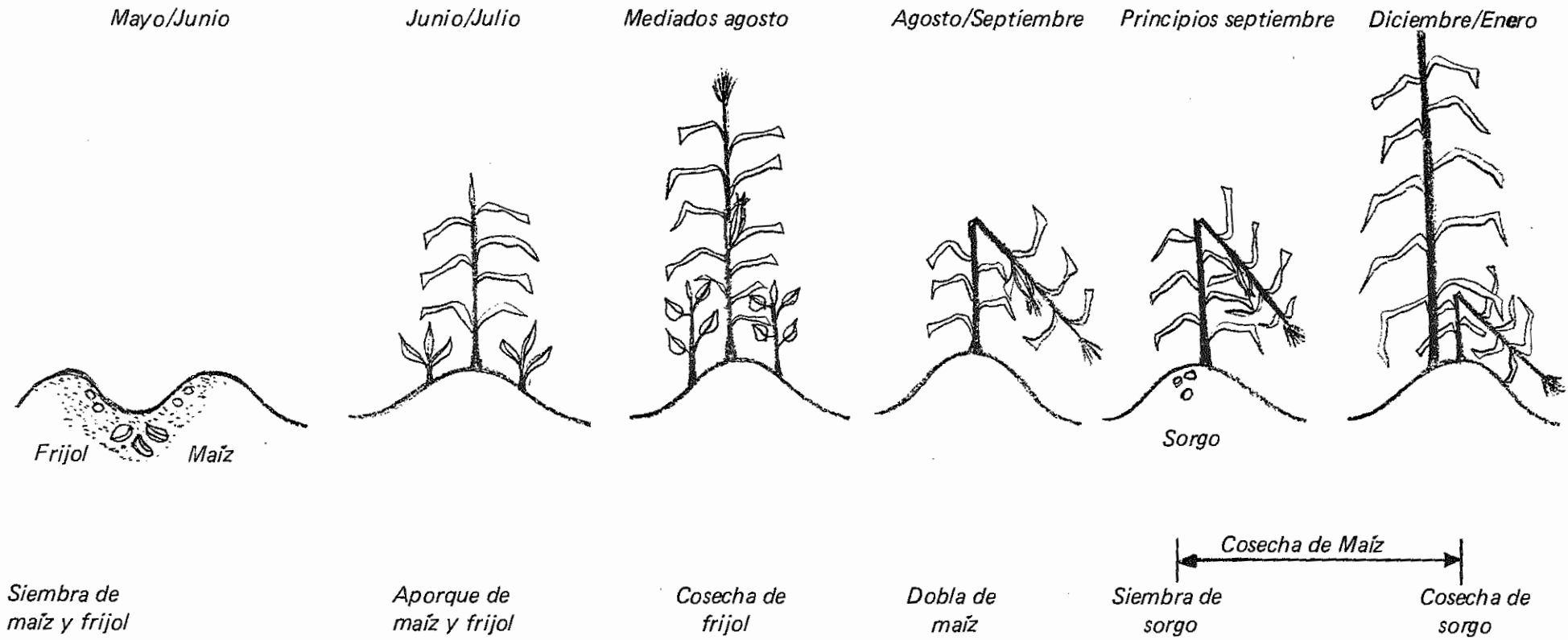
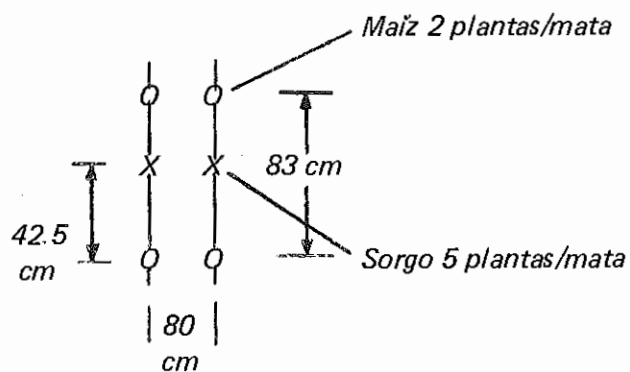
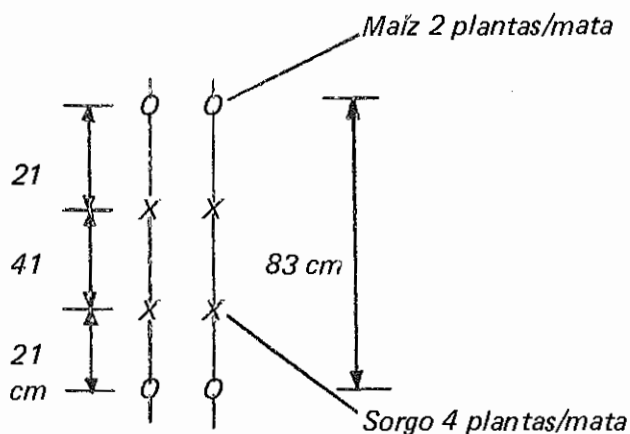


Figura 2 El Sistema Maíz + Frijol en asocio simultáneo + Sorgo en relevo (S2).

D1 = 75,000 plantas/ha



D2 = 120,000 plantas/ha



La sub-parcela tenía dos niveles de nitrógeno aplicado al sorgo al doblar el maíz:

N_1 - cero

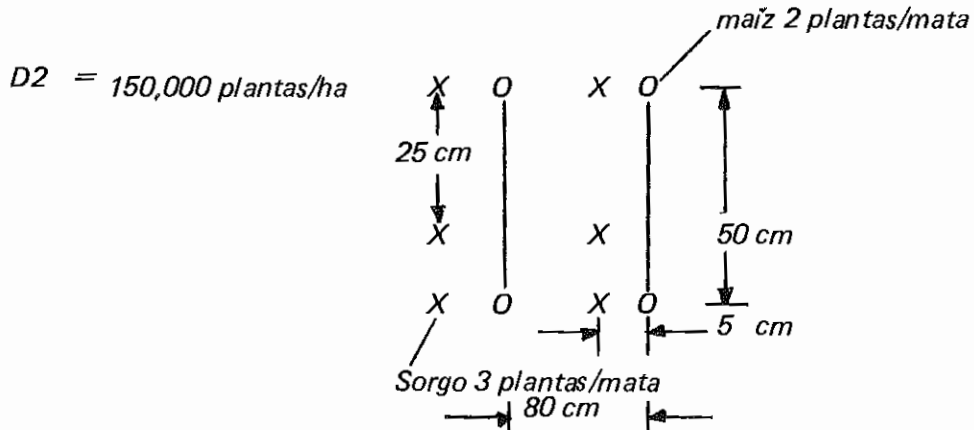
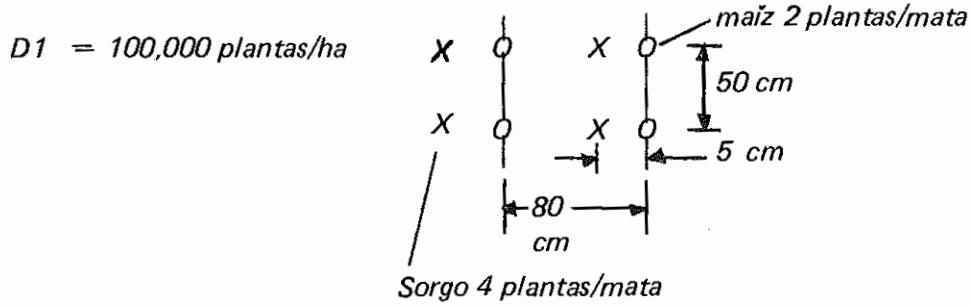
N_2 - 40 kg N/ha como urea aplicado en forma mateado.

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:

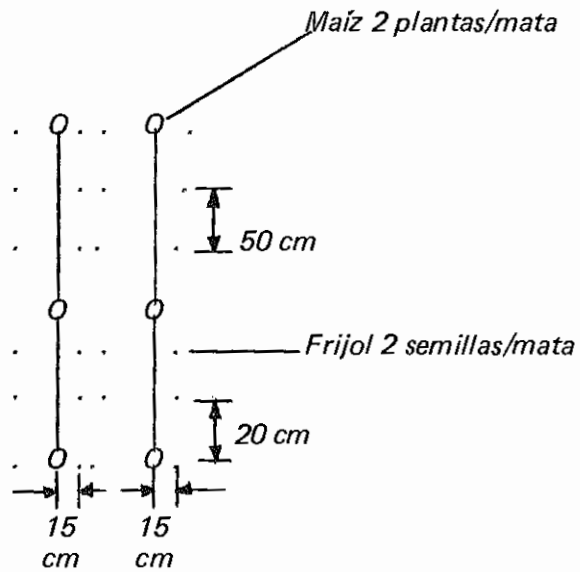
Localidad	Siembra maíz	Siembra sorgo = aporque maíz	Dobla maíz	Cosecha maíz	Cosecha sorgo
Quesada	17-05-84	23-06	23-08	6-11	2-01-85
Las Pozas	28-05-84	27-06	29-08	30-10	4-01-85

SISTEMA S2:

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



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



S10/6

La parcela principal consistió en tres variedades de frijol, Quetzal (F1), Tamazulapa (F2) y Pata de Zope (F3).

La sub-parcela tenía dos 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 N/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:

Localidad	Siembra maíz y frijol	Cosecha frijol	Dobla del maíz = siembra de sorgo	Cosecha maíz	Cosecha sorgo
Las 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 volatón 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 tres 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 TM/ha hasta 2.84 TM/ha (significativo a 10o/o 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.

Localidad	Variedad de sorgo en asocio	Densidad	Rendimiento TM/ha	Promedio Variedad
Las Pozas	Riñón	D1	4.20 a	4.37 a
		D2	4.54 a	
	Cacho chivo	D1	4.62 a	4.37 a
		D2	4.12 a	
	Paquete	D1	4.70 a	4.61 a
		D2	4.51 a	
CV – 17 o/o				
DMS 10o/o para la comparación de densidades para la misma variedad:			0.76 TM/ha	
DMS 10o/o para la comparación de promedios de las variedades:			0.44	''
Quesada	Riñón	D1	3.92 a	3.83 a
		D2	3.73 a	
	Cacho chivo	D1	4.10 a	4.09 a
		D2	4.07 a	
	Paquete	D1	3.86 a	3.84 a
		D2	3.81 a	
CV – 11o/o				
DMS 10o/o para la comparación de densidades para la misma variedad:			0.23 TM/ha	
DMS 10o/o para la comparación de promedios de las variedades:			0.39	''

D1 – 75,000 plantas/ha

D2 – 120,000 plantas/ha

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

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

Localidad	Variedad (V)	Densidad (D)	Nivel Nitrógeno		Promedio Variedad
			N1*	N2*	
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	
		D2	1.46 a	1.67 a	
CV - 25o/o					
DMS 10o/o para la comparación de los promedios de V				0.27	TM/ha
*DMS 10o/o para la comparación de N para la misma V y D				0.50	^{##}
DMS 10o/o para la comparación de D para la misma V y N				0.82	^{##}
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 o/o					
DMS 10o/o para la comparación de los promedios de V				0.30	TM/ha
*DMS 10o/o para la comparación de N para la misma V y D				0.47	^{##}
DMS 10o/o para la comparación de D para la misma V y N				0.85	^{##}

D1 - 75,000 plantas/ha

D2 - 120,000 plantas/ha

N1 Cero nitrógeno al sorgo a la dobla de maíz

N2 40 kg/ha de nitrógeno al sorgo a la dobla de maíz

La misma letra significa que no existe diferencia a 10o/o 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 (10o/o nivel), entonces, se puede sembrar cualquiera de las tres variedades de sorgo para obtener una buena cosecha.

Aumentando la densidad de siembra de los sorgos de 75,000 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 dos 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 tres variedades rindieron más (0.59 TM/ha o más) cuando se aplicaron 40 kg N/ha a la dobla de maíz. Este aumento fue significativo al nivel de 1o/o ó 5o/o 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 el Cuadro 3. No hubo diferencia en el rendimiento de maíz (variedad ICTA B-5) por las diferentes variedades de frijol sembradas en asocio en ambas localidades. También, no hubo diferencia en rendimiento entre las tres 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 (10o/o nivel). En 1983, no tuvo ningún efecto de densidad sobre el rendimiento de las tres variedades en ambas localidades. Encontec, 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 tres 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 año.

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

Localidad	Variedad Frijol en asocio	RENDIMIENTO (TM/ha)			
		Maíz *		Frijol	
Las Pozas (LP)	F1	3.19	a**	1.34	a
	F2	3.01	a	1.26	a
	F3	3.23	a	1.37	a
	DMS 5o/o	1.19	TM/ha	DMS 5o/o	1.09 TM/ha
Asunción Mita (AM)	F1	2.87	a	0.73	a
	F2	2.57	a	0.72	a
	F3	2.74	a	0.87	a
	DMS 5o/o	0.45	TM/ha	DMS 5o/o	0.20 TM/ha

* Promedio de las 12 parcelas con una variedad de frijol

LP: CV – 19o/o datos maíz;

CV – 50o/o datos frijol

AM: CV – 14o/o datos maíz;

CV – 16o/o datos frijol

** Prueba a 5o/o 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 (V)	Densidad (D)	Nivel Nitrógeno		Promedio Variedad
			N1	N2	
Las Pozas	Guatecau	D1	1.38 a*	1.61 a*	1.82 a
		D2	1.94 a	2.33 b	
	Isiap Dorado	D1	2.34 a	2.56 a	2.50 b
		D2	2.30 a	2.80 b	
	M-90812	D1	1.86 a	1.95 a	2.08 a
		D2	2.17 a	2.34 a	
*DMS 10o/o para comparaciones de N dentro de la misma V y D			0.30 TM/ha		
DMS 10o/o para comparaciones de promedios de variedades			0.39 "		
DMS 10o/o para comparaciones de D dentro de la misma V y N			0.54 "		
CV – 23o/o					
Asunción Mita	Guatecau	D1	2.97 a	2.92 a	3.00 a
		D2	2.92 a	3.20 a	
	Isiap Dorado	D1	3.29 a	3.64 a	3.40 b
		D2	3.12 a	3.65 a	
	M-90812	D1	3.75 a	3.41 a	3.45 b
		D2	3.50 a	3.12 a	
DMS 10o/o para comparaciones de N dentro de la misma V y D			0.70 TM/ha		
DMS 10o/o para comparaciones de promedios de variedades			0.31 "		
CV – 17o/o					

La misma letra significa que no hay diferencia significativa al 10o/o nivel de probabilidad

N1 – 40 kg N/ha a la siembra de sorgo

N2 – 80 kg N/ha a la siembra de sorgo

D1 – 100,000 plantas/ha

D2 – 150,000 plantas/ha

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 tres variedades superaron los de 1983 por, aproximadamente, 1 TM/ha tal vez por la mejor precipitación (aproximadamente 200 mm más) en 1984. El rendimiento 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 ganancias se presentan en el Cuadro 5. Se puede ver que el total de granos básicos de los dos sistemas es igual (5.60 TM/ha en S1 y 5.51 TM/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 143o/o sobre el capital invertido, mientras que S2 rindió un retorno de 166o/o. 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 el Sistema S1. Esto fue por la consideración de un solo sitio en un solo año.

CONCLUSIONES

SISTEMA S1:

En ambas localidades, las tres 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 TM/ha (Cuadro 6) más de grano de sorgo con una aplicación de 40 kg/ha de nitrógeno a la dobla del 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 133o/o. Si se aplican 40 kg/ha de nitrógeno a la dobla de maíz (también al aporque) la ganancia neta = 669.62 Q/ha

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

Sistema	Año	Localidad	GRANOS BASICOS (TM/ha)			TOTAL
			Maíz	Sorgo	Frijol	
S1	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	
		* Ganancia Bruta	Q 749.93	308.30		1058.23
		** Costos directos/ha	Q			435.27
		Ganancia neta	Q			622.96
		Retorno sobre capital invertido: 143o/o				
S2	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
		* Ganancia Bruta	Q 493.95	364.96	472.18	1331.09
		** Costos directos/ha	Q			499.68
		Ganancia neta	Q			831.41
		Retorno sobre capital invertido: 166o/o				

* Precio oficial 1984: Maíz 199.98 Quetzales/TM
 Sorgo 166.65 " "
 Frijol 555.50 " "

** Ref: Fuentes et al, 1984b.

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

Sistema	Año	Localidad	RENDIMIENTO DE GRANO (TM/ha)		
			Sorgos Criollos		Maíz
			N1	N2	
S1	1983	Las Pozas	1.61	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 ³⁰

N2 – 40 kg N/ha al sorgo al doblar el maíz

Ganancia neta con N1 – 577.97 ⁴⁰

Ganancia neta con N2 – 669.62 ⁴²

Diferencia en ganancia neta en favor de N2 – 91.65 Q/ha

Costo, aplicación, transportación y almacenaje 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 N1 – 133o/o

Con el uso de N2 – 154o/o

			Sorgos Mejorados		
			N1	N2	
S2	1983	Las Pozas	0.97	1.04	N1 – 40 kg N/ha a la siembra de sorgo en relevo
		Asunción Mita	2.25	2.45	
	1984	Las Pozas	2.00	2.27	N2 – 80 kg N/ha a la siembra de sorgo en relevo
		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

con retorno de 154o/o. La diferencia en ganancia neta/ha = 91.65 Q/ha por una inversión de 42.00 Q/ha (costo: aplicación, transportación y almacenaje de fertilizante).

SISTEMA S2:

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

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

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 TM/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 143o/o sobre el capital invertido, mientras que S2 rindió 166o/o. Los sorgos mejorados rindieron más que los criollos y con su mejor valor nutritivo presentan una buena alternativa para los pequeños agricultores.

REFERENCIAS

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.

Fuentes, J.R., Salguero, M., Vásquez y C.L. Paul, 1984 b. 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.

EVALUACION DE LA REPELENCIA A PAJAROS-PLAGA DE METIOCARBAMATO
 EN APLICACIONES GENERALES A SORGO EN MADURACION
 EN CONDICIONES DE CAMPO*

Rafael Reyes**
 Rodolfo Arévalo Castro***

RESUMEN

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

Se hicieron dos aspersiones generales a sorgo CENTA S-3 o ISIAP Dorado 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 mesuroi y se determinó los residuos de mesuroi 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 tres años. En los tratamientos sin mesuroi (testigo) los daños en la panoja fueron de 45 a 83o/o. El tratamiento con mesuroi (1.7 kg i.a./ha) permitió de 54 a 60o/o menos daño que el testigo y los rendimientos de grano fueron 1.7 veces más que el testigo.

Los residuos de mesuroi 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 mesuroi (1.75 kg i.a./ha) sobre el contenido de proteínas en el grano y por otra parte las aplicaciones de mesuroi en el campo redujeron significativamente la incidencia del gorgojo del arroz Sitophilus orizae y la pérdida de peso de sorgo en almacenamiento.

-
- * Trabajo presentado en la XXXI Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras, del 16-19 de abril de 1985.
 ** Ing. Agr. Técnico Programa de Sorgo, CENTA-MAG, San Andrés, El Salvador.
 *** Auxiliar Técnico del Programa de Sorgo, CENTA-MAG, San Andrés, El Salvador.

INTRODUCCION

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 pajariteros; 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 insecticida mesuroI (metiocarbamato) fue evaluado para el control de 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 Eruntón (12) evaluaron 724 repelentes químicos contra varias especies de pájaros. Los productos que tuvieron alta repelencia y baja toxicidad fueron Metiocarbamato y el DRC 3324.

Martín 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 dos 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 Fringíllidos y en Africa del Sur se usó para el control de las *Queleas* (*Q. sanguinorostis*) 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.

Nitchell (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 manchones 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, Duncan (2) encontró que los rendimientos fueron el 28o/o más altos, y el daño de pájaros fue 37o/o 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 HP (1.8 kg ia/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 ácaros 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 5.1o/o y que el efecto más grande fue sobre la concentración de cobre, causando una reducción de más del 25o/o.

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 dos semanas, los pájaros habían dañado el 88.1 o/o del total de las panojas de sorgo en el tratamiento sin mesurol, mientras que solamente el 8.4 o/o 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 en pájaros en varios cultivos, tales como: semillas en germinación (maíz), granos en maduración (arroz, sorgo), frutas en maduración (cerezas, uvas).

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron tres ensayos en la Estación Experimental Agrícola de Santa Cruz Porrillo, ubicada a 36 msnm, 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 tres repeticiones y tres 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 tres 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 m 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 libras/mz) y en 1983, ISLAP Dorado a un distanciamiento de 0.6 m 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 nehlina. 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 periodo 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 dos 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 dos redes consecutivas por parcela.*
- 2. Estimación de daños en la panoja causados por pájaros antes y después de cada aplicación de mesuro y antes de cosechar. Para evaluar el daño se utilizó la escala de 0 a 10 en la que 0 – 0o/o de daño; 1 – 1 a 10o/o, 2– 11 a 20o/o, 3.– 21 a 30o/o 9–81 a 90o/o y 10 – 91 a 100o/o.*
- 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 proteína.*
- 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 mesuro sobre plagas de granos almacenados.*

El 1o. y 9 de diciembre (1981), 21 de octubre y 1o. 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/ha, 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 libras (10 muestras con calador de granos) de cada tratamiento y de una sub-muestra de 500 granos se tomaron los datos.

RESULTADOS Y DISCUSION

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 dos 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 Pheuticus ludovicianus con el 60.5o/o 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 8, 16 y 21 de diciembre, las redes fueron cambiadas de posición y colocadas entre las parcelas y el cerco 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 encontró 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 1466 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 Porrillo, San Vicente, El Salvador, febrero-abril de 1981.*

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

S11/8

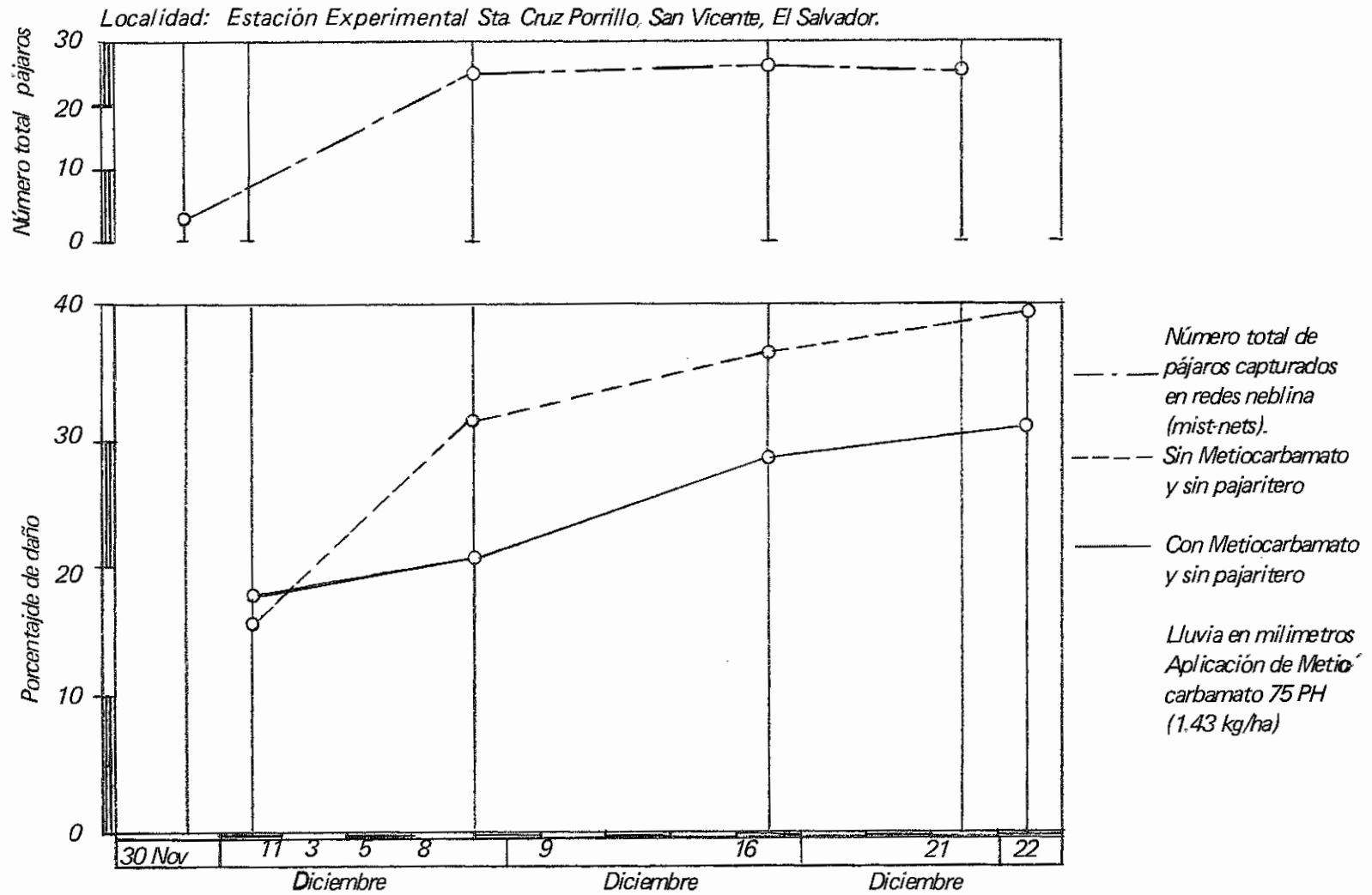


Figura 1 Evaluación del daño causado al grano en maduración, sorgo CENTA S-3 en parcelas tratadas y no tratadas con Metiocarbamato.

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	T1	T2	Total	o/o
Puñalada	<u><i>Pheucticus ludovicianus</i></u>	38	11	49	60.5
Tortolita	<u><i>Columbina tapacoti</i></u>	7	10	17	21.0
Arrocero, corbatita	<u><i>Sporophila torqueola</i></u>	0	5	6	7.4
Siete colores	<u><i>Passerina ciris</i></u>	0	6	6	7.4
Azulejo	<u><i>Passerina cyanea</i></u>	0	3	3	3.7
Total		45	36	81	100.0

T1 – Parcela tratada con metiocarbamato 75 PM (1.07 kg ia/ha) y sin pajaritero

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.	F. C.	F. T.	
					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 probabilidad.

\bar{X} – 0.15 S – 0.055 C. V. – 36.51o/o

Localidad: Estación Experimental Sta. Cruz Porrillo, Depto. San Vicente, El Salvador, 1981

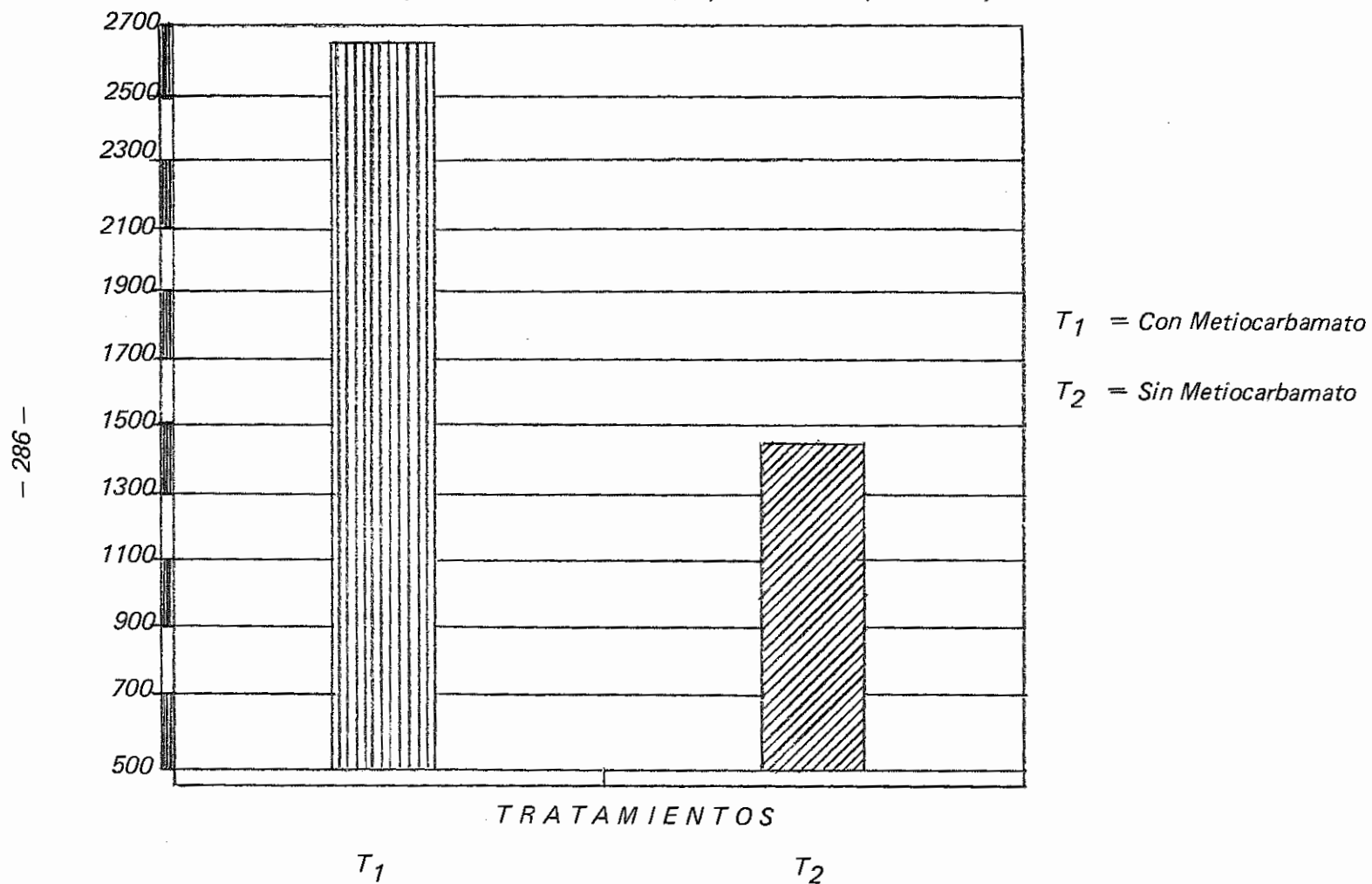


Figura 2 Rendimiento obtenido (kg/ha) en parcelas con y sin aplicación de metiocarbamato 75 HP en dosis de 1.45 kg/ha.

SEGUNDO ENSAYO, 1982

Se evaluaron tres tratamientos en tres 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 3.80/o. 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 83o/o y un promedio de 67o/o. El tratamiento con mesurol produjo el 54o/o menos de daño cuando se comparó con el testigo. Esta misma tendencia y significancia estadística se presentó en los rendimientos de grano obtenidos (Figura 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), (Cuadro 6).

No se encontraron pájaros afectados o muertos por el mesurol.

Al analizar el daño a través del tiempo (Figura 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 (Figura 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.

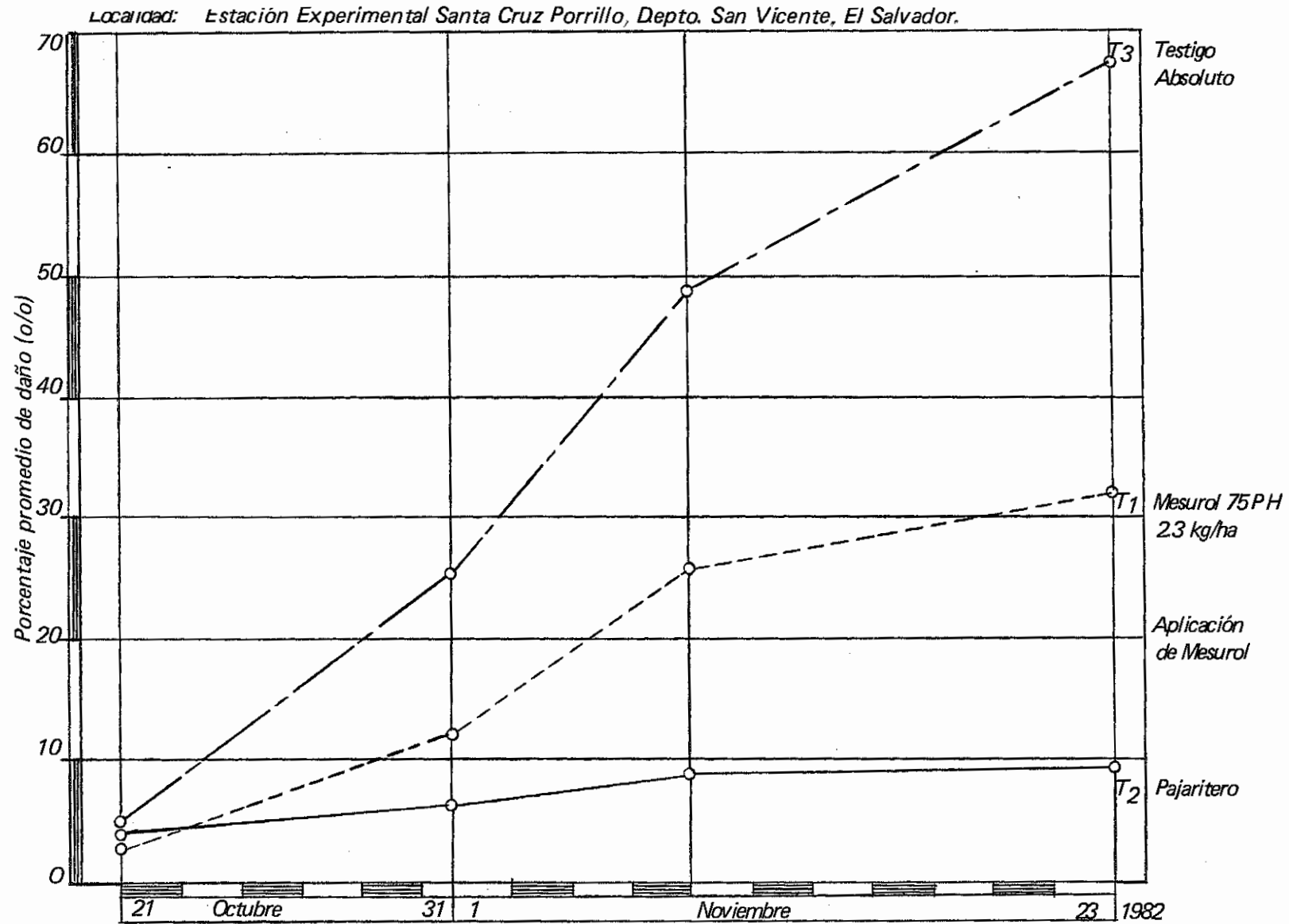


Figura 3 Porcentaje de daño causado por pájaros - plaga en sorgo en maduración con diferentes tratamientos.

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.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	2	431.20	215.60	1.61 ns	6.94	18.00
Tratamientos	2	2.456.82	1.228.41	9.20*	6.94	18.0
Error	4	533.81	133.45			
Total	8	3.421.84				

* Significativo al 0.05 probabilidad estadística

ns 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

Mesuroi 25.07 a

Testigo 48.49 a

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.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	2	239.84	119.92	0.73 ns	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

ns no significativo

\bar{X} 35.88 S - 12.79 CV - 35.65o/o ET - 7.3864

Diferencia entre promedios de tratamientos:

Pajaritero: 9.00 a Mesuroi: 31.70 a Testigo: 66.96 b

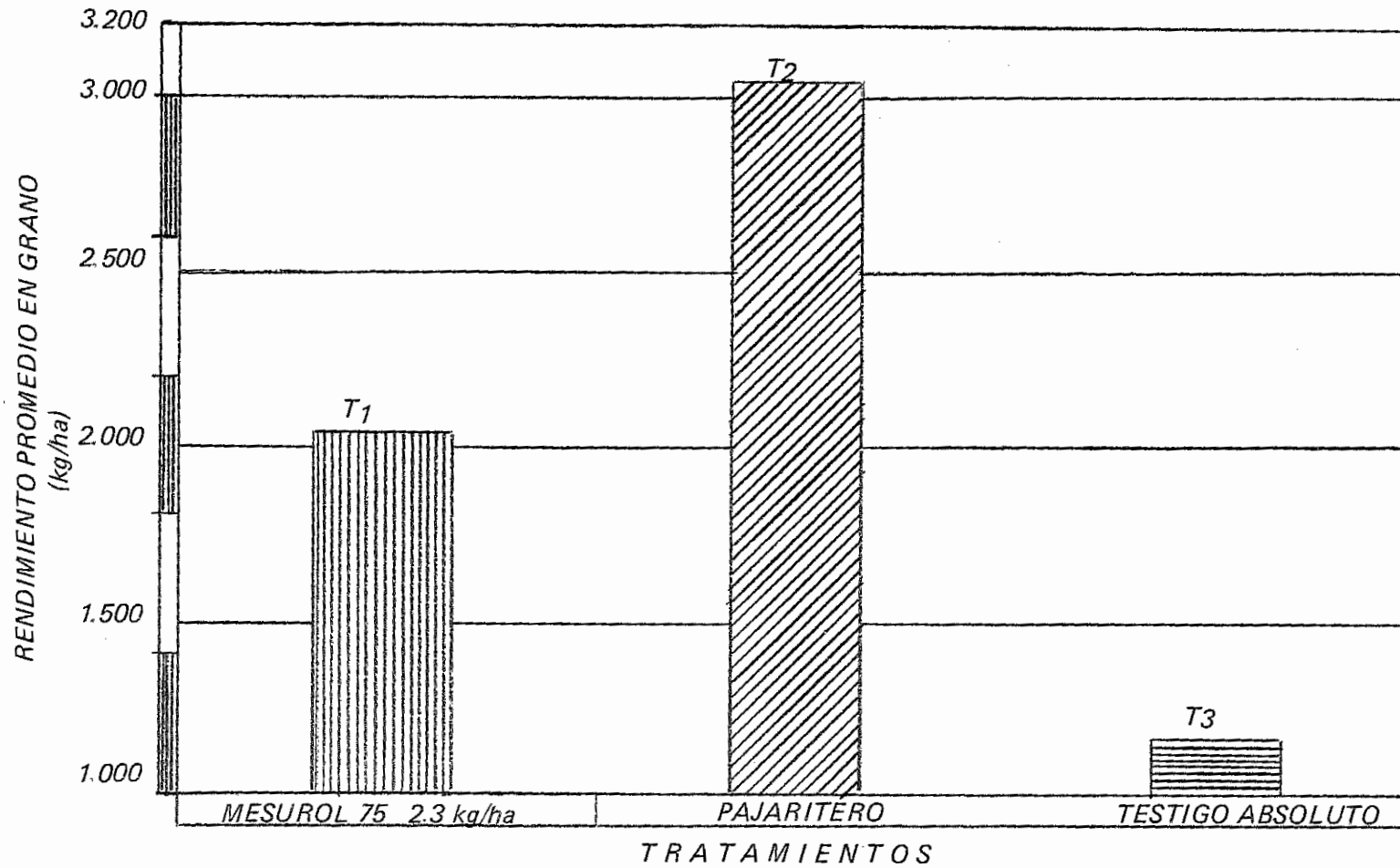


Figura 4 Rendimiento promedio en grano (kg/ha) obtenido con cada tratamiento en evaluación de repelencia de Mesurol contra pájaros-plaga que se alimentan de sorgo en maduración.

Cuadro 6 Análisis de varianza y comparaciones de promedios del rendimiento (TM/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.	F _c	F _t	
					0.05	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 - 19.41o/o ET - 0.2309

Diferencia entre promedios de tratamientos - Prueba de Duncan

Tratamientos \bar{X} Diferencia

Pajaritero	3.02	a
Mesuro 1/	2.02	b
Testigo	1.15	c

1/ Mesuro 1 (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 mesuro 50 PH. Estación Experimental Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador, 7 de diciembre de 1983 - 5 de enero de 1984.

Fuente de variación	G.L.	SC	CM	F _c	F _t	
					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 - 59.69o/o CV - 22.99o/o ET fechas: 0.0739

Cont. Cuadro 7 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	

Cont. Cuadro 7 Prueba de Duncan para diferencia entre promedios de fechas.

Fechas		\bar{X}	Diferencia
F6	5 enero, 1984	1.86	a
F5	30 de diciembre, 1983	1.43	b
F4	23 de diciembre, 1983	0.90	c
F3	19 de diciembre, 1983	0.67	
F2	15 de diciembre, 1983	0.42	
F1	7 de diciembre, 1983	0.19	

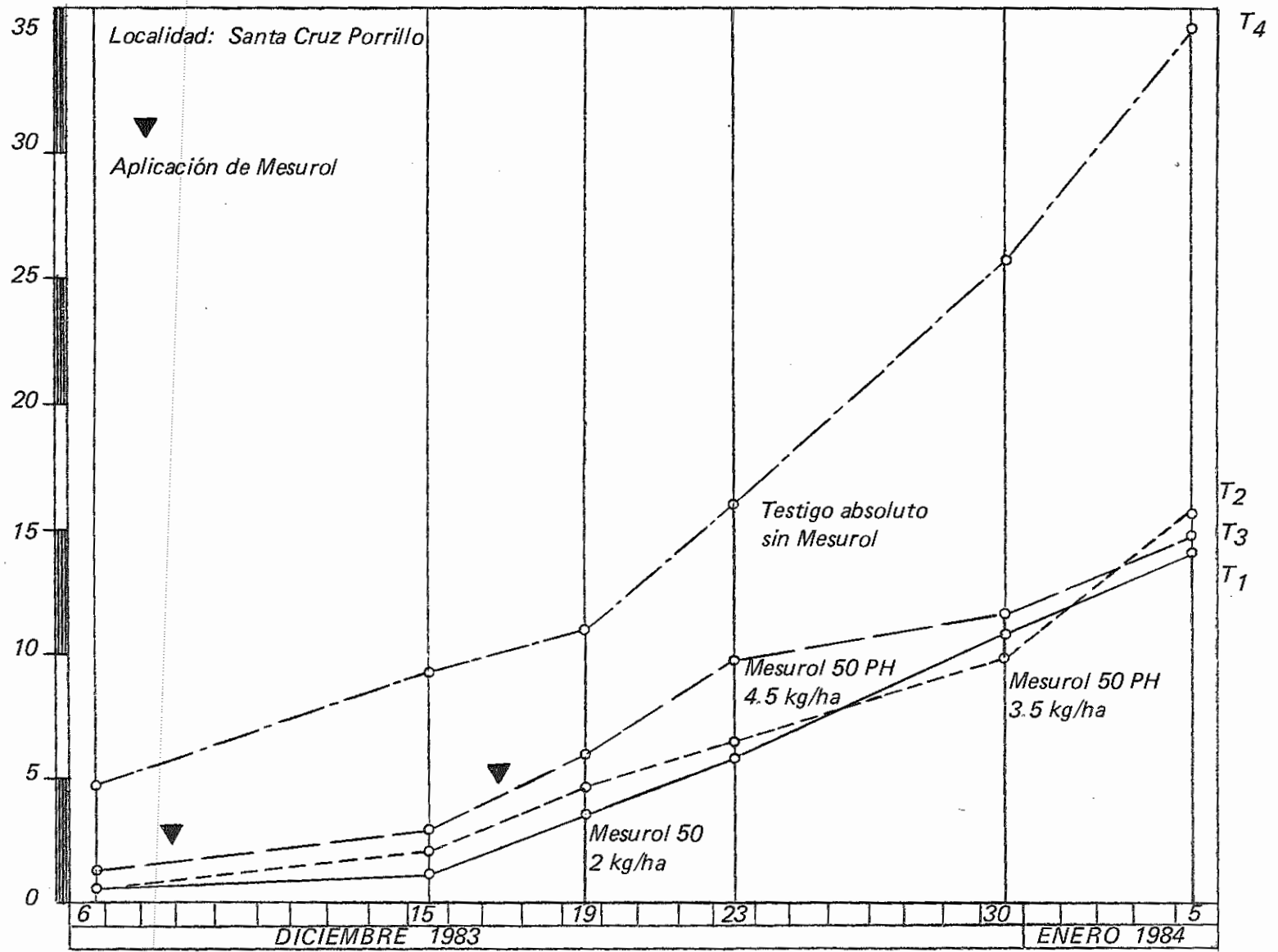


Figura 5 Porcentaje de daño causado por pájaros-plaga en sorgo en maduración tratado con diferente dosis de Mesurool 50 PH

TERCER ENSAYO, 1983

En este ensayo se evaluaron cuatro tratamientos: tres dosis de mesurol, un testigo sin mesurol, repetidos tres 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, Figura 5) hubo significancia estadística al 0.05 de probabilidades. Las tres dosis de mesurol fueron iguales entre sí, pero diferentes al testigo. Los tratamientos con mesurol permitieron un 60o/o menos de daño cuando se compararon con el testigo. El tratamiento testigo presentó los mayores daños con un rango de 29 a 41o/o. Sin embargo, no hubo significancia estadística cuando se compararon los rendimientos. Aunque los tratamientos con mesurol produjeron los mayores rendimientos de grano (Figura 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 forraje de sorgo tratado con mesurol causándole diarrea.

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

Tratamiento	Proteína cruda o total (o/o)	Proteína en pared celular	Proteína asimilable (o/o)
T1: Mesurol 50 PH (1.00 kg ia/ha)	11.61	1.35	10.26
T2: Mesurol 50 PH (1.75 kg ia/ha)	9.11	1.06	8.05
T3: Mesurol 50 PH (2.25 kg ia/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 24o/o. 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 resultados siguientes: la más importante fue el Gorgojo del arroz Sitophilus orizae L. (curculionidae-coleoptera). Además hubo muy poca incidencia, la cual no fue considerable, de la Palomilla indiana de las harinas Plodia interpunctella Hubn. 1813 (Phycitidae-Lepidoptera) y Rizoperta dominica F. (Bostrichidae coleoptera).

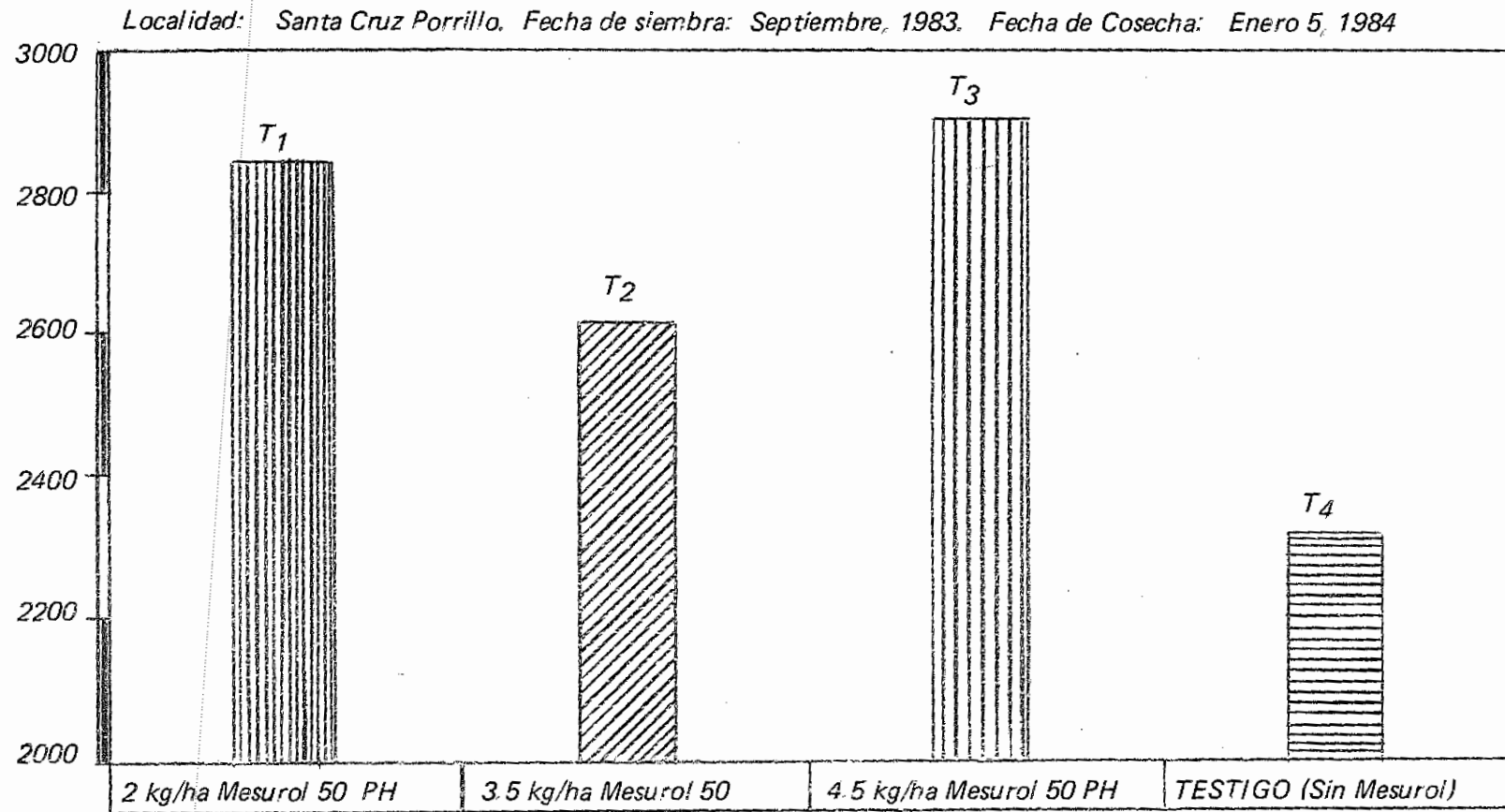


Figura 6 Rendimiento en grano (kg/ha) obtenido en evaluación de la repelencia de dosis de Mesuro! 50 PH contra pájaros-plaga que se alimentan de sorgo en maduración.

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Cuadro 8 Número de adultos de *Sitophilus orizae* L. y pérdida de peso (o/o) 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 <i>Sitophilus orizae</i> 1/							
	Marzo 1		Marzo 15		Marzo 30		Abril 17	
	V	M	V	M	V	M	V	M
MesuroI (1.00 kg ia/ha)	2	2	3	11	24	18	20	25
MesuroI (1.75 kg ia/ha)	1	0	1	1	0	0	0	2
MesuroI (2.25 kg i.a/ha)	0	5	0	33	0	22	0	16
Testigo (sin MesuroI)	79	8	193	112	388	166	130	212

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

V - Vivos

M - muertos

Tratamiento	o/o de Pérdida de peso 2/			
	Marzo 1	Marzo 15	Marzo 30	Abril 17
T1 MesuroI (1.00 kg i.a/ha)	1.64	2.70	1.15	2.07
T2 MesuroI (1.75 kg i.a/ha)	0.35	0.38	0.33	0.94
T3 MesuroI (2.25 kg ia'/ha)	0.16	0.38	0.43	0.60
T4 MesuroI (sin MesuroI)	5.19	9.16	11.73	9.57

2/ Proviene de sub-muestra de 500 gramos estimado según fórmula: o/o Pérdida

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

en donde: U = Peso de granos sanos

Nu - No. granos sanos

Nd = Número de granos dañados

D - Peso granos dañados

Fuente: ADAMS, J.M. Weight loss caused by development of *Sitophilus zeamays* (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 (Cuadro 8).

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 (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

1. 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.
2. 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 83o/o. 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 60o/o menos daño que el testigo.
3. 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.
4. No se encontraron pájaros que hubieran sido afectados o muertos por este insecticida.
5. Las trazas de los residuos de mesurol en el grano al momento de la cosecha, 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.
6. Se estimó que el mesurol debería ser aplicado con una frecuencia aproximada de 10 días de intervalo entre cada aplicación.

7. El mesurol redujo hasta un 24o/o 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 forraje de sorgo al momento de cosechar y determinar el efecto que la alimentación con este forraje pueda causar en el ganado bovino y equipo.

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*.

BIBLIOGRAFIA

- 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, plant 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 crop. *Proceedings Sth Vertebrate Pest Control, Conference, Fresno, California, March 7-9, pp. 108-111. 1972.*
- ⁵ HENKENS, 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* Fischer), 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. March. American Society for Testing and Materials. pp. 177-185. 1977.

- ⁸MITAL, V.P., KADAM, J.R. and DESAI, K.B. *Methiocarb as a bird repellent in grain sorghum. Sorghum Newsletter* 24-41, 1981.
- ⁹MITCHELL, G.C. *Plagas de vertebrados y la agricultura en América Latina. Denver Wildlife Research Center. Denver, Colorado, 1.1 p. Sept. 1979.*
- ¹⁰MOTT, D.F. and LEWIS, L.E. *Methiocarb: A bird repellent on ripening grain sorghum. Sorghum Newsletter* 19: 95-97, 1976.
- ¹¹RAND, 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.*
- ¹²SCHAFFER, E.W. and BRUNTON, R.B. *Chemicals as bird repellents: Two promising agents. Journal of Wildlife Management* 35 (3): 569-572. July 1971.
- ¹³SCHAFFER, 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 R.E. Marsh. American Society for Testing and Materials. pp. 186-194, 1977.*
- ¹⁴SCHAFFER, E.W. *Registered bird damage chemical controls. Pest Control, June: 36-39, 1979.*
- ¹⁵SOTOMAYOR-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.
- ¹⁶THURBER, W.A. *Cien aves de El Salvador. 1a. Ed. Dirección de Publicaciones del Ministerio de Educación, San Salvador, El Salvador, 100 p. 1978.*
- ¹⁷U.S. FISH and WILDLIFE SERVICE. *Vertebrate damage control research in agriculture. Annual Progress Report 1978. Denver Wildlife Research Center. pp. 54-55.*
- ¹⁸U.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.*

ANALISIS DE CALIDAD TORTILLERA DE VEINTIOCHO VARIEDADES
DE SORGO*

D.H. Meckenstock**
Rigoberto Nolasco P.***

RESUMEN

Veintiocho variedades de sorgos mejorados fueron evaluados para su comportamiento en la elaboración de tortilla, en donde se utilizó métodos de cocción tradicionales. Todas las variedades probadas tuvieron color de grano crema (R-yyZZ) y color de planta amarillo (ppqq). Los resultados indicaron diferencias entre las variedades para tamaño de grano (21.7 a 38.1 g mil⁻¹ grano), el tiempo de cocción (25 a 35 minutos), el rendimiento de la masa (155 a 193o/o del peso del grano seco), la pegajosidad de la masa, y el color y el sabor de la tortilla. Las variedades sobresalientes en el color y el sabor fueron M62650, M63656, e. ICSV-126. En total, 21 variedades clasificaron para el "Vivero Tortillera".

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

Investigación realizada bajo el Convenio de Cooperación Técnica entre la Secretaría de Recursos Naturales y el Programa Internacional de Sorgo y Milo (INTSORMIL).

** Profesor Adjunto, Departamento de Ciencias de Suelos & Cultivos, Universidad de Texas A & M/INTSORMIL, trabajando en Choluteca, Honduras.

*** Coordinador Programa Nacional de Sorgo, Departamento de Investigación Agrícola, Secretaría de Recursos Naturales, Choluteca, Honduras.

INTRODUCCION

Es importante que las variedades liberadas en el sur de Honduras tengan buena calidad tortillera porque en algunos años más del 40o/o de la cosecha del grano de sorgo está destinado para consumo humano (Torchelli y Narváez, 1980). La forma más común de comer sorgo es tortilla aunque otras comidas populares son alborotos, atole y rosquetes (Futrell et al. 1982). DeWalt y DeWalt (1984) estima que el sorgo provee alrededor de 2,000 Kcal día⁻¹ hasta por siete meses al año a los agricultores pequeños que alquilan la tierra en el sur de Honduras. Por estas razones, el Programa Nacional de Sorgo (PNS) siempre selecciona las variedades que posean buenos rendimientos y de buena calidad de grano para ser evaluadas en la elaboración de tortillas. Esta evaluación es parte de una serie de pruebas que realiza el PNS en el desarrollo de sorgos con calidad tortillera. El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento de veintiocho variedades promisorias en la preparación de tortillas.

MATERIALES Y METODOS

Variedades. Regularmente el PNS escoge dentro de los ensayos que se siembran en la postrera, las variedades sobresalientes en rendimiento y calidad de grano para ser evaluados en la elaboración de tortillas. En postrera de 1983, veintiocho muestras promisorias fueron seleccionadas de unas cien variedades. Las variedades fueron escogidas de los siguientes ensayos: el Ensayo Internacional de Adaptación de Variedades de Sorgo (83ISVAT), del Instituto Internacional para la Investigación en Cultivos de los Trópicos Semi-áridos (ICRISAT) en India; el Ensayo de Rendimiento de Sorgo de la Región Latinoamericana (83LARSYT) de ICRISAT en México; el Grain Weathering Test (83GWT), de la Universidad de Texas A & M (TAMU) en los Estados Unidos; y el Ensayo de Sistemas de Producción de Maíz y Sorgo (83CLAIS) de la Comisión Latinoamericana de Investigadores en Sorgo (CLAIS) de Centroamérica y El Caribe. Todas las variedades seleccionadas (Cuadro 1) fueron fotoinsensitivos (ma₁ma₁), altura de planta triple, doble o uni-enano, color de planta amarillo (ppqq), color de grano crema (R-yyZZ) y buenos rendidores de grano. En tres casos, la misma variedad fue seleccionada de dos ensayos. Las variedades duplicadas son M62641, M90360 y M62650.

Determinación del Testigo. Una prueba preliminar fue hecha para determinar cual variedad sería usada como testigo. Las variedades evaluadas fueron Sureño, Tortillero y Liberal (un maicillo criollo conocido por su calidad tortillera). La variedad Sureño fue escogida como testigo por el color superior y sabor de la tortilla. Sureño es una selección de M62650 y ha sido reportado por el PNS como 82GWT-210 en los años anteriores.

Muestra de grano. Las muestras de grano fueron soplado con el viento para remover insectos, tierra y otras partes de la planta. Los granos quebrados y glumas pegadas fueron quitados a mano. Luego el grano fue tratado con fósforo de aluminio para protegerlo contra insectos durante el período del experimento. De este grano limpio, una

Cuadro 1 Nombre de la variedad, fuente del grano y su genealogía. Las variedades están presentadas en los grupos que fueron analizados.

Variedad	Fuente	Genealogía ¹
ICSV-149	83ISVAT-14	(E35-1 x Rs/R-102)-1-1-1-2
ICSV-155	83ISVAT-20	(M35-1 x M11009)-1-1-1-7-1-B-1
M62641	83GWT-238	(SC108-3 x CS3541)E15)-5
ICSV-131	83ISVAT-6	(SPV105 x M36410)-8-1-1-1-B
ICSV-148	83ISVAT-13	((CSV-4(GG x 370))-2-2-2-3
M35610	83GWT-126	(SC108-4-8 x CS3541)
ICSV-138	83ISVAT-9	((CVS-4 (GG x 370))-2-1-1-1-4
M91019	83GWT-204	((CSV-4 (GG x 370)) 2-2-2-2-4
M63656	83GWT-136	(SC108-3 x E35-1)-29-2
ICSV-107	83ISVAT-1	(SC108-3 x CS3541)-19-1
ICSV-108	83ISVAT-2	(SC108-4-8 x CS3541)-88
M90362	83LARSYT	n/d
M62641 Haití)	83CLAIS	(SC108-3 x CS3541)E15)-5
ICSV-150	83ISVAT-15	(IS12611 x SC108-3)-1-1-2-1
ICSV-126	83ISVAT-5	((SC108-3 x Swarna) E35-1)-6-2
ICSV-157	83ISVAT-22	(IS5622 x WABC-1121 x CS3541)-11-1-3-1-1-1-1-1
M90360	83LARSYT	n/d
ICSV-156	83ISVAT-21	(SPV69 x E12-5)-14-1-1-1-B
ICSV-120	83ISVAT-4	(148 x E35-1)-4-1 x CS3541 deriv)-5-3-2
M90360	83LARSYT	n/d
M36285	83GWT-117	(SC108-3 x E35-1)
SEPON-77	83CLAIS	n/d
80L27955-1	83LARSYT	n/d
M62650	83GWT-121	((SC423 x CS3541) E35-1)-2
IS12611 x SC108	83LARSYT	(IS12611 x SC108-3) 4-4-8
77CS1	83GWT	(IS2930 x IS3922)
M62650	83ADIN-116	((SC423 x CS3541)E35-1)-2
Sureño (Testigo) Lote de Aumento ((SC423 x CS3541)E35-1)-2-5.		

¹n/d = no disponible

muestra de 150 g fue pesado para el análisis; también 500 granos de la muestra fueron contados al azar y pesado para determinar el tamaño del grano ($g\ mil^{-1}$).

Procedimiento. Las variedades fueron divididas en nueve grupos. Cada grupo consistió de tres variedades y un testigo. Un grupo fue cocinado diariamente y los colores y sabores dentro del grupo fueron determinados (ver evaluación sensorial). Se repitió el análisis tres veces.

La cocinera y el laboratorio. La cocinera y dueña del laboratorio fue la señora Bertilia de Maldonado, una campesina humilde de 36 años de edad, con tres hijos y un esposo que comen tortillas diariamente. Doña Bertilia ha venido haciendo tortillas desde cuando puede recordar y esta experiencia ha sido inestimable en la formulación de la metodología y práctica de este trabajo. También, las decisiones acerca de cuando el grano fue cocido, la pegajosidad de la masa y otras fueron hechas por ella. El laboratorio fue su propio hogar, una casa pequeña construida de adobe, de un solo cuarto, techo de teja, piso de tierra compactado, la luz entraba por el techo, paredes y la puerta abierta. Las muestras fueron cocinadas en pares, en una hornilla de adobe con dos hoyos, la cual fue situada en una esquina del cuarto, la leña fue la fuente de energía.

Cocimientos tradicionales. Ya se ha hecho una descripción del método usado (Meckenstock et al, 1984). Sin embargo, las cantidades de grano y cal fueron mayores y la descripción se realizó mediante una publicación restringida. Entonces es apropiado que se vuelvan a presentar los métodos. Se nota que el método usado fue semejante a las observaciones hechas hace más de 140 años por Stephens (1841) acerca de la elaboración de tortillas de maíz.

Cuatro muestras de 150 g fueron procesadas diariamente, una de las muestras fue Sureño, el cual fue usado como testigo. El grano fue hervido en alcalí, una fuente indígena de cal. El agua fue obtenida de un pozo hecho a mano (malacate). El procedimiento de cocinar es el siguiente:

1. Un litro de agua y 10 g de cal en polvo fueron puestos en una olla de metal galvanizado de 20 cm de diámetro, el nivel del agua sobre el grano fue alrededor de 4 cm.
2. La cal fue disuelta en agua acelerando el procedimiento con las manos.
3. La olla y su contenido fue puesta en el fuego, el agua se dejó hervir rápido. (Nota: la elevación sobre el nivel del mar es de 45 m).
4. 150 g de grano de sorgo fueron vertidos al agua hirviendo (empezándose a tomar el tiempo) y luego se le mezcló con la cuchara tres veces.
5. Se continuó revolviendo una o dos veces cada 4 a 6 minutos.
6. El grano estuvo cocido cuando la mota o cáscara se pudo partir y pelar con los dedos.

7. *La olla y su contenido se bajó del fuego (se termina de tomar el tiempo), el grano y el agua se pasó por el colador y luego el grano cocido (nix tamal) se arrojó al piso para ser enfriado. El grano fue puesto sobre una bolsa de papel abierta para no ensuciarlo y fue regado uniformemente.*
8. *Después de enfriarse (alrededor de 17 minutos), el nix tamal fue recogido en una paña plástica y se pesó para determinar la cantidad de agua absorbida. Este peso fue dividido por 150 g para determinar el rendimiento de la masa (Nota: había residuos de cal en la superficie del grano).*
9. *El nix tamal fue lavado con agua removiéndolo vigorosamente con las manos para quitar la mota (cerca de 30 segundos), se le cambió agua y se continuó lavando luego se le botó el agua y se siguió removiéndolo sin ella. Este ciclo de lavado fue repetido hasta que quedó poca mota flotando en el agua. Se puso el nix tamal en el colador, se le echó agua limpia y se sacudió. No toda la mota se desprendió del grano.*
10. *El nix tamal fue pesado para determinar la pérdida de peso al lavarlo.*
11. *El nix tamal fue molido a mano para obtener una masa entera, usando un molino manual.*
12. *La masa entera fue pasada por una piedra de moler para obtener una masa huesta. Se le mezcló agua hasta que tuvo la consistencia deseada.*
13. *Usando una masa huestada las tortillas (aproximadamente 12 cm en diámetro) fueron hechas a mano y colocadas en un comal de barro caliente para cocinarlas.*
14. *Las tortillas se cocinaron aproximadamente en 100 segundos, durante este tiempo se les dio vuelta dos veces a intervalos de 40 y 45 segundos, luego se presionó la tortilla para soplarla.*

Evaluación sensorial de la masa y las tortillas. Las observaciones sobre la pegajosidad de la masa entera y la masa huestada fueron hechas por la cocinera, mientras ella estaba amasándolas. Esta fue una evaluación subjetiva siendo que fue tomado en base a lo que ella consideró pegajosa. La evaluación del color y sabor de las tortillas fue hecha por diez campesinos que han comido tortillas toda la vida y que han laborado en el PNS. Las cuatro muestras de tortillas fueron arregladas en rimas encima de un tablero cubierto con una tela de manta. Luego, las tortillas fueron llevadas al campo y presentadas a los obreros en el sitio de su trabajo. Para comenzar, cada participante en privado indicó cual tortilla tenía el mejor color y luego el peor color. Entre los dos tratamientos no indicados, el participante indicó cual tenía el mejor color. Después que el participante ha probado un pedazo de cada tortilla, se le preguntó cual tenía el mejor sabor y luego el peor sabor. Entre los dos no indicados, se les preguntó cual tenía el mejor sabor. En algunos casos, el sabor entre los tratamientos fueron parecidos y fue necesario probar

estas tortillas nuevamente. En ambas pruebas de color y sabor de las variedades fueron clasificadas en una escala de 1 a 4. Por cada participante, las muestras indicadas con el mejor color o sabor fueron asignadas el número "1", igualmente las muestras con el peor color y sabor fueron asignadas el número "4". Entonces, valores del color y sabor reportados fueron el promedio de la variedad sobre los diez participantes. Para simplificar comparaciones entre variedades, la clasificación de calidad fue calculada. El valor de la calidad de una variedad fue la suma de su color y sabor dividido por la suma del color y sabor del testigo en su grupo. Por ejemplo, si el color y sabor de una variedad fue 2.5 y 2.6 respectivamente y el testigo tuvo 3.2 y 3.0 respectivamente, la calidad de la variedad fue $(2.5 + 2.6) / (3.2 + 3.0) = 0.8$. Igualmente, la calidad del testigo en cada grupo siempre fue 1.0. Entonces, variedades con valores de calidad menores del testigo fueron consideradas aceptables para tortillas.

Los resultados de esta evaluación se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2 Promedios del peso de mil granos, tiempo de cocción, rendimiento de la masa, observaciones acerca de la pegajosidad de la masa y el color, el sabor y la calidad general de la tortilla.

Variedad	GRANO		MASA		TORTILLA		
	Tamaño g mil ⁻¹	Cocción Min.	Rendim. o/o	Pegajosa	Color 1-4	Sabor 1-4	Calidad 1-4
Sureño (Testigo)	28.2	32	170	no	3.2	3.0	1.0
ICSV-149	27.6	33	179	si	2.5	2.6	0.8
ICSV-155	25.6	30	181	no	2.5	2.4	0.8
M62641	33.9	30	181	no	1.8	2.0	0.6
Sureño (Testigo)	28.2	27	160	no	2.9	2.7	1.0
ICSV-131	26.0	25	170	si	2.6	2.7	0.9
ICSV-148	22.4	33	184	si	2.5	2.6	0.9
M35610	30.6	33	171	si	2.0	2.0	0.7
Sureño (Testigo)	28.2	32	176	no	3.8	3.7	1.0
ICSV-138	28.4	32	185	si	3.0	2.9	0.8
M91019	29.3	33	172	no	1.8	2.0	0.5
M63656	28.9	32	177	no	1.4	1.4	0.4
ICSV-107	22.8	29	179	no	2.9	2.7	1.1
ICSV-108	30.6	30	155	no	2.5	2.5	1.0
Sureño (Testigo)	28.2	30	173	no	2.5	2.4	1.0
M90362	35.3	29	184	si	2.1	2.4	0.9
M62641	26.5	35	188	no	3.2	2.6	1.1
ICSV-150	27.6	34	183	si	2.4	2.9	1.0
Sureño (Testigo)	28.2	34	192	no	2.6	2.5	1.0
ICSV-126	30.2	34	166	no	1.8	2.0	0.7
ICSV-157	21.7	32	184	si	3.3	3.3	1.2
Sureño (Testigo)	28.2	34	163	no	2.7	2.7	1.0
M90360	38.1	31	169	si	2.3	2.3	0.8
ICSV-156	29.4	34	167	no	1.7	1.7	0.6
Sureño (Testigo)	28.2	27	167	no	3.5	3.2	1.0
ICSV-120	30.9	27	177	no	2.9	2.7	0.8
M90360	34.2	27	166	si	2.1	2.1	0.6
M36285	33.2	26	178	no	1.5	2.0	0.5
SEPON 77	24.5	35	193	si	3.0	2.7	1.0
Sureño (Testigo)	28.2	34	176	no	2.6	3.0	1.0
80L27955-1	30.8	32	182	no	2.6	2.6	0.9
M62650	23.9	29	183	no	1.8	1.7	0.6
Sureño (Testigo)	28.2	30	173	no	3.2	2.9	1.9
IS12611 x SC108	30.3	32	189	no	2.8	2.9	0.9
77CS1	30.7	31	172	si	2.5	2.3	0.8
M62650	23.8	35	173	no	1.5	1.9	0.5

**RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN ENSAYOS UNIFORMES
DE SORGO DEL PCCMCA DE 1984***

*Jorge S. Fuentes Vasquez**
Edgar Ramiro Salguero S.***

INTRODUCCION

Cada año se evalúan sorgos para grano a través del PCCMCA, tanto de programas nacionales como de casas comerciales que tienen directa relación con este cereal.

En 1984 se preparó un ensayo uniforme compuesto de 36 materiales con el objeto de evaluarles su comportamiento en varios países de Latinoamérica, miembros del Proyecto Cooperativo. Para el efecto se enviarán por parte de la coordinadora regional 20 ensayos a los siguientes países: República Dominicana, San Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Puerto Rico y Guatemala. De todos los ensayos únicamente se recibieron seis, correspondientes a tres países, los cuales son los siguientes:

<u>País</u>	<u>Localidad</u>	<u>No. Ensayos</u>
Guatemala	Tiquizate	1
San Salvador	Santa Cruz Porrillo	1
Panamá	Río Hato	1
Panamá	Guararé	1
Panamá	Ejido	1
Panamá	Alaje	1

El ensayo fue un látice simple 6 x 6 en bloques incompletos al azar al cual se aplicó su análisis de varianza individual y combinado.

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

** Coordinador Nacional y Regional e Investigador Profesional, Programa de Sorgo, respectivamente, ICTA, Guatemala.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al practicar el análisis de varianza individuales encontramos que las seis localidades tienen coeficientes de variación aceptables que van desde 6.71o/o hasta 18.00o/o. La mejor localidad desde el punto de vista de su media de rendimiento fue la localidad Ejido de Panamá con 6.89 TM/ha, mientras que en Santa Cruz Porrillo de San Salvador se obtuvo la media más baja con 2.84 TM/ha.

La "F" para los tratamientos se puede ver en el Cuadro 1, que fueron altamente significativas en todas las localidades.

De acuerdo a su DMS de 0.66 para la localidad de Tiquizate en Guatemala, se puede separar 5 sorgos que fueron diferentes estadísticamente al testigo, los cuales son: BR-48 con 5.09 TM/ha, Litoral-5 con 4.90 TM/ha, 8416 "A" con 4.63 TM/ha, DK-64 con 4.60 TM/ha e ICTA EXP. 2 con 4.15 TM/ha. En la localidad de Santa Cruz Porrillo en San Salvador, no encontramos ningún material que sea estadísticamente diferente o superior al testigo 8244 con 3.37 TM/ha y con una DMS de 0.72.

En la localidad de Río Hato en Panamá, encontramos 17 sorgos que superaron al testigo 8244 con 2.93 TM/ha y una DMS = 0.71. En Alonge también en Panamá se pudo encontrar un sorgo que fue superior al testigo con 6.15 TM/ha y una DMS = 0.51; el material fue el SG 872 con 6.94 TM/ha. En Ejido en Panamá ninguno pudo superar al testigo con DMS = 0.56 y en Guararé también en Panamá encontramos ocho sorgos que superaron al testigo con 6.16 TM/ha y una DMS = 0.85.

Al practicar el análisis combinado en las seis localidades se encontró que existe una significancia entre localidades, tratamientos, localidad x tratamiento y entre bloques, lo que nos indica que los ambientes donde fueron evaluados son diferentes y que existe una diferencia bien marcada entre los tratamientos por lo tanto se practicó la prueba de comparación múltiple de Duncan, la cual no separa a los híbridos ICTA 450 con 5.57 TM/ha, Litoral-5 con 5.56 TM/ha y el G 1711 con 5.54 TM/ha del resto de materiales evaluados los cuales son estadísticamente superiores, tal como se puede ver en el Cuadro 3.

En el Cuadro 2, además de los estadísticos enumerados resalta el C. V. – 4.53o/o, lo que nos indica el alto grado de eficiencia en el manejo de los ensayos en las localidades.

Cuadro 1 Promedios de Rendimiento en TM/ha al 15o/o de humedad y sus Estadísticos obtenidos en Ensayos Uniformes de Sorgo correspondientes al PCCMCA, 1984 en seis localidades.

Orden No.	Entrada No.	Nombre	Origen	G.T.	S.S. SCP	PANAMA				
						R.H.	Alo.	Ej.	Gua.	X
1	16	BR 48	Dekalb	5.09*	3.28	4.16*	5.92	7.33	6.05	5.31
2	28	Litoral 5	Paymaster	4.90*	3.57	2.85	6.47*	8.33	7.32*	5.56
3	9	8416 A	Pioneer	4.63*	3.14	4.61*	6.02	7.83	6.15	5.39
4	17	DK 64	Dekalb	4.60*	2.52	3.78*	6.56	7.90*	6.36	5.27
5	23	ICTA EX-2	ICTA Guat.	4.15*	3.11	4.77*	5.18	7.35	6.89	5.26
6	8	8239	Pioneer	3.84	3.37	4.28*	6.51	7.63	6.77	5.34
7	25	ICTA 450	ICTA Guat.	3.82	3.61	4.74*	5.87	8.00	7.40*	5.57
8	34	SG 872	GARRISON	3.73	3.33	4.89*	5.97	6.58	7.50*	5.38
9	2	Oro T Extra	R.C. Young	3.72	3.44	4.35*	6.39	7.38	7.27*	5.36
10	11	W 8310	Pioneer	3.69	2.92	4.21*	5.70	6.68	5.38	4.76
11	35	SG 872	Garrison	3.69	2.99	3.34	6.94*	6.93	6.53	5.12
12	22	ICTA EX. 1	ICTA-Guat.	3.66	2.62	4.09*	4.74	5.60	5.44	4.38
13	13	PAG 6658	P.A.G.	3.64	2.62	3.22	4.82	6.83	6.14	4.54
14	33	SG 866	Garrison	3.61	2.24	4.65	4.61	6.53	5.70	4.60
15	12	8244 (Test)	Pioneer	3.44	3.37	2.93	6.15	7.83	6.16	5.00
16	6	G 1711	Funk's	3.41	3.02	4.83	6.16	7.78	8.04*	5.54
17	20	X 8150	N.K.	3.38	2.89	3.36	5.54	6.83	5.95	4.63
18	21	NK 266	N.K.	3.32	2.01	3.20	3.92	5.33	5.11	3.93
19	10	B 816	Pioneer	3.28	2.43	4.33*	5.28	7.00	6.05	4.73
20	3	G 550	Garrison	3.17	3.16	1.99	6.20	8.08	7.03*	4.94
21	7	HW 6843	Funk's	3.21	2.35	3.55	3.71	5.65	4.51	3.84
22	19	DK 42 Y	Dekalb	3.03	2.86	2.51	4.49	5.88	5.52	4.08
23	24	ICTA EX 3	ICTA-Guat.	2.96	1.61	0.42	3.99	5.03	5.54	3.29
24	26	1091	Paymaster	2.97	3.88	3.07	5.20	6.65	6.68	4.68
25	18	DK 38	Dekalb	2.89	1.77	3.68	5.14	7.48	5.71	4.44
26	14	PAG6670	P.A.G.	2.85	3.34	4.00*	5.65	6.53	7.02*	4.83
27	4	G 611	Garrison	2.83	2.91	1.46	5.41	7.00	6.86	4.40
28	15	PAG4462	P.A.G.	2.76	3.44	3.76	3.98	5.62	5.35	4.14
29	27	Litoral 4	Paymaster	2.72	1.83	3.08	5.25	7.85	5.94	4.43
30	1	Oro G Extra	R.C. Young	2.67	3.02	4.42*	6.06	7.38	6.92	5.08
31	32	T E Dinero	Taylor Evans	2.50	3.41	2.11	5.20	6.55	6.26	4.35
32	5	G 1498	Garrison	2.46	2.47	2.58	4.78	5.90	5.71	3.97
33	29	1127 W	Paymaster	2.37	3.51	3.90*	6.47	7.63	6.68	5.08
34	36	SG 932	Garrison	2.30	3.84	3.99*	5.34	7.13	7.68*	5.11
35	30	ICTA C-21	ICTA Guat.	1.38	1.11	0.73	4.54	6.00	5.48	3.20
36	31	ICTA C-25	ICTA Guat.	1.32	1.22	0.03	4.90	6.15	5.06	3.16
G.T.	- Guatemala, Tiquizate	E. Trat.		**	**	**	**	**	**	**
S.S.	- San Salvador	X		3.28	2.84	3.39	5.42	6.89	6.28	
SCP	- Santa Cruz Porrillo	CV o/o		14.39	18.00	14.85	6.71	11.56	9.67	
R.H.	- Río Hato	DMS		0.66	0.72	0.71	0.51	0.56	0.85	
Alo	- Alonje									
Ej.	- Ejido									
Gua.	- Guarare									

Cuadro 2 *Análisis de varianza combinado de látice 6 x 6 en bloques al azar de 36 sorgos en seis localidades, Guatemala, 1984.*

<i>Fuentes de Variación</i>	<i>G. L.</i>	<i>S. C.</i>	<i>C. M.</i>	<i>F</i>
<i>Localidades</i>	5	2164.22	432.845	945.782 **
<i>Repeticiones (Loc.)</i>	18	62.1465	3.4526	7.544 **
<i>Tratamientos</i>	35	397.969	11.3705	24.845 **
<i>Loc x Trat</i>	175	278.201	1.5897	3.474 **
<i>Bloques</i>	120	157.671	1.3139	2.871 **
<i>Componente (A)</i>	60	75.9023		
<i>Componente (B)</i>	60	81.7684		
<i>Error</i>	510	233.406	0.4577	
<i>Total</i>	863	3293.62		
<i>Tratamientos (Ajustados)</i>	36	322.229	9.2065	20.117
<i>DMS</i>	–	0.12		
<i>C. V.</i>	–	4.53o/o		
<i>Media General</i>	–	4.68 TM/ha		

Cuadro 3 Características Agronómicas y Medias de Rendimiento de 36 sorgos evaluados en el PCCMCA en 1984 y su comparación Duncan.

Orden No.	Entrada No.	Nombre	Origen	Días flor	Altura planta	Tam. Pan.	Enf. 1-5	Color g	\bar{X} TM/ha	Compa- ración Duncan
1	25	ICTA 450	ICTA-Guat.	59	135	28	2	R	5.57]
2	28	Litoral-5	Paymaster	59	148	28	2	R	5.56	
3	6	G-1711	Funk's	59	120	24	2	AN	5.54	
4	9	8416 A	Pioneer	62	139	24	2	AN	5.39	
5	34	SG 872	Garrison	59	139	28	2	AN	5.38	
6	2	Oro T Extra	R.C. Young	59	135	26	2	AN	5.35	
7	8	8239	Pioneer	60	129	29	2	AN	5.34	
8	16	BR 48	Dekalb	59	146	23	2	R	5.31	
9	17	DK 64	Dekalb	60	133	25	2	AN	5.27	
10	23	ICTA EXP. 2	ICTA-Guat.	58	176	19	2	AN	5.26	
11	35	SG 927	Garrison	62	126	29	2	CR	5.12]
12	36	SG 932	Garrison	58	118	25	2	AN	5.11	
13	1	Oro G Extra	R. C. Young	59	119	25	2	AN	5.08	
14	29	1127 W	Paymaster	63	141	28	2	CR	5.08	
15	12	8244	Pioneer	60	120	28	2	AN	5.00	
16	3	G-550	Funk's	60	85	26	2	B	4.94	
17	14	PAG 6670	P.A.G.	59	121	26	2	AN	4.83	
18	11	W 8310	Pioneer	61	120	25	2	B	4.75	
19	10	B-816	Pioneer	58	139	23	3	B	4.73	
20	26	1091	Paymaster	58	126	32	2	AN	4.68	
21	20	X 8150	N.K.	58	114	24	2	AN	4.63	
22	33	SG 866	Garrison	58	139	24	3	AN	4.60	
23	13	PAG 6658	P.A.G.	59	131	27	2	AN	4.54	
24	18	DK 38	Dekalb	55	126	26	2	AN	4.44	
25	27	Litoral-4	Paymaster	61	139	25	3	R	4.42	
26	4	G-611	Garrison	60	112	28	2	AN	4.40	
27	22	ICTA-EXP. 1	ICTA-Guat.	57	148	25	3	AN	4.38	
28	32	T.E. Dinero	Tailor Evans	57	115	27	2	AN	4.35	
29	15	PAG 4462	P.A.G.	55	118	28	3	AN	4.14	
30	19	DK-42 Y	Dekalb	56	163	28	3	A	4.08	
31	5	G-1498	Funk's	59	103	23	2	AN	3.97	
32	7	HW 6843	Pioneer	57	127	28	2	AN	3.84	
33	21	NK 266	N.K.	55	127	27	3	AN	3.83	
34	24	ICTA EXP. 3	ICTA-Guat.	62	137	33	2	A	3.29	
35	30	ICTA C-21	ICTA-Guat.	66	141	19	1	CR	3.20	
36	31	ICTA-C-25	ICTA-Guat.	65	150	20	2	CR	3.16	

R - Rojo AN - Anaranjado A - Amarillo B - Blanco CR - Crema

BIBLIOGRAFIA

- DeWalt, B. R. y K.M. DeWalt. 1984. Sistemas de cultivo en Pespire, Sur de Honduras. Un Enfoque de agroecosistemas. Universidad de Kentucky y el Instituto Hondureño de Antropología e Historia. Reporte No. 1.*
- Futrell, M., E. McCulloch, and R. Jones. 1982. Use of sorghum as food in southern Honduras. p. 100-102. In Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality, ICRISAT, 28-31 October, 1981. Patancheru, India: ICRISAT.*
- Meckenstock, D. H., Rigoberto Nolasco R. y D. Sarmiento. 1984. Análisis de calidad tortillera de dieciséis variedades de sorgo. p. 59-66. En la Memoria Técnica Anual, 1983, Programa Nacional de Sorgo y Programa Nacional de Frijol, noviembre, 1984. Secretaría de Recursos Naturales, Tegucigalpa, D. C., Honduras.*
- Stephens, John L. 1841. Incidents of travel in Central America, Chiapas and Yucatan. Harper & Brothers, New York.*
- Torchelli, J.C. y M. Narváez, 1980. Granos Básicos en su aspecto económico. Secretaría de Recursos Naturales, Tegucigalpa, D. C., Honduras, C.A.*

COMPORTAMIENTO DE DIECISEIS SORGOS GRANIFEROS EN EL
SUR DE HONDURAS, 1984*

E. Ramírez**

Rigoberto Nolasco P.***

D.H. Meckenstock***

R E S U M E N

Dieciséis genotipos entre variedades e híbridos de sorgo graníferos élitos del Programa Nacional de Sorgo (PNS) y las compañías Dekalb y Pioneer fueron evaluados en tres localidades del sur de Honduras en la postrera de 1984. Dos localidades fueron ubicadas en fincas de los agricultores y la otra fue en la Estación Experimental de La Lujosa. Sobre las tres localidades, el híbrido sobresaliente fue Catracho con 4.4 TM/ha, mientras que la variedad sobresaliente fue Sureño con 3.9 TM/ha. También, el híbrido experimental (ATx623 x Tx433) con grano rojo, tuvo un comportamiento notable. Los tres materiales pertenecen al PNS. Los resultados indicaron que el PNS tiene buenos sorgos adaptados al sur del país y algunos tienen mejor potencial de rendimiento que los híbridos que ofrecen las casas comerciales.

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

** Investigador en fincas, región sur y Jefe Programa Nacional de Sorgo, respectivamente, Sección de Investigación Agrícola, Secretaría de Recursos Naturales, Choluteca, Honduras.

*** Profesor Adjunto, Departamento de Ciencias de Suelos & Cultivos, Universidad de Texas A & M/INTSORMIL, Sede en Choluteca, Honduras.

INTRODUCCION

El área de producción de sorgo ha venido incrementándose en el sur de Honduras a través de los años, mientras que la producción total no ha variado en la zona (Torchelli y Narváez, 1980). Aunque el rendimiento promedio en la zona sur es estimado en alrededor de 0.75 TM/ha (Torchelli y Narváez, 1980), la popularidad del sorgo sigue por su tolerancia a la sequía y su versatilidad en uso, como alimento humano (37o/o) y consumo animal (DeWalt y DeWalt, 1984). Debido al bajo potencial de rendimiento de los genotipos contemporáneos, siembras tecnificadas no han sido rentables, y, debido al no uso de fertilizantes, los rendimientos siguen disminuyendo. El propósito del PNS para salir de este círculo vicioso, es desarrollar sorgos con mayor potencial de rendimiento.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar en condiciones de finca de los agricultores de la zona, las variedades e híbridos que han mostrado mejor comportamiento agronómico y de rendimiento a nivel experimental. Este trabajo es el primer paso en la evaluación de materiales promisorios fuera de la estación experimental. Los otros dos pasos que siguen son lotes de comprobación y parcelas del agricultor.

MATERIALES Y METODOS

Tres ensayos compuestos de híbridos y variedades pertenecientes al PNS y a las compañías Dekalb y Pioneer fueron evaluados en tres localidades del Departamento de Choluteca en la postrera de 1984. Las localidades fueron El Cedral en el municipio de El Triunfo, Santa Ana en el municipio de Namasigue y La Lujosa en el municipio de Marcovia. La preparación de tierra fue con maquinaria en El Cedral y La Lujosa y con tracción animal (bueyes) en Santa Ana. Debido a diferencias de surcar en los tres lugares, la distancia entre surcos varía (Cuadro 1). También, este hecho cuenta por la diferencia en poblaciones entre localidades (Cuadro 1). La siembra se llevó a cabo en la segunda quincena de agosto (Cuadro 1). Los ensayos fueron sembrados usando un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y con 16 tratamientos en La Lujosa y Santa Ana y 11 tratamientos en El Cedral. El número de tratamientos fue menor en El Cedral por la insuficiencia de semilla. En cada localidad se aplicó a la siembra 15-30-15 kg/ha de NPK en forma de fórmula (12-24-12) y se aplicó al aporque 30 kg/ha de N en forma de urea. El control de maleza fue manual. Para el control de plagas del suelo, se aplicó Counter granulado al 10o/o (dosis 10 kg/ha) al momento de la siembra, luego se hizo una aplicación de MTD600 (dosis 0.7 litros/ha) para el control de cogollero. Los dos insecticidas fueron aplicados en cada localidad.

Cuadro 1 *Resumen de prácticas agronómicas por localidad: fecha de siembra, distancia entre surco, número de plantas por hectárea, fertilización a la siembra y al aporque y fecha de la cosecha.*

Localidad	Fecha de siembra	Entre Surco (m)	Población teórica plantas/ha	Fertilización		Cosecha
				Siembra NPK kg/ha	Aporque N kg/ha	
La Lujosa	29 agosto	0.80	83.333	15-30-15	30	28 diciembre
El Cedral	23 "	0.75	88.888	15-30-15	30	29 noviembre
Santa Ana	29 "	0.60	111.111	15-30-15	30	7 enero

RESULTADOS Y DISCUSION

El rendimiento de los 16 materiales varían entre 1.6 y 5.7 TM/ha sobre las tres localidades (Cuadro 2). Todos los materiales, con excepción de Sureño, muestran su mejor comportamiento en El Cedral, mientras que todos los materiales con excepción a ISIAP Dorado, muestran su peor comportamiento en Santa Ana. Los rendimientos altos en El Cedral son debido a buena fecha de siembra y cosecha y que los rendimientos bajos en Santa Ana son debido a la preparación de tierra, la cual fue con bueyes. Por lo general, plantas altas tienen mayor rendimiento (Cuadro 3). Entonces, es necesario tomar en cuenta no sólo la heterosis sino también la altura de planta en la interpretación de los resultados.

Híbridos Doble Enanos.

El híbrido sobresaliente es el Catracho que tiene un rendimiento promedio sobre localidades de 4.4 TM/ha (Cuadro 2). También Catracho fue sobresaliente en el ensayo regional del año pasado (Ramírez et al, 1984). La genealogía de Catracho es AT x 623 x Tortillero. Los altos rendimientos de Catracho y el híbrido experimental (AT x 623 x SEPON-77) son debido a su adaptación tropical y su genotipo de altura de planta, el cual es doble enano (es decir que tenga dos genes recesivos para altura de planta). Aunque Catracho y (AT x 623 x SEPON-77) tienen rendimientos comparables, Catracho es el preferido por su precocidad y menor altura de planta (Cuadro 3).

Variedades Doble Enanos.

La variedad sobresaliente es Sureño con el rendimiento promedio de 3.9 TM/ha. También Sureño fue la variedad sobresaliente en el ensayo regional del año pasado (Ramírez et al, 1984). El alto rendimiento de Sureño, como Catracho, es debido a su

Cuadro 2 Rendimientos promedios de 16 sorgos graníferos evaluados en tres localidades en el Sur de Honduras en la postrera de 1984.

	Fuente	Promedio	LOCALIDADES			Color de grano
			La Lujosa	El Cedral	Santa Ana	
			TM/ha			
Catracho	SRN	4.4	4.1	5.7	3.4	blanco
ATx623 x SEPON-77	SRN	4.2	5.0	–	3.3	crema
Sureño	SRN	3.9	4.9	4.2	2.5	crema
M62641	SRN	3.8	4.3	4.8	2.3	crema
AT x 623 x Tx433	SRN	3.8	3.5	5.4	2.5	rojo
SEPON-77	SRN	3.7	3.8	4.3	3.1	crema
M36285	SRN	3.6	3.1	5.3	2.4	crema
ATx623 x Tx434	SRN	3.5	3.3	4.5	2.7	rojo
DK-64	Dekalb	3.1	2.6	4.2	2.5	rojo
84ZAC-315	SRN	3.1	3.2	–	2.9	crema
DK-55	Dekalb	3.0	3.1	3.3	2.5	rojo
ISIAP Dorado	CENTA	2.9	2.3	4.0	2.5	crema
W-8310	Pioneer	2.9	3.2	3.7	1.8	blanco
P-8239	Pioneer	2.8	3.2	–	2.3	rojo
84ZAC-351	SRN	2.3	2.7	–	1.9	crema
84ZAC-353	SRN	1.6	1.6	–	1.6	crema
PROMEDIO			3.4	4.3	2.5	
DMS			1.0	1.3	0.6	
CV (o/o)			19	18	18	

Cuadro 3 Días a floración y altura de la planta de los genotipos en La Lujosa, El Cedral y Santa Ana, Honduras, 1984B.

Genotipo	Días a floración				Altura de Planta (cm)			
	Medio	La Lujosa	El Cedral	Sta Ana	Medio	La Lujosa	El Cedral	Sta Ana
<i>Catracho</i>	68	68	67	69	208	188	215	221
<i>ATx623 x Sepon-77</i>	69	69	–	68	218	207	–	228
<i>Sureño</i>	72	72	69	74	233	237	237	225
<i>M62641</i>	68	69	65	69	197	208	200	184
<i>ATx623 x Tx433</i>	68	68	66	70	166	167	168	164
<i>SEPON-77</i>	70	70	69	71	181	180	190	172
<i>M36285</i>	71	71	71	71	194	172	213	197
<i>ATx623 x Tx434</i>	72	72	71	72	165	172	163	160
<i>DK-64</i>	62	62	62	62	148	141	155	148
<i>84ZAC-315</i>	72	71	–	72	146	132	–	160
<i>DK-55</i>	64	64	65	63	143	137	158	134
<i>ISIAP Dorado</i>	68	68	65	71	144	145	135	151
<i>W-8310</i>	60	60	62	59	142	138	152	136
<i>P-8239</i>	63	63	–	62	137	123	–	150
<i>84ZAC-351</i>	66	66	–	65	165	173	–	156
<i>84ZAC-353</i>	63	63	–	63	131	130	–	131

adaptación tropical y su genotipo para altura de planta, el cual es doble enano. La diferencia en rendimiento entre Catracho y Sureño es debido a la heterosis. Las otras variedades semejantes a Sureño en rendimiento, adaptación y altura son M62641, SEPON-77 y M36285.

Híbridos Triple Enanos.

El rendimiento del híbrido experimental (ATx623 x Tx433) no fue sobresaliente (3.8 TM/ha), pero su comportamiento fue muy bueno cuando se toma en cuenta que es una planta con altura baja. Este, más los híbridos (ATx623 x RTx434), DK-64, DK55, W8310 y P-8239 son triple enanos (es decir que tenga tres genes recesivos para altura de planta). En todas las localidades, el rendimiento de (ATx623 x Tx433) es mayor o comparable a los híbridos comerciales. Esto sugiere que el híbrido (ATx623 x Tx433), con grano rojo, puede servir como una buena alternativa para los híbridos comerciales mencionados.

Variedades Triple Enanos.

Entre las variedades triple enanos, 84ZAC-315 tiene el mayor rendimiento (3.1 TM/ha) sobre localidades. También, la variedad ISIAP Dorado es comparable en su rendimiento. Las otras variedades triple enanos son 84ZAC-351 y 84ZAC-353.

CONCLUSIONES

Este trabajo confirma los resultados del año pasado que el híbrido Catracho y la variedad Sureño son los sorgos con mayor potencial de rendimiento disponible en la zona sur. También, los resultados indican que los sorgos doble enanos rinden más que los triple enanos. Entonces, una clave en aumento del rendimiento nacional es liberar sorgos doble enanos. Siendo que buenos híbridos vienen de buenas variedades, se recomienda que las variedades M62641, SEPON-77, 84ZAC-315 e ISIAP Dorado sean evaluados para la formación de híbridos. También se recomienda que las variedades M62641, SEPON-77 y M36285 pasen un año más en ensayos regionales para obtener información sobre su estabilidad de rendimiento.

BIBLIOGRAFIA

DeWalt, B. R. y K.M. DeWalt. 1984. Sistemas de cultivo en Pespire, Sur de Honduras: Un enfoque de agroecosistemas. Universidad de Kentucky y el Instituto Hondureño de Antropología e Historia, Reporte No. 1.

Ramírez, E., Rigoberto Nolasco, G. Ramos y D.H. Meckenstock. 1984. Estabilidad de diez variedades de sorgos graníferos. p. 3-13. En la Memoria Técnica Anual, 1983, Programa Nacional de Sorgo y Programa Nacional de Frijol, noviembre, 1984. Secretaría de Recursos Naturales. Tegucigalpa, D.C., Honduras, C.A.

Torchelli, J.C. y M. Narváez. 1980. Granos Básicos en su aspecto económico. Secretaría de Recursos Naturales, Tegucigalpa, D.C., Honduras, C.A.

EVALUACION DE VARIEDADES EXPERIMENTALES DE SORGO CONTRA
EL MILDIU LANOSO PERONOSCLEROSPORA SORGHI (KULK)
WESTON Y UPPAL C.G. SHAW*

Ricardo Antonio Ortiz **

R E S U M E N

En la búsqueda de variedades tolerantes al mildiu lanoso, se evaluaron en 1982, 19 variedades de sorgo a nivel de invernadero en las instalaciones del CENTA.

El diseño utilizado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones y 20 tratamientos, incluyendo un testigo que fue la línea ES-87 considerada como susceptible al patógeno. Se sembraron tres ensayos del proyecto el 11 y 24 de junio y 12 de julio de 1982, los cuales fueron analizados estadísticamente por separado y en forma general por medio de un análisis combinado, el cual también incluyó las tres fechas de siembra del proyecto. Los resultados de esta investigación indican que todas las variedades fueron diferentes al testigo estadísticamente y que las mayores condiciones para medir efectos se dieron cuando se sembró el 24 de junio y 12 de julio de 1982.

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

** Ingeniero Agrónomo, Fitopatólogo. Departamento de Parasitología Vegetal, CENTA, San Andrés, El Salvador, C.A.

INTRODUCCION

La enfermedad más importante en el cultivo del sorgo es el Mildiu lanoso, cuyo agente causal es Peronosclerospora sorghi (Weston y Uppal) C.G. Shaw, la cual está presente en nuestro país desde hace algún tiempo, pero no fue sino a fines de 1975 que fue descubierto en San Miguel.

El daño ocasionado por la enfermedad estriba en la no producción de granos en la mayoría de los casos; y cuando hay producción que es escasa, estos granos son también transmisores de la enfermedad cuando son utilizados para semilla.

Se ha considerado que una infección que sobrepase el 30o/o es un nivel económico de daño en plantaciones comerciales, a través de la liberación de variedades resistentes a la enfermedad se ha podido reducir el apareamiento de nuevos focos de infección; aunque la enfermedad persiste en El Salvador.

Por lo antes expuesto, se hace necesario una continua evaluación de las variedades experimentales de sorgo, ya que éstas son sometidas a una fuerte presión de inóculo de mildiu lanoso para detectar su tolerancia real a nivel de invernadero y campo..

REVISION DE LITERATURA

El mildiu lanoso del sorgo, Peronosclerospora sorghi, ingresó al país desde hace varios años, desconociéndose la forma en que lo hizo, se presume que fue a través de Honduras o Nicaragua (5).

Su diseminación en el país fue acelerada, por cuanto en 1976 se determinaron diferentes focos aislados de infección a través de todo el país (5).

Los trabajos de identificación fueron llevados a cabo por técnicos del departamento de Parasitología Vegetal del CENTA a principios del año de 1976. A partir de esta fecha, se iniciaron las primeras evaluaciones en diferentes materiales de sorgos graníferos y forrajeros (4, 6, 7).

El método utilizado para evaluar en esa fecha fue propuesto por De Leon (2), habiéndose obtenido buenos resultados; así como también otros métodos propuestos por R.A. Frederiksen y otros (3).

En 1977, se usó un nuevo método propuesto por el Dr. J. Craig, el cual es un tratamiento a base de luz, humedad relativa y temperatura, por medio del cual se induce a una hoja con síntomas o secciones de ella, a producir conidias. Este método tiene la ventaja que admite una mayor cantidad de materiales a evaluar en un espacio reducido, pero con la desventaja que un solo fallo de energía eléctrica lo hecha a perder totalmente (1). En vista de lo anterior se ha vuelto a usar otro método sencillo y práctico que se describe adelante.

Los materiales evaluados han sido diversos tanto graníferos y forrajeros, criollos, híbridos y mejorados, habiéndose obtenido resultados satisfactorios, a partir de los cuales se han liberado nuevas variedades de sorgo en El Salvador (4, 6, 7).

MATERIALES Y METODOS

Se evaluaron 20 variedades experimentales de sorgo incluyendo al testigo ES-87.

El diseño experimental fue bloques al azar, con 20 tratamientos y ocho repeticiones. La variedad utilizada como fuente de inóculo y testigo es susceptible a la enfermedad como lo es la ES-87.

Se puso la semilla de cada variedad a germinar para exponerla en contacto con las conidias del hongo de acuerdo al siguiente método:

La semilla de cada variedad se puso a germinar en cajas petri, colocándoles un número en orden correlativo, se agrega agua para humedecerla y se pasa a un incubador que mantiene una temperatura de 30°C.

Después de germinada la semilla, se colocaron secciones de hoja con síntomas conidiales de la enfermedad en la tapadera de la caja petri con papel fieltro humedecido. Al cerrar las cajas petri, las secciones de hoja hicieron contacto con la semilla germinada. Estas secciones de hoja fueron de tamaño uniforme para homogenizar el inóculo.

Las cajas petri así armadas y cerradas, se pasaron a un incubador por un período de 24 horas a 19°C, luego se sembraron en cajas de madera en el invernadero en forma de surcos transversales, con un número aproximado de 30 a 50 semillas por surco.

A los 20 a 25 días después de inoculada la semilla se evaluó cada tratamiento contando el número de plantas enfermas sobre el número de plantas sanas existentes, determinándose de esta manera, el porcentaje de infección para cada variedad.

Las variedades en prueba fueron las siguientes:

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1. Exp. 22 (Ent. 1002) | 11. D-91847-2 |
| 2. Exp. 23 (Ent. 1012) | 12. 539-1-5A-76-A |
| 3. Exp. 23 (Ent. 1011) | 13. M-91019 Sepon-80 |
| 4. Exp. 23 (Ent. 1011) | 14. M-90328 Sepon-80 |
| 5. D-9184701 | 15. M-90327 Sepon-80 |
| 6. A-5008 | 16. M-90325 Sepon-80 |
| 7. A-251-1 | 17. SC-599-6 x SC-134-C |
| 8. A-355-Bulk | 18. CENTA S-2 |
| 9. E-35-1 | 19. CENTA S-3 |
| 10. A-8235 | 20. ES-87 |

RESULTADOS

Cada ensayo fue analizado individualmente y luego se les hizo un análisis combinado para el porcentaje de infección y para fechas de evaluación. En el Ensayo 1, el análisis indica alta significancia para variedades (Cuadro 1), y la prueba de Duncan señala las diferencias en tolerancia de las respectivas variedades (Cuadro 2).

Cuadro 1 Evaluación de variedades experimentales de sorgo contra mildiu lanoso. Análisis de varianza. CENTA, 1982. Fecha de siembra: 19/V/82.

F. de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F	
					50/o	10/o
Repeticiones	3	749.37	249.79	0.74 ns	2.79	4.20
Variedades	18	20.654.88	1.147.49	3.40 **	1.82	2.33
Error	53	17.886.61	337.48			
TOTAL	74	39.290.86				

\bar{X} – 25.69

S – 18.37

CV – 71.51

Nota: Se le ha restado 1 al error por tener una parcela perdida.

Cuadro 2 *Evaluación de variedades experimentales de sorgo contra mildiu lanoso*
 Ensayo 1. *Prueba de Duncan para diferencia entre medias de variedades.*

<i>Variedades</i>	<i>Medias</i>	<i>Diferencia entre medias</i>
<i>M-90328 Sepon-80</i>	<i>97.72</i>	<i>a</i>
<i>A-5008</i>	<i>96.54</i>	<i>a</i>
<i>A-355 Bulk</i>	<i>91.03</i>	<i>a</i>
<i>M-91019 Sepon-80</i>	<i>90.80</i>	<i>a</i>
<i>A-13 235</i>	<i>88.68</i>	<i>a</i>
<i>SC-599-6XSC-134-C</i>	<i>87.50</i>	<i>a</i>
<i>D-91847-2</i>	<i>83.02</i>	<i>a</i>
<i>CENTA S-2</i>	<i>81.49</i>	<i>a</i>
<i>Exp. 22 (Ent. 1002)</i>	<i>81.25</i>	<i>a</i>
<i>A-251-1</i>	<i>79.00</i>	<i>a</i>
<i>E-35-1</i>	<i>75.42</i>	<i>a</i>
<i>M-90327 Sepon-80</i>	<i>71.55</i>	<i>a</i>
<i>M-90325 Sepon-80</i>	<i>65.08</i>	<i>a</i>
<i>Exp. 23 (Ent. 1011)</i>	<i>63.82</i>	<i>a</i>
<i>D-91847-1</i>	<i>60.05</i>	<i>a</i>
<i>CENTA S-3</i>	<i>58.76</i>	<i>a</i>
<i>Exp. 23 (Ent. 1012)</i>	<i>52.75</i>	<i>b</i>
<i>ES-87</i>	<i>44.30</i>	<i>b</i>
<i>D-96088</i>	<i>43.06</i>	<i>b</i>

ET – 337.4814 – 9.18

NOTA: *Prueba de Duncan con valores o promedios restados de 100 (100– \bar{X}).*

Tratamientos con igual literal significa que son iguales estadísticamente al 0.95 de probabilidad.

En el Ensayo 2, hubo alta significancia para variedades (Cuadro 3) y la prueba de Duncan señala que las variedades menos tolerantes fueron la ES-87 y la M-90019 Sepon-80 (Cuadro 4).

Cuadro 3 Evaluación de variedades experimentales de sorgo contra mildiu lanoso. Análisis de varianza. Ensayo 2. CENTA, 1982. Fecha de siembra: 12/VII/82.

ANDEVA						
F. de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F Tabulada	
					5o/o	1o/o
Repeticiones	3	133.43	44.48	0.27 ns	2.78	4.16
Variedades	19	25.691.00	1.352.16	8.32 **	1.80	2.29
Error	57	9.265.93	162.56			
TOTAL	79	35.090.36				

\bar{X} – 26.11

S – 12.75

CV – 48.83

Cuadro 4 *Evaluación de variedades experimentales de sorgo contra mildiu lanoso. Ensayo 2. Prueba de Duncan para diferencia entre medias de variedades.*

<i>Variedades</i>	<i>Medias</i>	<i>Diferencia entre medias</i>
SC-599-6XSC-134-C	91.99	a
Exp. 22 (Ent. 1002)	91.89	a
A-5008	91.62	a
M-90328 Sepon-80	91.19	a
CENTA S-2	90.58	a
D-91847-1	88.00	a
D-91847-2	85.42	a
539-1-SA-76-A	84.76	a
E35-1	81.78	a
A-355 Bulk	81.28	a
A-B 235	80.73	a
M-90325 Sepon-80	76.55	a
M-90327 Sepon-80	67.95	a
D-96088	67.62	a
Exp. 23 (Ent. 1012)	61.09	a
CENTA S-3	60.84	a
Exp. 23 (Ent. 1011)	59.68	a
A-251-1	59.61	a
ES-87	36.69	b
M-91019 Sepón-80	28.51	b

NOTA: *Tratamientos con igual letra significa que son iguales estadísticamente al 0.95 de probabilidad.*

$$E_r = 162.5614 - 6.37$$

Prueba de Duncan con valores o promedios restados de 100; $100 - \bar{X}$

En el ensayo 3, hubo alta significancia para variedades (Cuadro 5) y la prueba de Duncan en el Cuadro 6 indica que las variedades M-91019 Sepon 80 y ES-87, fueron las menos tolerantes al ataque del hongo (Cuadro 6).

Cuadro 5 Evaluación de variedades experimentales de sorgo contra mildiu lanoso. Análisis de varianza. Ensayo 3. CENTA, 1982. Fecha de siembra: 11/VI/82.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F Tabulada	
					5o/o	1o/o
Repeticiones	3	16.21	5.40	0.08 ns	2.78	4.16
Variedades	19	24.031.89	1.264.84	18.13**	1.80	2.29
Error	57	3.975.80	69.75			
TOTAL	79	28.023.90				

\bar{X} - 19.52	S - 835	CV - 42.79
-------------------	---------	------------

Cuadro 6 Evaluación de variedades experimentales de sorgo contra mildiu lanoso.
Ensayo 3. Prueba de Duncan para diferencia entre medias de variedades.

Variedades	Medias	Diferencia entre medias
M-90328 Sepon-80	98.81	a
SC-599-6A SC-134-C	96.18	a
D-91847-2	94.98	a
539-1-SA-76-A	94.10	a
D-91847-2	94.98	a
539-1-SA-76-A	94.10	a
D-91847-1	93.92	a
A-355 Bulk	92.34	a
A-5008	91.37	a
A - B 235	91.20	a
M-90327 Sepon-80	81.19	a
A-251-1	90.69	a
M-90325 Sepon-80	83.54	a
CENTA S-3	80.99	a
D-96088	80.41	a
Exp. 22 (Ent. 1002)	80.14	a
CENTA S-2	77.90	a
Exp. 23 (Ent. 1012)	67.78	a
E-35-1	66.22	a
Exp. 23 (Ent. 1011)	59.31	b
M-91019 Sepon-80	43.56	b
ES-87	35.22	b

ET – 69.7514 – 4.18

NOTA: Prueba de Duncan con valores o promedios restados de 100, $100 - \bar{X}$

Tratamientos con igual letra, son iguales estadísticamente al 0.95 de probabilidad.

El análisis combinado de los tres ensayos (Cuadro 7), reportó que fue altamente significativo para variedades, localidades y por variedades. La Prueba de Duncan (Cuadro 8), señala que la variedad ES-87 resultó ser la más susceptible de todas las sometidas a prueba.

La Prueba de Duncan para localidades (ensayos), demuestra que las condiciones normales de evaluación se obtuvieron en el Ensayo 2 y Ensayo 1 (Cuadro 9).

Cuadro 7 Evaluación de variedades experimentales de sorgo contra mildiu lanoso. Análisis de varianza combinado para tres ensayos. CENTA, 1982.

F. de Variación	G. L.	S.C	C.M.	F.C.	F	
					50/o	10/o
Repeticiones	3	230.33	76.78	0.41 ns	2.67	3.91
Variedades	18	48.772.42	2.709.58	14.64**	1.68	2.06
Localidades (E)	2	1.833.80	916.90	4.95**	3.06	4.75
INT. (V x E)	36	20.326.87	564.64	3.05**	1.51	1.78
ERROR	168	31.094.64	185.09			
TOTAL	227	102.258.07				

\bar{X} – 24.20

S – 13.60

CV – 56.22

Cuadro 8 *Evaluación de variedades experimentales de sorgo contra miridium lanoso. Combinado. Prueba de Duncan para diferencia entre medias de variedades.*

<i>Variedades</i>	<i>Medias</i>	<i>Diferencia entre medias</i>
<i>M-90328 Sepon-80</i>	<i>95.91</i>	<i>a</i>
<i>A-5008</i>	<i>93.18</i>	<i>a</i>
<i>SC-599-6 x SC-134-C</i>	<i>91.89</i>	<i>a</i>
<i>A-355 Bulk</i>	<i>87.80</i>	<i>a</i>
<i>D-91847-2</i>	<i>87.80</i>	<i>a</i>
<i>A-B 235</i>	<i>86.87</i>	<i>a</i>
<i>Exp. 22 (Ent. 1002)</i>	<i>84.43</i>	<i>a</i>
<i>CENTA S-2</i>	<i>83.32</i>	<i>a</i>
<i>D-91847-1</i>	<i>80.66</i>	<i>a</i>
<i>M-90347-1 Sepon-80</i>	<i>76.90</i>	<i>a</i>
<i>A-251-1</i>	<i>76.44</i>	<i>a</i>
<i>M-90325 Sepon-80</i>	<i>75.06</i>	<i>a</i>
<i>E-35-1</i>	<i>74.47</i>	<i>a</i>
<i>CENTA S-3</i>	<i>66.86</i>	<i>a</i>
<i>D-96088</i>	<i>63.70</i>	<i>a</i>
<i>Exp. 23 (Ent. 1011)</i>	<i>60.94</i>	<i>a</i>
<i>Exp. 23 (Ent. 1012)</i>	<i>60.54</i>	<i>a</i>
<i>M-91019 Sepon-80</i>	<i>54.22</i>	<i>a</i>
<i>ES-87</i>	<i>38.74</i>	<i>b</i>
<i>ET – 185.09112 = 3.93</i>		

NOTA: *Prueba de Duncan con promedios restados de 100.
Tratos con igual letra significa que son iguales estadísticamente al 0.95 de probabilidad.*

Cuadro 9 Evaluación de variedades experimentales de sorgo contra mildiu lanoso. Prueba de Duncan para diferencia entre medias de localidades (E).

Localidades (Ensayos)	Medias	Diferencia entre medias
E-2	26.68	a
E-1	25.69	a b
E-3	20.23	

$$ET - 185.09/76 = 1.56$$

Con los promedios de la prueba de Duncan se hizo una evaluación en base a por ciento de infección en cada variedad, basándose en la tabla descrita por L.R. HOUSE, cuyos resultados son: Tres variedades con calificación 2, nueve con 3, cinco con 4 y dos variedades con calificación 5 (Cuadro 10).

Cuadro 10 Determinación de la tolerancia al *mildiu lanoso* del sorgo de acuerdo al porcentaje de infección en 50 plantas. CENTA. 1982*

Variedad	Promedio	Valor — Escala
M-90328 Sepon-80	91.91	2
A-5008	93.18	2
SC-599-6 x SC-134-C	91.89	2
A-355 Bulk	88.22	3
D-91847-2	87.80	3
A-B 235	86.87	3
Exp. 22	84.43	3
CENTA S-2	83.32	3
D-91847-1	80.66	3
M-90327 Sepon-80	76.90	3
A-251-1	76.44	3
M-90325 Sepon-80	75.06	3
E-25-1	74.47	4
CENTA S-3	66.86	4
D-96088	63.70	4
Exp. 23 (Ent. 1011)	60.94	4
Exp. 23 (Ent. 1012)	60.54	4
M-91019 Sepon-80	54.22	5
ES-87	38.74	5

* Datos tomados de la Prueba de Duncan del análisis combinado para diferencias entre medias de variedades, descripción de la escala de evaluación.

- 1 Sin daño
- 2 1-10o/o de infección
- 3 1-25o/o de infección
- 4 26-40o/o de infección
- 5 Más del 41o/o de infección

DISCUSION

Los resultados anteriores demuestran que no todas las variedades experimentales son iguales al ataque de Peronosclerospora sorghi, y que además existen diferencias en tolerancia entre las mismas por su grado de resistencia y/o susceptible al mildiu lanoso del sorgo, si se trabaja en condiciones tales que se obliga a la planta mostrar su tolerancia real cuando es sometido a condiciones de fuertes presiones del inóculo. Además, solo logrando las condiciones antes mencionadas se puede notar las diferencias y diversos grados de tolerancia de las variedades ensayadas.

CONCLUSIONES

Las variedades más tolerantes al mildiu lanoso del sorgo en esta prueba fueron: M-90328, Sepon-80, A-5008, SC-599-6C x SC-134-C, A-355, D-91857-2, A-B 235, Exp. 22, CENTA S-2, D-91847-1, M-90327, Sepon-80, A-251-1 y M-90325 Sepon-80.

Las épocas de evaluación donde el patógeno fue mejor inoculado y por consiguiente una respuesta varietal más evidente se obtuvo en los ensayos evaluados el 24 de junio de 1982 y 19 de julio de 1982.

RECOMENDACIONES

- 1. Evaluar las variedades que resultaron mejores a nivel de campo para analizar otras enfermedades en ellas.*
- 2. Descartar las variedades que resultaron calificadas con grados 4 y 5.*
- 3. Continuar estas evaluaciones a nivel de invernadero y campo con el objeto de proveer a los mejoradores de una mayor información acerca de las variedades experimentales que continuamente están siendo liberadas.*

BIBLIOGRAFIA

- ¹CRAIG, J. 1976. *An inoculation technique for identifying resistance to sorghum downy mildew.* *Plant Diseases Report* 60 (4): 350:352-p.
- ²DE LEON C. 1974. *Downy mildew de maíz y sorgo.* In *II Simposio de Parasitología Agrícola.* Mazatlán, *Memorias,* México, 18 p.
- ³FREDERIKSEN, R.A. et al. 1973. *Sorghum downy mildew. . . . a disease of maize and sorghum.* Texas Agric. Experiment Station. *Research Monograph.* 2 32 pp.
- ⁴HOUSE, L.R. 1982. *El sorgo. Guía para su mejoramiento genético.* Universidad Autónoma Chapingo. Grupo Editorial caceta, S.A. México. p. 396.
- ⁵ORTIZ, R.A. 1979. *Evaluación de cinco variedades criollas de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) contra el ataque del mildiu lanoso del sorgo, *Peronosclerospora sorghi* Kulk (Weston y Uppal) C.G. Shaw.* Seminario de graduación. Fac. Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. 26 p.
- ⁶WALL, G.C. 1977. *El mildiu lanoso del sorgo.* In *XXII Reunión del PCCMCA.* Memoria. Panamá, Panamá, pág. 22.
- ⁷WALL, G.C. y R.A. ORTIZ. 1978. *Evaluación de resistencia a mildiu lanoso del sorgo en selecciones con endosperma cristalino del sorgo CENTA S-1, *Sorghum bicolor* L. Moench.*
- ⁸————— 1979. *Evaluación de resistencia a mildiu lanoso del sorgo en híbridos graníferos y forrajeros del sorgo.* In *Memorias de la XXV Reunión Anual del PCCMCA.* Tegucigalpa, Honduras, pág. 53/10.

UTILIZACION DE HARINA DE CEREALES PARA LA ELABORACION
DE ALIMENTOS*

Ana Vilma Herrera**
María Teresa de Palomo***

RESUMEN

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, cuatro repeticiones, tres tratamientos, con 25 y 50o/o de sustitución de harina de trigo por harina de sorgo y 50 y 100o/o 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 75:25o/o no presentaron variaciones significativas en cuanto al contenido de proteínas, hierro y fósforo, con respecto al testigo de harina de trigo 100o/o. Las que más aceptación tuvieron por su sabor, fueron las galletas con 25o/o de sorgo.

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

INTRODUCCION

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

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.

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 1984.

REVISION DE LITERATURA

En la producción de galletas, usando mezclas de trigo y sorgo Kem (2), encontró que se podía mejorar la masa, cociendo o 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.

Shoup et al (5, 6) y Roomy 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 0.6o/o, 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 METODOS

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

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

FORMULAS UTILIZADAS:

Galletas 25o/o 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 gr polvo de hornear
vainilla y/o canela al gusto

Galletas 50o/o de harina de sorgo

Galletas 50o/o harina de maíz

Galletas 100o/o 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 dos minutos.

Previamente se ha cernido la harina con el polvo de hornear, dos 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 cuales 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.

DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir de los análisis químicos (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 50o/o maíz 50 y 100o/o, no presentan variaciones significativas en cuanto al contenido de proteína, hierro y fósforo, con respecto al testigo (harina de trigo 100o/o).

RENDIMIENTO:

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

COSTOS:

Los costos de las galletas disminuyen 17.5o/o al usar 25o/o de harina de sorgo; 35o/o al usar 50o/o, 27.5o/o para aquellas elaboradas con 50o/o de harina de maíz y 55o/o para las de 100o/o 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 100o/o maíz, fueron las más baratas, seguidas por las de sorgo 50o/o.*
- 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 25o/o sorgo + 75o/o trigo y 50o/o maíz + 50o/o trigo.*
- 2. Para la panificación a nivel rural se recomienda la mezcla de 50o/o sorgo + 50o/o trigo y 100o/o maíz, ya que no existe diferencia en cuanto al valor nutritivo, sabor y textura. La primera fue aceptada por el 70o/o de catadores y la segunda por el 62.5o/o.*

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	Humedad	Proteínas	Grasas	Fibra cruda	Carobo- hidratos	Cenizas	Ca	P	K	Na	Mg	Fe
	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o						
GALLETAS:												
Sorgo 25o/o Trigo 75o/o	4.7	9.46	17.20	1.8	70.67	0.87	133	495	183	138	35	7
Sorgo 50o/o Trigo 50o/o	2.5	9.81	17.85	1.97	69.16	1.21	148	577	270	143	53	6
Maíz 50o/o Trigo 50o/o	3.86	9.15	17.07	2.12	70.40	1.26	145	610	252	170	50	13
Maíz 100o/o	3.48	8.24	17.66	2.67	70.03	1.4	145	620	305	148	53	15
Trigo 100o/o (Testigo)	2.52	9.88	17.33	1.2	70.65	0.94	148	505	150	150	24	4

NOTA: 1: Resultados expresados en "Base seca"
 2: Calcio, Fósforo, Potasio, Sodio, Magnesio y Hierro, expresados en mg/100 gr
 3: Todos son resultados promedios obtenidos a partir de cuatro 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.50o/o	9.94	9.32	9.33	10.58	9.81
T 75, S.25o/o	10.44	8.56	9.59	9.24	9.46
T-100, S.0o/o	9.69	9.52	10.98	9.33	9.88
T – Trigo	S – Sorgo				

Cuadro 3 Análisis de varianza pra contenido de proteína para galletas según Cuadro 2.

F. de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F Tabulada	
					5o/o	1o/o
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				
\bar{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 50o/o	2	5	8	10	6.25
T 75 S 25o/o	6	6	9	6	6.75
T 100o/o S 0o/o	3	5	4	4	4.0
T – Trigo	S – Sorgo				

Cuadro 5 Análisis de varianza pra contenido de hierro en galletas, según Cuadro 4.

F. de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F 0.05	F 0.01o/o
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 · 35.88o/o

Cuadro 6 Análisis de contenido de fósforo (mg/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 50o/o	650	500	560	600	577
T 75 S 25o/o	520	440	570	450	495
T 100 S 0o/o	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 Variación	ANDEVA					Ft	
	G.L.	S.C.	C.M.	FC	0.05	0.01o/o	
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				
TOTAL	11						

\bar{X} - 625.83 S - 94.56 CV - 17.98o/o

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

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	\bar{X}
T 50 M 50o/o	8.96	9.43	9.29	9.01	9.15
T 50 M 100o/o	8.20	8.45	8.04	8.27	8.24
T 100 M 0o/o	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 Variación	ANDEVA				F Tab.	
	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	5o/o	1o/o
Repeticiones	3	0.59	0.20	0.87 ns	4.76	9.52
Tratamientos	2	5.4	2.70	1.74 ns	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.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	\bar{X}
T 50 M 50o/o	6	27	12	7	13
T 0 M 100o/o	10	24	5	23	15.5
T 100 M 0o/o	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 Variación	ANDEVA					F +	
	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01	
Repeticiones	3	289.67	96.56	2.20 ns	4.76	9.52	
Tratamientos	2	292.67	146.34	3.30 ns	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	REPETICIONES				
	I	II	III	IV	\bar{X}
T 50 M 50	620	640	620	560	610
T 0 M 100	590	750	410	730	620
T100 M 0	660	590	380	390	505

T: Trigo M: Maíz

Cuadro 13 Análisis de varianza para contenido de fósforo en galletas según Cuadro 12.

F. de Variación	ANDEVA					F +	
	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01	
Repeticiones	3	6.230	20.766.6	1.65 ns	4.76	9.52	
Tratamientos	2	32.466.7	16.233.35	1.29 ns	5.14	10.28	
Error	6	75.400	12.566.67				
TOTAL	11	170.166.7					

BIBLIOGRAFIA

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

EFFECTO DE SENSITIVIDAD AL FOTOPERIODO Y SISTEMA DE PRODUCCION SOBRE
LA PRODUCTIVIDAD DE SORGO EN EL NOROESTE DE NICARAGUA*

Donald Kass Lieber**

Jacobo Reyes Palma***

Roberto Arias Milla****

Pedro Romero S.*****

INTRODUCCION

La asociación de un cultivo sensitivo al fotoperíodo con otro de desarrollo rápido insensitivo al fotoperíodo ha sido notado como una estrategia que utilizan los agricultores en áreas semiáridas para minimizar riesgo y explotar toda la duración de la época lluviosa (Stoop et al. 1982). En las partes más secas de América Central, el sorgo es el componente que corresponde al cultivo sensitivo al fotoperíodo, mientras que el cultivo insensitivo al fotoperíodo es más comúnmente el maíz y ocasionalmente el frijol. Asociación de ambos, maíz y frijol con el sorgo se encuentran partes más altas (Hawkins, 1984).

El asocio del sorgo fotosensitivo con el maíz es el sistema más común en la zona pacífica de América Central, ocupando más de 200.000/ha en Honduras, El Salvador, Nicaragua y Guatemala (Hawkins, 1984). En áreas más limitadas de elevación más alta, relieve más accidentado y precipitación más irregular, la asociación frijol-millón (sorgo fotosensitivo) puede asumir cierta importancia como en el municipio de La Trinidad del Departamento de Esteli en Nicaragua, donde una encuesta con 24 agricultores reveló que el sistema frijol-millón ocupaba el 14.4o/o del área en cultivos anuales (CATIE, 1984).

En el presente trabajo se presentan los resultados de tres experimentos: uno con frijol-millón, y dos con maíz-millón. En el experimento con frijol se comparó el sistema tradicional con los respectivos monocultivos y unos cambios propuestos para aumentar la productividad y rentabilidad del sistema, cambiando arreglos especiales y cronológicos y sustituyendo el sorgo fotosensible por híbridos no fotosensibles. También se determinó el efecto de estos cambios sobre la humedad del suelo. Los experimentos con maíz y millón pertenecían a una red de experimentos desarrollados por la Comisión Latinoamericana de Investigadores en Sorgo (CLAIS). Resultados de experimentos similares a uno de los experimentos fueron presentados en la reunión de CLAIS en El Salvador en noviembre de 1984 (Paul et al. 1984). Los resultados obtenidos en Nicaragua serán comprobados con los obtenidos en México, Guatemala, Haití y Honduras. Resultados de otros países del otro experimento (interacción de variedades de millón, fertilización y densidad de siembra) no fueron presentados en El Salvador en noviembre

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

** Especialista en Manejo de Suelos, Proyecto IFAD/CATIE, Turrialba, Costa Rica.

*** Asistente de Campo y Laboratorio, CATIE, Esteli, Nicaragua (hasta el 28 de febrero de 1985).

**** Especialista en Sistemas de Cultivos, Proyecto IFAD/CATIE, Esteli, Nicaragua.

REVISION DE LITERATURA

Si aceptamos la hipótesis de Stoop et al (1982), que un cultivo fotosensitivo como componente de un sistema de producción disminuye el riesgo y aumenta la utilización del agua disponible. No es claro que cultivo dormaba el componente sensitivo al fotoperíodo en los sistemas indígenas de América Central ya que el sorgo es una introducción pos-conquista (mateo et al. 1981). No es necesario descartar la hipótesis desde que los maíces indígenas en estas áreas pueden haber demostrado mayor grado de fotosensitividad, como los maíces actuales del Altiplano de Guatemala, y que menor presión demográfica reducía la necesidad de utilizar área de menor precipitación para la producción de alimentos. También con menor presión sobre la tierra, otras estrategias para reducir riesgo en zonas marginales, como densidades bajas de siembra (Stoop et al, 1982) pueden haber sido utilizados.

El sistema maíz-sorgo siendo de mayor extensión ha recibido mayor atención en América Central (Paul et al, 1984; Smith y Corrales, 1984; Hawkins, 1984; Mateo et al, 1981). La existencia y desarrollo de sorgos híbridos insensitivos al fotoperíodo con mayor potencial de rendimiento ha estimulado esfuerzos a sustituir los materiales fotosensitivos por los híbridos no sensitivos pero estos esfuerzos no han sido exitosos a la necesidad de sembrarlos después de doblar el maíz cuando la precipitación ya ha disminuido (Paul et al, 1984; Smith y Corrales, 1984).

Debido a su menor extensión, el sistema frijol-sorgo ha recibido menos atención. Sin embargo, hay un análisis del sistema en diez fincas de Jinotega, Nicaragua (Van Tienhoven et al, 1982). Kass (1980) calculó del censo agropecuario de Guatemala de 1964, que el sistema ocupaba más del 50/o del área en cultivos anuales en el Departamento de Jutiapa. Una alternativa tecnológica desarrollada por CATIE para la zona de Samulai, Matagalpa, Nicaragua en 1979 (CATIE, 1979) consistió en asociar sorgo no sensitivo al fotoperíodo con el frijol en monocultivo que predominaba en el Municipio. El frijol no es uno de los cultivos recomendados por ICRISAT para asociación con sorgo (Rajat, De y Singh, 1981) sin embargo, buenos resultados experimentales con la asociación han sido reportados de Africa (Osira y Willey, 1972) y Brasil (Mafra et al, 1981). Osira y Willey consideran que la gran diferencia en la profundidad de enraizamiento de los dos cultivos talvez contribuya a los beneficios de la asociación.

MATERIALES Y METODOS

Durante 1983, en la estación experimental de MIDINRA en Estelí, Nicaragua, se realizaron tres experimentos con millón (sorgo sensible al fotoperíodo) en combinación con maíz y frijol y sustituyéndolo por sorgo no fotosensible. El suelo del sitio ha sido clasificado como Vertic Haplustoll y presenta las siguientes características químicas: pH - 6.71; cationes intercambiables (cmol (+) L-1): Ca - 32.1, Mg - 15.3; K - 0.9; Al - 0.2; P₂O₅ (Olsen) - 18.5 ppm. La estación se localiza a 820 msnm y se midió 432 mm de precipitación de junio hasta diciembre, un poco inferior a lo normal que es 550 mm/año.

Para el experimento con frijol y millón se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los 10 tratamientos están descritos en el Cuadro 1. Se midió rendimiento de cada cultivo y biomasa a la cosecha. Cada dos semanas se tomó muestra de suelo para determinar humedad en cada parcela en dos repeticiones a profundidades de 0 - 15, 15 - 30, y 30 - 45 cm.

En el experimento con maíz y millón se utilizaron cuatro sistemas de siembra con cinco variedades de millón o sorgo (Paul et al., 1984). Los sistemas de siembra fueron: S1 siembra simultánea de maíz y millón en el mismo surco (75 cm entre surcos; 50 cm entre posturas); S2 - siembra simultánea con el millón en camellón entre los surcos de maíz; S4 - como el sistema S2 pero sembrado sorgo (insensitivo) al doblar el maíz; se utilizó la variedad de maíz ICTA B-1. El diseño fue un tipo parcelas divididas, en los sistemas S1, S2 y S3 se utilizaron cinco variedades de millón; en el sistema S4 se utilizaron cinco variedades de sorgo.

El tercer experimento utilizó el diseño de parcelas subdivididas con tres variedades de millón, dos espaciamientos de millón (75,000 y 120,000 plantas/ha) y dos fertilizaciones al millón (0 y 40 kg/ha⁻¹) y de nitrógeno. Rendimiento de granos y producción de biomasa fueron determinados en los dos experimentos.

RESULTADOS:

Los rendimientos por los diversos cultivos y los valores de uso equivalente de tierra se presentan en el Cuadro 2, para el experimento de frijol, millón y sorgo. Las producciones de biomasa y el valor de la producción están presentados en el Cuadro 3. Los niveles de agua en el suelo correspondiente a ciertos tratamientos durante los meses de agosto hasta enero, se presentan en las Figuras 1, 2 y 3 para las profundidades 0 - 15, 15 - 30 y 30 - 45 cm respectivamente.

En todos los casos para los cultivos de frijol y sorgo, los rendimientos en primera fueron superiores a los de segunda, a pesar de que llueve más en el mes de septiembre. Este hecho ha sido observado en otros experimentos (Paul et al., 1984) e indica la corta duración e irregularidad de las lluvias después de septiembre. El rendimiento de frijol en primera es igual en todos los sistemas, excepto en el Sistema 3, que es en el único que se bajó la población de frijol.

La presencia del sorgo redujo el rendimiento del frijol de postrera en todos los casos con excepción del tratamiento 4, donde se sembró el sorgo en fajas alternas al mismo tiempo que el frijol de postrera, reduciendo así la competencia. El millón se comportó significativamente mejor que el sorgo en postrera en todos los sistemas de asocio. Unos sistemas con sorgo produjeron más frijol y consecuentemente tenía mayor ingreso que el sistema tradicional (Cuadro 3). El sistema 7, que simplemente sustituye el millón por un sorgo mejorado, sin cambiar el arreglo cronológico o espacial, produjo el mayor U.E.T. y valores de producto. Debe notarse que la producción de sorgo de postrera en este sistema fue la más baja en todo el experimento.

Cuadro 1 Tratamientos en el experimentos de frijol, millón y sorgo.

Tratamiento	Cultivo sembrado en primera	Cultivo sembrado en postrera
1	Frijol-40 cm entre surcos, 25 cm entre plantas 2 semillas por postura - 200,000 plantas/ha	Sorgo - 40 cm entre surcos, 10 plantas/m de surco, 250,000 plantas/ha
2	Frijol-igual Sistema 1, 200,000 plantas/ha	Millón, 80 cm entre surcos, 50 cm entre posturas, 3 plantas/postura (75,000 plantas/ha)
3	Frijol-sorgo en fajas alternas, para cada 6 surcos de frijol, hay dos de sorgo; dentro de cada surco, siembra como en 1.	Frijol-igual a la siembra de primera. Sorgo - dejar rebrotar el sorgo sembrado en primera. Frijol - 150,000 plantas/ha - Sorgo: 187,000 pl/ha
4	Frijol-igual al sistema 1 en primera 200,000 plantas/ha	Frijol-sorgo en fajas alternas como en Sistema 3 Frijol - 150,000 plantas/ha - Sorgo: 187,000 pl/ha
5	Frijol monocultivo-igual al Sistema 1 en primera 200,000 plantas/ha	Frijol con sorgo mateado (80 cm entre surcos por 100 cm entre posturas, 3 semillas por postura, 37,500 plantas/ha).
6	Sistema tradicional: frijol con 40 cm entre surcos, 25 cm entre posturas, 2 semillas por postura, 200,000 plantas/ha	No hay siembra
7	Igual al Sistema 6, pero con sorgo en lugar de millón. Frijol - 200,000 pl/ha - sorgo - 37,500 plantas/ha	Igual a primera con rebrote de sorgo. Frijol - 20,000 plantas/ha - Sorgo - 37,500 plantas/ha
8	Sorgo en monocultivo, como Sistema 1. 250,000 plantas/ha	Rebrote del sorgo - 250,000 plantas/ha
9	Frijol en monocultivo como Sistema 1 250,000 plantas/ha	Resiembra de frijol como en primera. 200,000 plantas/ha
10	Millón en monocultivo, 80 cm entre surcos, 50 cm entre posturas, 3 plantas/postura 75,000 plantas/ha	No hay siembra

* El Sistema 3, corresponde a la alternativa probada por CATIE en Samulali, Nicaragua (CATIE, 1979).

Cuadro 2 Rendimiento de frijol y sorgo en el Experimento de Sistemas, Estelí, Nicaragua.

	FRIJOL 1 kg/ha ⁻¹	FRIJOL 2 kg/ha ⁻¹	SORGO 1 kg/ha ⁻¹	1983 SORGO 2 MILLON kg/ha ⁻¹	TOTAL Frijol kg/ha ⁻¹	TOTAL Sorgo kg/ha ⁻¹ o Millón	U.E.T.
1 Frijol-Sorgo en relevo	1221 a			1917 ab	1221 b	1917 b	0.988
2 Frijol-Millón en relevo	1384 a			539 d	1384 b	539 c	0.777
3 Frijol-Sorgo/Frijol-Sorgo (rebrote) en fajas alternas	779 b	735 c	1620 b	384 d	1514 b	2005 b	1.15
4 Frijol/Frijol/Sorgo en fajas alternas	1218 a	1194 a		464 d	2117 a	484 c	1.10
5 Frijol/Frijol-Sorgo mateado a 1 m	1305 a	867 bc		550 d	2171 a	550 c	1.14
6 Sistemas tradicional Frijol/Millón mateado a 1 m	1306 a			2292 a	1306 b	2292 b	1.11
7 Frijol-Sorgo/Frijol/Sorgo (rebrotos) mateado a 1 m	1308	787 bc	1419 b	282 d	2095 a	1701 b	1.35
8 Sorgo/Sorgo			3370 a	1253 c		4623 a	
9 Frijol/Frijol	1357 a	1025 ab			2126 a		
10 Millón				1471 bc		1471 b	

S17/5

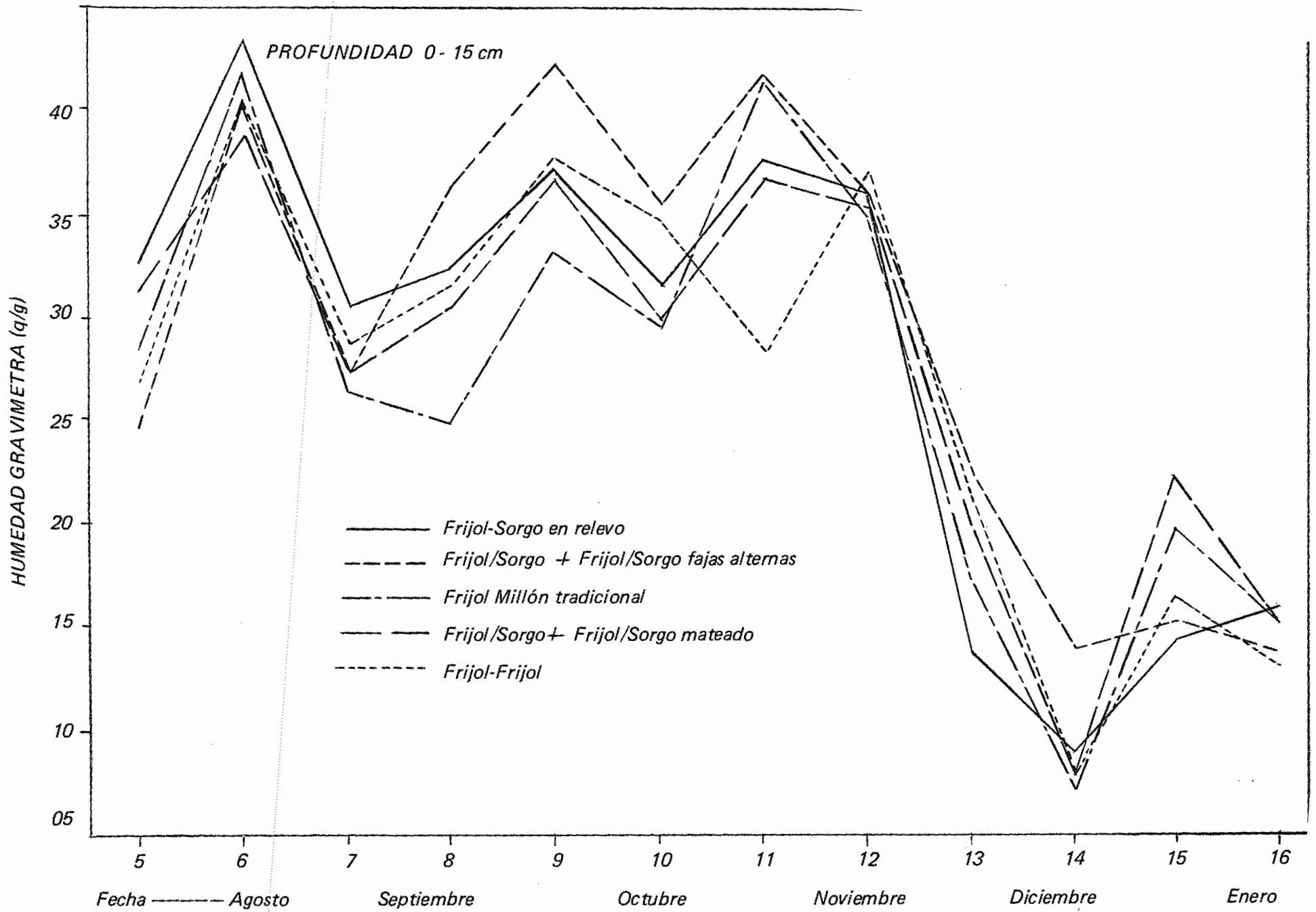
- 349 -

Cuadro 3 Producción total de Biomasa y valor total de granos en los Sistemas con Frijol, Millón o sorgo.

SISTEMA		BIOMASA kg/ha ⁻¹	VALOR TOTAL Q
1	Frijol-Sorgo en relevo	7707 de	25529
2	Frijol-Millón en relevo	12686 d	21748
3	Frijol-Sorgo/Frijol-Sorgo (rebrote) en fajas alternas	6262 ef	30018
4	Frijol/Frijol-Sorgo en fajas alternas	2233 f	31680
5	Frijol/Frijol-Sorgo mateado a 1 m	2145 f	32814
6	Frijol/Millón mateado a 1 m	33112 b	28369
7	Frijol/Sorgo-Frijol/Sorgo (rebrote) mateado a 1 m	8159 de	36814
8	Sorgo-Sorgo	21392 c	20341
9	Frijol-Frijol		29764
10	Millón	47093 a	

Valores seguidos por la misma letra no se difieren superficialmente al nivel de $P = 0.05$

Precios:
Frijol Q 14/kg
Millón
ó
Sorgo 4.4/kg



1 Humedad de suelo bajo diversos sistemas de cultivo.

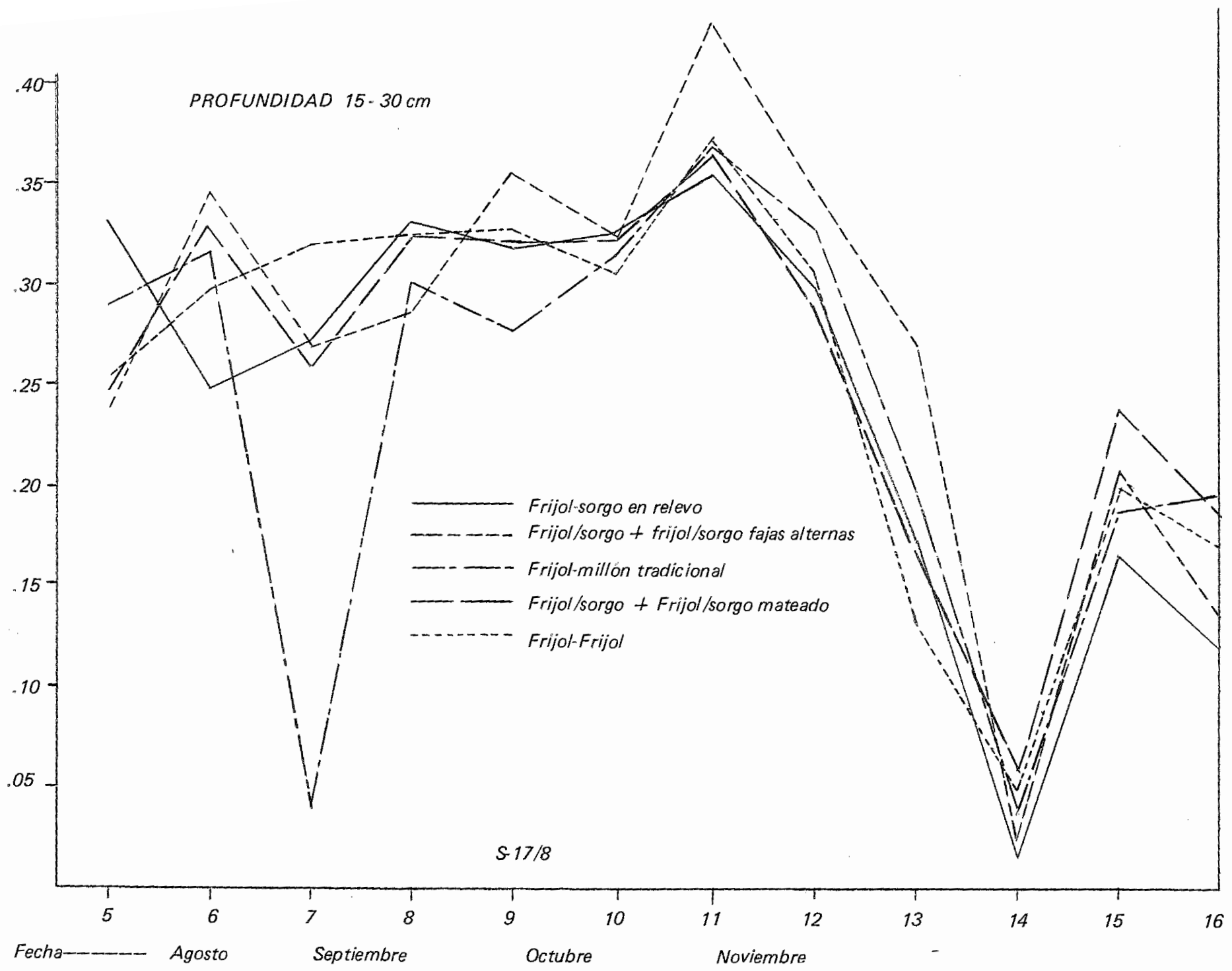


Figura 2 Humedad de suelo bajo diversos sistemas

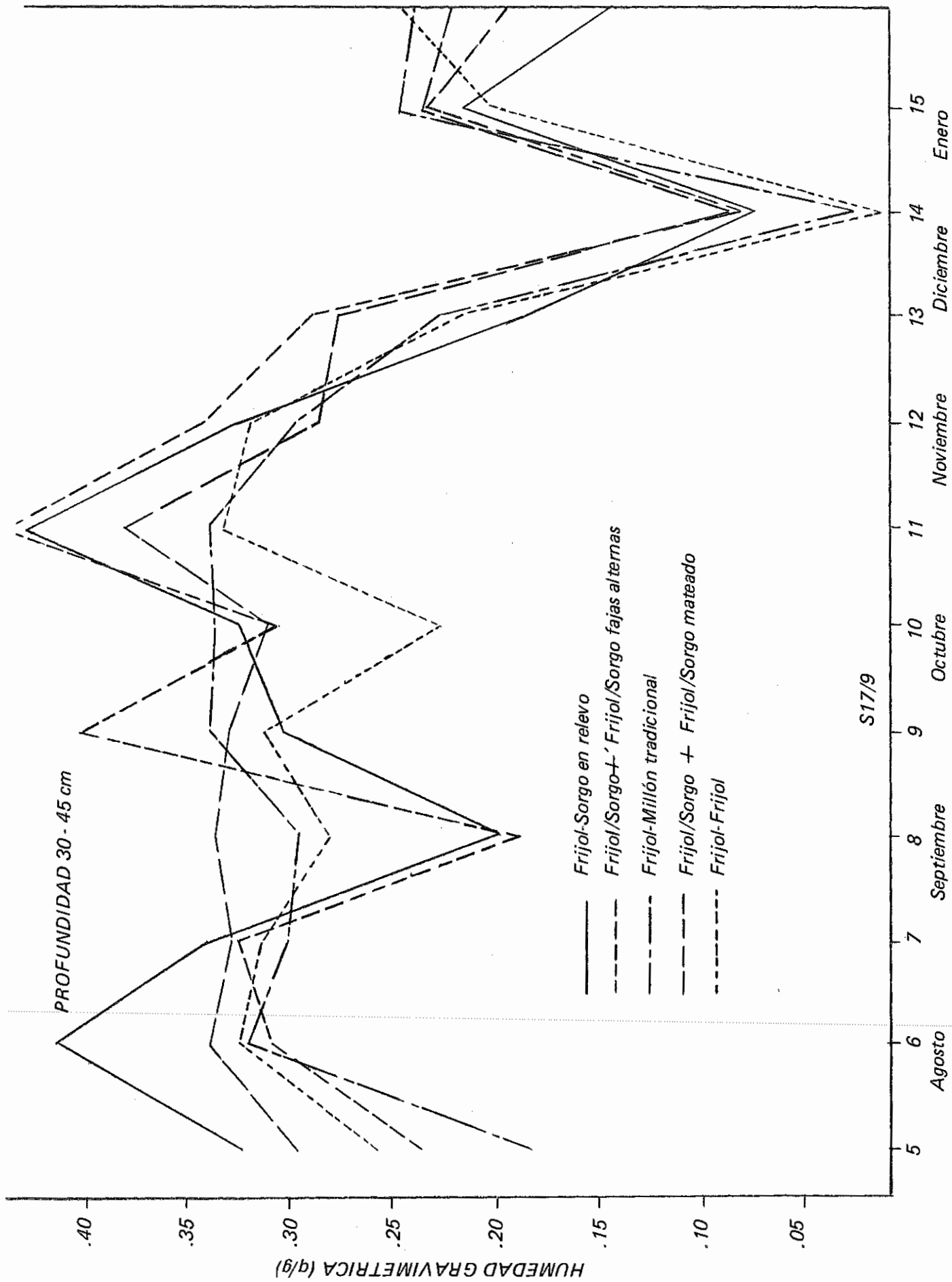


Figura 3 Humedad de suelo bajo diversos sistemas de cultivo.

La humedad del suelo probablemente refleja evaporación en la superficie, más que consumo de agua por los cultivos (Russell, 1982) ya que hay pocas diferencias en la profundidad 30 - 45 cm.

A finales de agosto, el suelo de 0 - 15 cm fue significativamente más seco en los sistemas con millón que en los otros sistemas. Después de noviembre, esta diferencia no se observó. Los sistemas 6 y 7 parecen tener más agua en el suelo al final del ciclo, en los meses de diciembre y enero (Figuras 1, 2 y 3).

Los rendimientos de maíz, sorgo y millón en el experimento CLAIS se presentan en los Cuadros 4 y 5. Generalmente, el millón produjo más en el sistema S1 (siembra simultánea en el mismo surco), mientras que el maíz produjo más conforme se pospuso la siembra de sorgo. Las variedades de millón, Pelotón y Sapo produjeron considerablemente más que los materiales locales (Cuadro 6).

La biomasa sigue las mismas tendencias que la producción de millón (Cuadro 7). El mayor valor del maíz en comparación con sorgo (Q 11 versus Q 4.4/kg) aumenta el valor de la producción de los sistemas donde el maíz es favorecido. Sin embargo, el valor de la producción en el sistema con la mejor variedad de millón (Sapo) supera el valor en el sistema donde el maíz es favorecido en unos casos.

Las producciones inferiores obtenidas en el experimento 3, pueden ser atribuidas a las densidades altas y baja productividad de los genotipos de millón utilizada. Aumentando la densidad y fertilización del millón no afectó significativamente la producción del maíz ni del millón.

DISCUSION

Los resultados demuestran las dificultades en reemplazar el millón tradicional con materiales insensibles al fotoperíodo con mayores potenciales de rendimiento. La productividad relativamente baja de biomasa y la dificultad en establecer los sorgos insensitivos después de la cosecha del frijol o de doblar el maíz (Paul et al, 1984); Smith y Corrales, 1984, constituyeron probablemente los mayores obstáculos a su utilización. El mejor resultado con sorgo no sensitivo al fotoperíodo fue en el sistema 7 en el experimento con frijol y sorgo donde el sorgo fue sembrado solamente en primera, así evitando los problemas y riesgos de sembrar el sorgo en septiembre.

Los resultados en el experimento CLAIS son sustancialmente iguales a los obtenidos en México, Guatemala y Haití. La superioridad de las variedades Cacho de Chivo, Pelotón y Sapo de millón también se demostró en Guatemala y México (Paul, 1984). La superioridad de los sistemas S1 y S2 para producir sorgo y biomasa y de los sistemas S3 y S4 para producir maíz y ganancia neta también fue demostrado en otros países.

Cuadro 4 Producción de maíz ICTA B-1 en cuatro sistemas de asocio con cinco variedades de sorgo (kg/ha^{-1})

SISTEMA	Variedades de Millón o Sorgo					Promedio	
	Cacho Chivo Guatemala	Pelotón Honduras	Sapo El Salvador	Criollo Mej. Nicaragua	Pompon Haití		
1	Simultáneo mismo surco	746	884	1813	1837	1673	1391 a
2	Simultáneo surcos alter- nos	1220	860	1111	1550	1569	1262 a
3	Millón sembrado al aporque del maíz en surcos alternos	2238	2319	1889	1879	2273	2120 a
<u>Variedades de Sorgo</u>		Guatecau (Guat.)	Tortillero (Hond)	CENTA (El Salv)	SEPON-77 (Nicaragua)	(Haití)	
4	Sorgo sembrado en surcos alternos al doblar el maíz.	2890	4106	3323	3710	3148	3435 b

Valores F

Reps.	1.93 (ns)
Sistemas	7.34 **
Variedades	1.17 ns
Sist. x Variedades	1.71 ns
C.V. (o/o)	31.11

Cuadro 5 Producción de millón y cinco variedades de sorgo en cuatro sistemas de asocio con maíz.

SISTEMA	Variedades de Millón					PROMEDIO
	Cacho Chivo (Guatemala)	Pelotón (Hond)	Sapo (El Salv.)	Criollo Mej. (Nicaragua)	Pompón (Haití)	
1 Simultáneo mismo surco	2185	3605	3456	1386	2385	2604 a
2 Simultáneo surcos alternos	1577	2269	2297	723	1791	1731 b
3 Millón sem- brado al aporque del maíz en surcos alter- nos	2313	1292	1848	872	874	1530 b
PROMEDIO	2025	2388	2534	994	1683	

SISTEMA	Variedades de Sorgo					PROMEDIO
	Guatecau (Guatem.)	Tortillero (Honduras)	CENTA (El Salvador)	SEPON-77 (Nicaragua)	(Haití)	
4 Sorgo sembrado en surcos alter- nos al doblar el maíz	1398	1600	1569	1659	1422	1440 b

ANDEVA - Valores de F

Reps.	9.33**
Sistemas	12.84**
Variedades	20.66*
Sist. x Variedades	6.92**

CV - 22.08

Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente por la prueba de Duncan al nivel de 5o/o.

Cuadro 6 Biomasa total a la cosecha de maíz y sorgo o millón de cinco variedades de sorgo y millón en cuatro sistemas de siembra (kg/ha^{-1}).

SISTEMA	VARIETADES DE MILLON					PROMEDIO	
	Cacho Chivo	Pelotón	Sapo	Criollo Mejorado	Pompón		
1 Siembra Simultánea	Biomasa de maíz	2520	2958	5194	4819	3884	3876 c
	Biomasa millón	42183	39778	36437	22083	42513	36603 d
	Biomasa total	44703	42756	41631	26902	46397	
2 Siembra simultánea surcos alternos	Biomasa de maíz	3351	2912	3595	3791	4117	3554 c
	Biomasa millón	26050	27170	25458	13430	24000	23222 e
	Biomasa total	29401	30082	29053	17221	28117	
3 Millón sembrado al aporque del maíz en surcos alternos	Biomasa de maíz	5977	5715	5141	5150	5931	5583 b
	Biomasa millón	12236	11527	14736	4569	15861	11786 f
	Biomasa Total	18213	17242	19877	9719	21792	
4 Sorgo sembrado al doblar maíz en surcos alternos	VARIETADES DE SORGO						
		Guatecau	Tortillero	CENTA	SEPON-77	HAITI	
	Biomasa de maíz	7887	9190	8358	8595	7736	8353 a
Biomasa de sorgo	8315	7733	9347	7876	8077	8270 f	
Biomasa total	16202	16923	17705	16471	15813		

VALORES F DEL ANDEVA

MAIZ		SORGO		Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente por la prueba de Duncan al nivel de 5o/o	
Repet.	1.76 (ns)	Dens.	10.16**		
Sistema	19.99	Sistema	44.79**		
Variedades	0.64 (ns)	Variedades	17.64**		
Var. x Sist.	1.21 (ns)	Sist. x Var.	3.10**		
C.V.	25.92	C.V.	25.92o/o	C.V.	28.39o/o

Cuadro 7 Valor de la producción de maíz y sorgo del experimento CLAIS en Q\$ por hectárea.

SISTEMA	VARIEDADES DE MILLON				
	Cacho Chivo	Pelotón	Sapo	Criollo Mej.	Pompón
1 Simultáneo mismo surco	13562	20451	24815	15829	19365
2 Simultánea surcos alternos	13405	16583	15989	10556	16192
3 Millón sembrado 25 días después del maíz, surcos alternos	22034	17971	18133	13785	15892
	VARIEDADES DE SORGO				
	Guatecau	Tortillero	CENTA	SEPON-77	HAITI
4 Sorgo sembrado a la dobla del maíz en surcos alternos	21468	28801	24511	26985	22936

Estudios futuros de uso de agua en sistemas de producción tendrán que medir el agua en el suelo a mayores profundidades que los 45 cm medidos en este estudio. Es más probable que las diferencias observadas durante el mes de agosto son debidas a diferencias en sombreado de la superficie del suelo que a diferencias en el agua transpirada por los sistemas disintos. Russell (1982) indica que la evaporación puede reducir la cantidad de agua disponible a las plantas hasta 45 cm de profundidad. De octubre a diciembre el suelo secó muy rápidamente en todos los sistemas (Figuras 1, 2 y 3). Diferencias en consumo de agua en este período no parecen afectar el agua en el perfil hasta 45 cm de profundidad. En ICRISAT, es común medir el contenido de agua hasta 187 cm de profundidad en vertisoles profundos en estudios de consumo de agua (Russell, 1982).

La importancia del rastrojo a los agricultores para alimentación de ganado ha sido citada por diversos autores (Paul et al., 1984; Hawkins, 1984), pero Hawkins indica que vale mucho menos que el grano. La desventaja de un sistema que produce menos de 10 T/ha^{-1} de rastrojo mientras que el sistema tradicional produce más de 30 T/ha^{-1} puede ser considerable. Sin embargo, es probable que estén sacrificando considerablemente el grano para el rastrojo. Los datos presentados en los Cuadros 2, 3, 5 y 6 indican que el millón tradicional tiene un índice de cosecha inferior al 100/o. Aumentando este índice a 200/o ofrecerá mucho más grano con una pérdida relativamente pequeña a biomasa.

CONCLUSIONES

Los tres experimentos reportados en este trabajo con el asocio de maíz y frijol con sorgo sensible y no sensible al fotoperíodo nos conducen a las siguientes conclusiones:

- 1. Los sistemas tradicionales de asocio ofrecen la mayor producción de sorgo y biomasa. Solamente dos cultivos en sucesión de sorgo insensitivo al fotoperíodo en monocultivo pueden ofrecer producciones comparables de granos y rastrojos de sorgo.*
- 2. Dado que el grano y el rastrojo de sorgo tienen valor económico inferior al del grano de maíz o frijol, sistemas que favorecen la producción de maíz y frijol en lugar de sorgo producirían mayor ganancia económica.*
- 3. El sistema propuesto por CATIE en Samulali parece ofrecer una buena alternativa al sistema tradicional de frijol-millón. La evidencia aquí presentada indica que todavía tendrá mayor producción si se siembra el sorgo en posturas de 80 cm x 100 cm en lugar de fajas alternas, ya que reducciones en población disminuyen la producción de frijol más que el sorgo, como señaló Osiru y Willey (1972).*

4. *Los resultados obtenidos en Nicaragua con los experimentos de CLAIS confirman las conclusiones sobre el sistema maíz-millón basadas en los experimentos realizados en México, Guatemala y Haití.*

RECOMENDACIONES

1. *La productividad de sistemas con sorgo fotosensitivo puede ser aumentada buscando variedades de millón con mayor índice de cosecha.*
2. *El sorgo no sensitivo al fotoperíodo ofrece perspectivas para siembra en primera en asociación con el frijol.*
3. *Debe evaluarse el grado de reducción de producción de biomasa que será aceptable a los agricultores.*
4. *Estos trabajos deben ser repetidos en suelos menos profundos y en sitios de pendientes más fuertes donde la deficiencia de agua sea más crítica.*

LITERATURA CITADA

- CATIE. *Sorgo y frijol asociados en fajas alternas, una alternativa para el mejoramiento del sistema frijol en monocultivo practicado en Samulali, Matagalpa, Nicaragua.* 73 p. Mimeo. 1979.
- CATIE. *Proyecto SIPRO-CATIE-FIDA. Caracterización ambiental de los principales sistemas de cultivo en fincas pequeñas de Estelí, Nicaragua, 1983. Serie Técnica, Informe Técnico No. 34.* 148 p. 1984.
- Clara V., René, Córdova, R. H. y Amaya, H. C. *El Programa de Mejoramiento genético del sorgo del Centro de Tecnología Agrícola, CENTA, p. 100-108 en Memoria de la Comisión Latinoamericana de Investigadores en Sorgo. San Salvador, CENTA, 1984.*
- Guiragossina, V. *Reporte sobre el estado de CLAIS y su futuro. p. 18-24 en Memoria de la III Reunión Anual de la Comisión Latinoamericana de Investigadores en Sorgo. San Salvador. CENTA. 1984.*
- Hawkins, R. *Intercropping maize with sorghum in Central America: a cropping systems case study. Agricultural Systems 15: 79-99. 1984.*
- Kass, D.C.L. *Algunos sistemas de producción de cultivos anuales en Guatemala. p. 7-47 en Moreno ed. Reunión de Consulta sobre Localización de Sistemas de Producción de Cultivos en Centroamérica. CATIE. Informe Técnico 1, 1980.*
- Mafra, R.C., Lira, M. de A., Arcoverde, A.S.A., Roberio, G. y Faris, M.A. *Studies on intercropping of sorghum and corn with phaseolus beans (Phaseolus vulgaris) and cowpea (Vigna unguiculata), p. 46-51 in Proceedings of the International Workshop on Intercropping. ICRISAT, Hyderabad, India. 1981.*
- Mateo, N., Díaz A. y Nolasco R. *El sistema maíz y maicillo en Honduras. XXVII Reunión Anual del PCCMCA, 23-28 marzo, Santo Domingo, República Dominicana, 1981.*
- Nolasco, R., Meckenstock, D. y Wall G.C. *Informe del Proyecto Nacional de Sorgo en Honduras. p. 144 - 149 en Memoria de la III Reunión Anual de la Comisión Latinoamericana de Investigadores en sorgo. San Salvador, El Salvador, CENTA, 1984.*
- Osiru, D.S.O. y Willey, R.W. *Studies on mixture of dwarf sorghum and beans (Phaseolus vulgaris) with particular reference to plant population. J. Agric. Sci. Camb. 79; 531-540. 1972.*

- Paul, C., Vásquez, M., Salguero, E., Avila Moya, J., Nolasco, R., Cheaney, R., Guiragossian, V. *Comportamiento de variedades de sorgo en sistemas de producción de maíz-sorgo en asocio en Centroamérica y en El Caribe.* p. 24-58 en *Memoria de la III Reunión Anual de la Comisión Latinoamericana de Investigadores en Sorgo.* San Salvador, CENTA, 1984.
- Rajat, D., y Singh, S.P. *Management practices for intercropping systems.* p. 17-21. In *Proceedings of the International Workshop of Intercropping.* ICRISAT. Hyderabad, India, 1981.
- Russell, M.B. *Profile moisture dynamics of soil in vertisols and alfisols.* p. 17-21. In *Proceedings of the International Workshop on the Agroclimatological Research Needs of the Semi-arid tropics.* ICRISAT. Hyderabad, India, 1980.
- Smith, M. and Corrales, S. *Comportamiento de 12 variedades de maíz asociado o en relevo con sorgo.* XXX Reunión Anual del PCCMCA, Managua, Nicaragua.
- Stoop, W.A., Pattanayak, C.M., Matton, P.J., and Root, W.R. *A Strategy to raise the productivity of subsistence farming systems in the west African semiarid tropics. Sorghum in the Eighties.* p. 519-526. ICRISAT. Hyderabad, India, 1981.
- Van Tienhoven, N., Icaza, G., J. y Lagemann, J. *Farming Systems in Jinotega, Nicaragua.* CATIE, Turriabla, Costa Rica; *Technical Series. Technical Report CATIE No. 31.* 140 p. 1982.

**EFEECTO DE REDUCCION DE COMPETENCIA CON MAIZ PARA RECURSOS
AMBIENTALES EN LA PRODUCCION DE SORGOS SENSITIVOS Y
NO SENSITIVOS AL FOTOPERIODO ***

*Pedro Romero S.**
Richard Hawkins***
Donald L. Kass*****

INTRODUCCION

Experimentos realizados con el sistema maíz-millón en 1983 (Paul et al, 1984; Smith y Corrales, 1984; Kass et al, 1985) demostraron disminuciones en el rendimiento del millón (sorgo sensitivo al fotoperíodo) cuando más tardía era su fecha de siembra. No quedó muy claro si este efecto fue debido a competencia del maíz, falta de agua, o disminución del período de crecimiento vegetativo. Para 1984, el programa de investigación de apoyo para el trópico semiárido del CATIE, financiado por FIDA, diseñó una serie de experimentos para aclarar estos puntos específicamente.

- 1. Separar el efecto de competencia del maíz, falta de agua y fecha de siembra en la producción de sorgo fotosensitivo.*
- 2. Ver el efecto de reducir poblaciones de maíz y sorgo a diversas fases de crecimiento sobre la producción de maíz y sorgo sembrado en asocio.*

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

*** M.S. Especialista en Sistemas de Cultivos. Proyecto FIDA/CATIE.*

**** Ph.D., Físico ambiental. Ayuda externa Británica (ODA), CATIE, Turrialba, Costa Rica.*

***** Ph.D., Especialista en Manejo de Suelos, Proyecto FIDA, CATIE, Turrialba, Costa Rica.*

REVISION DE LITERATURA

El uso de poblaciones bajas en cultivos de zonas donde el déficit de agua es probable durante el ciclo de los cultivos es uno de los riesgos más frecuentes en la agricultura tradicional de las zonas semi-áridas (Loomis, 1983; Hall et al. 1979). Desde que la evaporación de un suelo seco es menor que la transpiración de un cultivo que cubre el suelo con alto índice de área foliar (Ritchie, 1983), bajas densidades de siembra y tardanza en el crecimiento de las raíces pueden resultar en más agua siendo disponible en la época de floración (Loomis, 1983). Aumentada la densidad de siembra puede reducir crecimiento de las raíces en las fases iniciales dejando más agua en el suelo para la floración (Blum y Naveh, 1976).

La asociación de maíz con sorgo fotosensitivo puede tener este efecto, ya que se observó que el rendimiento de sorgo generalmente es mayor cuando se siembra en la misma postura (Smith y Corrales, 1984).

Desafortunadamente la mayor parte de la investigación sobre utilización de agua por maíz y sorgo ha sido realizado con monocultivos. Blum, 1972, notó que el sorgo sembrado más temprano utilizó menor agua hasta la floración que el sorgo sembrado más tarde. El atribuyó este efecto a menor evapotranspiración total, menos LAI, y desarrolló más lento del sistema radicular. Cabe mencionar que él trabajó con híbridos por supuesto no sensitivos al fotoperíodo. Trabajando con maíz, Alessi y Power (1976) concluyeron que un híbrido de maduración rápida utilizó el agua más eficientemente para la producción de grano mientras que el híbrido de ciclo más largo utilizó el agua más eficientemente para la producción de biomasa. También encontraron que altas densidades de siembra aumentaron el uso de agua pero el espaciamiento tuvo poco efecto (Alessi y Power, 1976).

MATERIALES Y METODOS

Dos tipos de experimentos fueron realizados en el noroeste de Nicaragua en 1984. En uno, instalado solamente en la estación experimental, en un suelo clasificado como un Vertic Haplustoll, se sembró millón (sorgo sensitivo al fotoperíodo) en cuatro fechas (15 de junio, 6 de julio, 25 de julio y 22 de agosto) con y sin riego, y con y sin asocio con maíz. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con riego en las parcelas principales y fecha de siembra y asocio en las parcelas pequeñas. Hubo cuatro repeticiones.

El otro experimento se realizó en tres sitios: La estación experimental de Estelí (Vertic Haplustoll), San Juan de Limay (Udic Argustoll) y La Trinidad (Typic Ustropept). La precipitación en los tres sitios durante junio a diciembre fue 650 mm en Estelí, 1261 mm en La Trinidad y 1328 mm en San Juan de Limay. Los 12 tratamientos están presentados en el Cuadro 1. Hubo cuatro repeticiones en cada sitio. En los dos experimentos se determinó el rendimiento de granos al 150/o de humedad, biomasa y humedad del suelo a la época de floración del maíz.

RESULTADOS

Los rendimientos de millón están presentados en la Figura 1 para el experimento de fecha de siembra, riego y asocio con maíz. Los tests F para la fecha de riego, maíz, y fecha de siembra fueron significativas.

Los componentes lineales y cuadráticos de la curva para fechas de siembra fueron altamente significativos. Ninguna de las interacciones fue significativa. Para maíz, los mismos efectos fueron significativos pero el rendimiento aumentó con tardanza en la fecha de siembra, ambos con y sin riego.

Para biomasa se observaron las mismas tendencias pero la biomasa de millón disminuyó por más de 50o/o en las dos últimas fechas. Así, los índices de cosecha del millón fueron más altos en las dos últimas fechas, efecto que fue más pronunciado con riego.

Los promedios para los tres sitios para el experimento de reducción de poblaciones están presentados en el Cuadro 1. Cambios en la población del cultivo asociado afectaron los rendimientos de maíz que los rendimientos del millón. Producción de millón disminuyó significativamente solamente cuando cortó todo el millón a la superficie del suelo a los 45 días después de la siembra. Este tratamiento resultó en la mayor producción de maíz y, el rebrote del millón produjo más que el sorgo fotosensitivo sembrado en relevo (Figura 1).

DISCUSION

Los resultados son consistentes con las observaciones de Blum (1972) para monocultivos de sorgo. No se observó las diferencias en producción de biomasa y granos notados por Alessi y Poner (1976) pero en el presente trabajo, solamente se trabajó con una variedad de maíz (NB-100).

El efecto de sitios no fue significativo para millón en el experimento de reducción de poblaciones, pero si hubo diferencia para maíz. El maíz no produjo bien en San Juan de Limay, área donde se siembra menos maíz que en otros municipios del Departamento de Estelí. El éxito del tratamiento donde se cortó el millón a los 45 días y después se dejó rebrotar, indica las interacciones que funcionan en el sistema. El millón necesita ser sembrado al inicio para establecer su sistema radicular. No es muy claro si el maíz restringe el desarrollo de raíces del millón como sugiere Loomis (1973). Es muy probable que este mecanismo no opere porque el rendimiento de millón fue igual con y sin maíz asociado.

Cuadro 1 Efecto de reducción de poblaciones en la producción de maíz y millón en tres sitios del Noroeste de Nicaragua.

Tratam. No.	PRIMERA		Rendimiento millón o sorgo kg/ha ⁻¹	Rendimiento maíz kg/ha ⁻¹
1	Maíz, 0.8 m x 0.5 2 plantas/postura (50,000 plantas/ha)	Sorgo, 0.4 m x 0.1 m (250,000 plantas/ha)	1344 c	1704 ab
2	Maíz, 1.6 m x 0.5 m 2 plantas/postura (25,000 plantas/ha)	Sorgo, 0.4 m x 0.1 m (250,000 plantas/ha)	1701 c	1384 bc
3	Maíz, 1.6 m x 0.5 m 3 plantas/postura (37,500 plantas/ha)	Sorgo, 0.4 m x 0.1 m (250,000 plantas/ha)	1752 c	1194 cd
4	Maíz, 1.6 m x 0.5 m 4 plantas/postura (50,000 plantas/ha)	Sorgo, 0.4 m x 0.1 m (250,000 plantas/ha)	1543 c	1315 bc
5	Sistema tradicional Maíz 0.8 m x 0.5 m (2 plantas/postura - 50,000 plantas/ha) Millón, 0.8 m x 0.5 m 5 plantas/postura (125,000 plantas/ha) (posturas alternas, siembra simultánea)		3101 ab	605 e
6	Sistema tradicional, pero a los 45 días sear todo el maíz al terno, dejando 25,000 plantas de maíz por hectárea y 125,000 de millón/ha		2886 ab	719 de
7	Sistema tradicional, pero a los 45 días corta a la superficie del suelo el millón en surcos alternos así dejando 62,500 plantas/ha de millón y 50,000 de maíz.		2714 b	1104 cde
8	Sistema tradicional, pero a los 45 días arrancar todo el maíz dejando solamente millón		3080 ab	
9	Sistema tradicional, pero a los 45 días corta de todo el millón, dejando solamente 50,000 plantas/ha de maíz		1869 c	1919 a

Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente. No hubo efecto de sitio.

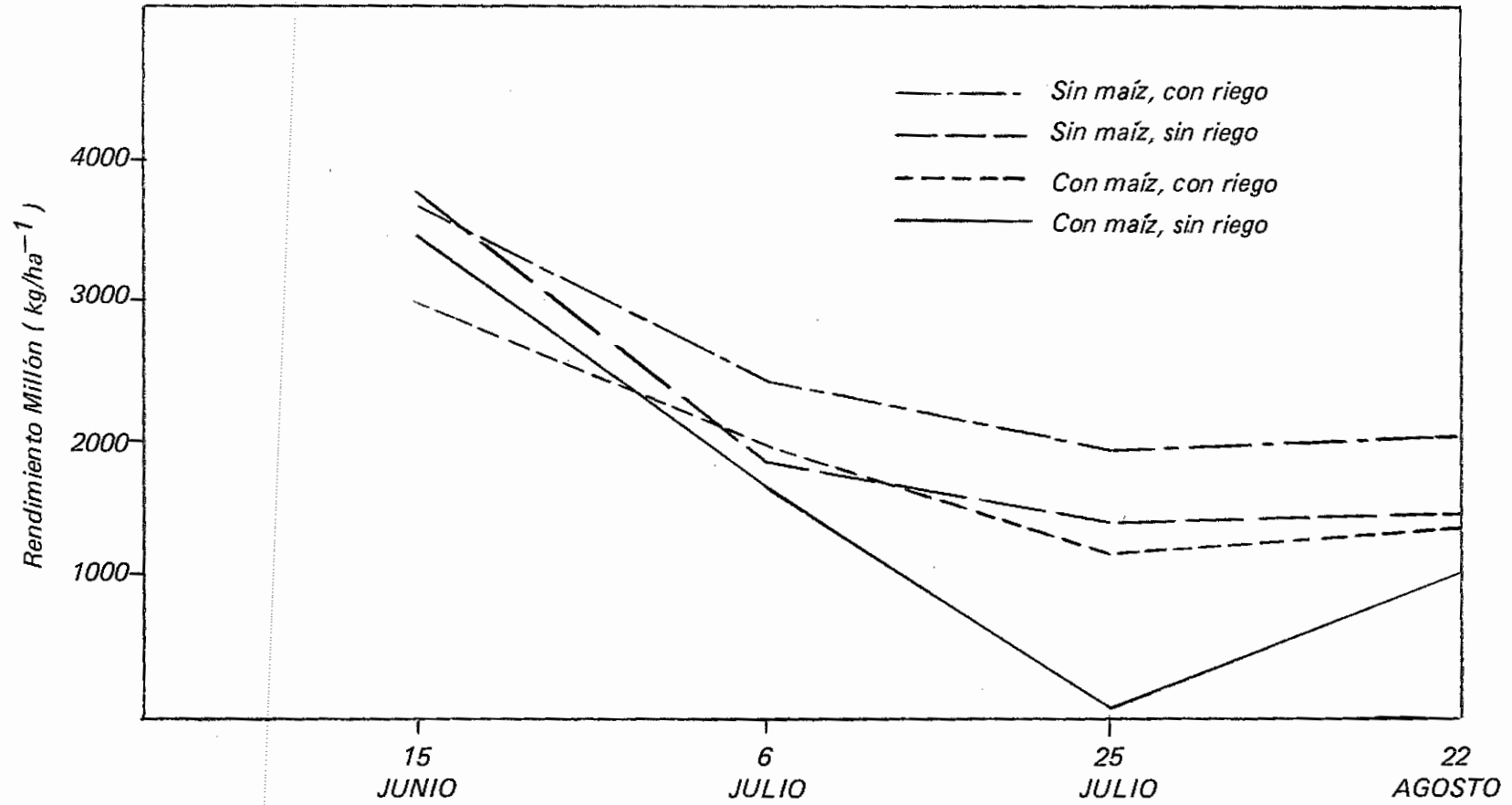


Figura 1 Efecto de fecha de siembra, asocio con maíz y riego sobre producción de Millón (Sorgo sensitivo al fotoperíodo) En Estelí, Nicaragua, 1984.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. *La disminución en el rendimiento de millón que se observa cuando se atrasa la fecha de siembra no se puede explicar completamente por la falta de agua y el efecto de competencia con el maíz.*
2. *La reducción de la competencia del millón a los 45 días después de la siembra puede aumentar la producción de maíz y, eliminando el maíz no afecta la producción del millón.*
3. *Este trabajo debe ser repetido en otros años para ver si se obtienen los mismos resultados*
4. *Deben tomarse datos de biomasa de raíces y humedad del suelo para determinar el grado de competencia para agua y la tasa de desarrollo radicular.*

LITERATURA CITADA

- Alessi, J. y Power, J.F. Water uses by dryland corn as affected by maturity class and plant spacing. Agronomy Journal 68: 547-550. 1976.*
- Blum, A. Effect of planting date on water use and its efficiency in dryland grain sorghum. Agronomy Journal 64: 775-778.*
- Hall, A.E., Foster, K.W. y Waines, J.G. Crop adaptation to semi-arid environments. p. 148-179, in A.E. Hall ed. Agriculture in semi-arid environments Ecol Studies. Vol 34. Springer-Verlag. New York. 1979.*
- Kass, D., Reyes P., J. Arias, M. R. y Romero S.P. Efecto de sensibilidad al fotoperíodo y sistema de producción sobre la productividad de sorgo en el Noroeste de Nicaragua. PCCMCA 31a Reunión. San Pedro Sula, Honduras, 1985.*
- Loomis, R.S. Crop manipulations for efficient use of water: an overview p. 345-374 en Taylor, Jordan y Sinclair eds., Limitations to efficient water use in crop production. American Society of Agronomy, Madison, E. U. 1983.*
- Paul, C., Vasquez, M., Salguero, E., Avila Moya, J., Nolasco, R., Cheaney, R., Guiragossian, Vartan. Comportamiento de variedades de sorgo en sistemas de producción de maíz-sorgo en asocio en Centroamérica y en el Caribe. p. 24-58 en Memoria de la III Reunión Anual de la Comisión Latinoamericana de Investigadores en sorgo. San Salvador, CENTA, 1984.*

Blum, A. y Naveh, M. Improved water-use efficiency in dryland grain sorghum by promoted plant competition. Agronomy Journal 68: 111-116. 1976.

Ritchie, J.T. Efficient water use in crop production: Discussion on the generality of the relations between biomass production and evapotranspiration. p. 29-44 en Taylor, Jordan, and Sinclair Eds. Limitations to efficient water use in crop production. American Society of Agronomy. Madison, E.U. 1983.

Smith, M. y Corrales, S. Comportamiento de 12 variedades de maíz asociado o en relevo con sorgo. XXX Reunión Anual del PCCMCA, Managua, Nicaragua.

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

Rigoberto Hernández**
Rigoberto Nolasco**
D.H. Meckenstock***

R E S U M E N

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 N-P-K) 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 TM/ha), forraje sin panoja (5.5 a 19.4 TN/ha) y acame (3 a 60o/o), 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 TM/ha por cada día a la floración. Sin embargo, bajo estas condiciones adversas el promedio de rendimiento de grano y forraje del testigo (sin abono) fue 2.2 y 8.6 TM/ha respectivamente. El nivel de fertilidad intermedio (45-15-15 kg/ha de N-P-K) aumentó el rendimiento de grano y forraje en un 41 y 17o/o respectivamente, mientras que el tratamiento de alta fertilidad (180-60-60 kg/ha de N-P-K) incrementó el rendimiento de grano y forraje en un 100 y 95o/o 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.

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

** Jefe Regional Zona Sur y Jefe Programa Nacional de Sorgo, respectivamente, Sección de Investigación Agrícola, Secretaría de Recursos Naturales, Choluteca, Honduras.

*** Profesor Adjunto, Departamento de Ciencias de Suelos & Cultivos, Universidad de Texas A & M/INTSORMIL, Sede en Choluteca, Honduras, C.A.

INTRODUCCION

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 TM/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 TM/ha 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 germoplasma 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 820WT-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 TM/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 ocho ambientes en el Sur de Honduras. Algunos de estos ambientes fueron muy adversos pero aun el rendimiento promedio del Sureño fue de 3 TM/ha (Ramírez et al, 1984). También, la variedad fue estable en rendimiento. Entonces, hay mucha esperanza para Sureño siendo que su rendimiento es tres 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 TM/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 fertilizante sino también debe tomar en cuenta el potencial de rendimiento de la variedad. Las variedades que rinden más utilizan más nutrientes del suelo y ésto va a requerir que los agricultores aumenten las dosis de fertilizante. En los años pasados, no fue rentable las siembras tecnificadas (Torchelli y Narváez, 1980) ya que el potencial de rendimiento de la variedad 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 ésto 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 ' unico fertilizante aplicado fue 15 kg/ha de fósforo (ICRISAT, 1983). Otra alternativa es aplicar fertilizante, 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 METODOS

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 intemperie y luego fue seleccionado y designado 820WT-210 por el PNS. También Sureño es conocido por los nombres M62650 y V0146 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-áridos (ICRISAT) en la India. Después la variedad fue enviada a México y luego pasó a Texas. Las características de planta de Sureño son foto-insensitiva, altura de planta intermedia (doble enano), color de planta amarilla (ppqq), tipo de panoja semi-compacta, color de grano crema (R-yyZZb 1b 1B 2B 2), buena calidad tortillera (Meckenstock et al, 1984), resiste a hongos de la panoja (D. T. Rosenow, comunicación personal) y resiste 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 1.0 m) distancia entre planta (0.20, 0.10 y 0.5 m), y niveles de fertilidad (0-0-0, 45-15-15 y 180-60-60 kg/ha de N-P-K). Estos tratamientos fueron arreglados en un factorial 2 x 3 x 3 lo cual dió 18 tratamientos. Los tratamientos fueron sembrados en bloques al azar con cuatro repeticiones. Dos de los tres factores trata 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 N-P-K es el considerado con una tecnología alta y también como equivalente de la cantidad de N-P-K que se extrae del suelo cuando se cosecha 6 TM/ha; este nivel fue determinado tomando en cuenta el hecho que el sorgo usa 30-10-10 kg/ha de N-P-K 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 2.1o/o 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 N-P-K 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 litros/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 que efecto días a floración tuvo en rendimiento de grano. Se tomó observaciones en las 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.

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	P	12.9
Ca	13.9	Fe	106.8
Mg	2.6	Cu	12.4
		Mn	14.3
		Zn	7.3

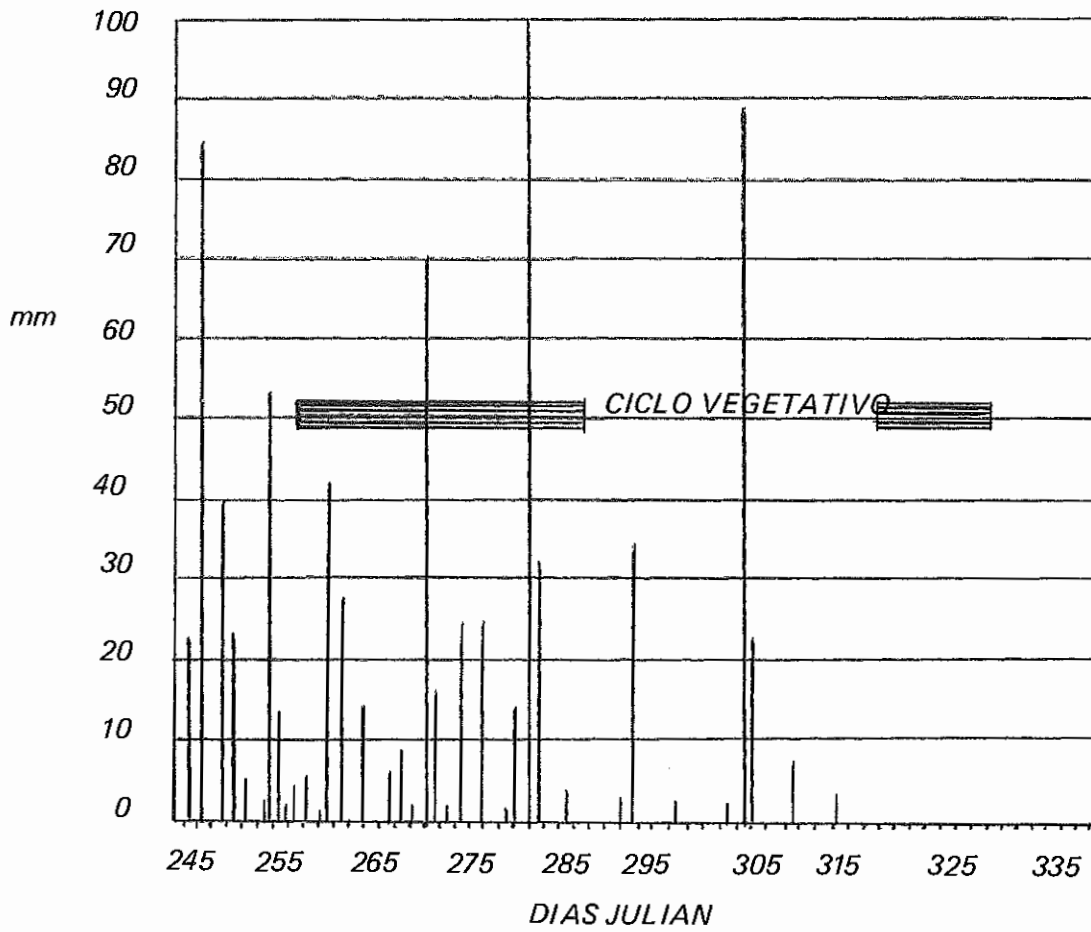


Figura 1 *Ciclo vegetativo de Sureño y Precipitación durante los meses de septiembre a noviembre, en La Lujosa, Honduras, 1984.*

Cuadro 2 Rendimiento promedio y algunas características agronómicas de la variedad Sureño. Estación Experimental La Lujosa, 1984-B.

(m) Entre surco	(kg/ha) Fertilidad	(m) Entre planta	(TM/ha) Grano	Días a flor	Altura de planta (m)	Acame (o/o)	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	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

- 375 -

S19/6

Cuadro 3 Análisis de varianza, Cuadrados medios en diseño de parcelas subdivididas.

Fuente de Variación	G.L.	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

S19/7

- 376 -

Cuadro 4 Separación de m^edias, entre plantas, entre surco y fertilidad.

Entre Plantas	(TM/ha) Grano	Días a flor	Altura (cm)	Acame (o/o)	Forraje (TM/ha)
0.20 m	3.3 a	72 a	189 a	25 a	10.8 a
0.10 m	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
<i>Entre surco:</i>					
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
<i>Fertilidad (kg/ha)</i>					
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

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE SORGOS FORRAJEROS SENSITIVOS
E INSENSITIVOS AL LARGO DEL DÍA EN PUERTO RICO*

Antonio Sotomayor Ríos**
Salvio Torres Cardona**
Adolfo Quiles Belén**

INTRODUCCION

*El término fotoperiodismo fue propuesto por Garner y Allard (2, 3). Estudios posteriores demostraron que el largo de la noche (nictoperíodo) en vez del período lumínico (fotoperíodo) es el factor importante en el control de la florecida de las plantas. De acuerdo a Miller y otros (6) el comportamiento de variedades tropicales al fotoperíodo no ha permitido la utilización de una gran parte del germoplasma existente en muchas de las especies que responden a los días cortos, incluyendo el sorgo (*S. bicolor* L. Moench). Quinby y Karper (7) demostraron que las diferencias en madurez del sorgo eran el resultado de respuestas diferentes al fotoperíodo y temperatura.*

*El efecto del fotoperíodo en el comportamiento agronómico de sorgos sensitivos e insensitivos no ha recibido mucha atención en los trópicos, aunque especies de *Zea*, *Tephrosia*, *Pennisetum* y otras han sido estudiadas en detalle (1, 4, 5).*

El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento agronómico de sorgos sensitivos e insensitivos al fotoperíodo cuando éstos se siembran mensualmente por un período de seis meses en Puerto Rico.

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

** Agrónomo-Director y Agrónomos, respectivamente, Estación de Investigaciones en Agricultura Tropical, USDA, ARS, S. & E, Mayaguez, Puerto Rico 00709.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en 1984 en la finca experimental de Isabela de la Estación de Investigaciones en Agricultura Tropical (EIAT), Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Las características de la zona experimental donde se realizó el trabajo se describen a continuación:

Localización	Noroeste de Puerto Rico
Latitud	18° 30'
Longitud	67°
Altura	128 m
Clima	Semiárido
Lluvia anual media	1,675 mm
Suelo	Oxisol (serie Coto)
Contenido de materia orgánica	30/o
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g suelo)	23
pH	5.1
P	111 ppm
K	67 ppm
NO ₃	10 ppm

Se compararon cuatro genotipos de sorgo forrajero: el cultivar Millo Blanco (MB) de Puerto Rico, el pasto sudán Greenleaf (GL), los híbridos AT x 623 x MB y AT x 623 x GL. El primero es sensible y el segundo insensible al fotoperíodo en Puerto Rico.

Los cuatro genotipos se sembraron el día 15 de cada mes comenzando en enero y terminando en junio del 1984. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones en donde el efecto de la época de siembra y de los genotipos se midió con igual precisión. En cada una de las épocas de siembra se efectuaron cuatro cortes a intervalos de 60 días. En este trabajo se informan los resultados del primer corte de las siembras correspondientes a los meses antes mencionados. Se utilizó una densidad poblacional de 125,000 plantas/ha y se aplicó el yerbicida propazina (2-cloro-4,6-bis (isopropilamino)-s-triazina) como pre-emergente a razón de 2.5 kg/ha de ingrediente activo, inmediatamente después de la siembra. Luego de cada corte se aplicó el fertilizante 15-5-10 a razón de 560 kg/ha. Se aplicó riego por aspersión cuando fue necesario. Previo a cada corte, utilizando dos plantas por hilera al azar en cada tratamiento, se tomaron los siguientes datos: altura de la planta (desde la base de la planta hasta el punto medio de la hoja bandera), área foliar (determinada con un equipo portátil electrónico Licor modelo Li-3000) e incidencia de roya (*Puccinia* spp). Para determinar la incidencia de roya se utilizó una escala de 1 (no lesiones) al 6 (370/o o más del área foliar cubierta con lesiones).

De cada corte se tomaron datos para rendimiento de forraje. Se analizaron muestras de forraje verde para determinar el contenido de proteína cruda, materia seca y digestibilidad aparente *in vitro*. Este último se determinó en los laboratorios de la Uni-

versidad de Georgia siguiendo la técnica de Tilley-Terry (9). Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y técnicas de regresión según Snedecor y Cochran (8).

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 muestra el análisis combinado de rendimiento de forraje verde (RFV), seco (RFS), proteína cruda (RPC); contenido de materia seca (CMS), proteína cruda (CPC), y altura de planta (AP), área foliar (AF), digestibilidad aparente in vitro (DAIV), e incidencia de roya (R) de los cuatro genotipos de sorgo en seis épocas de siembra (ES). Se encontraron diferencias significativas entre ES para todos los caracteres estudiados, excepto R. Los genotipos (G) y la interacción ES x G resultaron fuentes significativas de variación para todos los caracteres, excepto CMS y DAIV. El efecto híbrido resultó significativo para todos los caracteres estudiados, excepto CMS y DAIV. De otra parte, la interacción efecto parental x efecto híbrido no resultó significativa para todos los caracteres, excepto CPC, AP y AF. Esto indica que es posible lograr aumentos significativos en términos de rendimiento mediante cruzamiento.

En Puerto Rico (Latitud 18 N), el largo del día varía de 11.02 (20 de diciembre) a 13.13 horas (junio 21), factor que determina si la planta florece o no de acuerdo a su sensibilidad al fotoperiodismo. El Cuadro 2, muestra el RFS promedio de los cuatro genotipos de sorgo en las seis ES en Puerto Rico durante 1984. El híbrido insensitivo al fotoperiodo (ATx623 x GL) fue superior en producción en comparación con el híbrido sensitivo (AT x 623 x MB) solamente durante la ES de enero 15. El RFS de AT x 623 x GL fue estadísticamente similar para todas las ES, excepto la efectuada en febrero 15. En contraste a lo anterior el RFS de AT x 623 x MB resultó significativamente superior en la ES de junio 15, fecha cercana al día más largo en Puerto Rico. Este aumento en RFS equivale a 142o/o en comparación con lo obtenido en la ES de enero 15.

El AF (Cuadro 3) fue mayor tanto en el híbrido sensitivo como en el insensitivo en comparación con los padres. El efecto de la ES fue más significativo en los genotipos sensitivos, resultando ambos significativamente superiores en la ES de junio 15. La AP aumentó a medida que aumentaba el largo del día solamente en los genotipos sensitivos. La DAIV (Cuadro 4) fluctuó entre 51 y 62o/o en los cuatro genotipos, no observándose un efecto definido en la ES aunque el análisis de varianza combinado mostró diferencias significativas para este caracter.

Cuadro 1 Valores de "F" para el análisis combinado de rendimiento de forraje verde, seco, proteína cruda, contenido de materia seca y proteína cruda, altura de planta, área foliar, digestibilidad aparente in vitro e incidencia de roya de cuatro genotipos de sorgo en seis épocas de siembra, Puerto Rico, 1984.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Rendimiento			Contenido		Altura Planta	Area foliar	Digestibilidad aparente in vitro	Incidencia de Roya
		Forraje Verde	Forraje Seco	Proteína cruda	Materia Seca	Proteína cruda				
Epocas de Siembra (ES)	5	101.71**	88.58**	48.78**	15.90**	12.62**	35.04**	74.35**	8.48**	2.65
Repeticiones	18	1.09	0.91	1.50	0.22	1.73	1.14	0.76	1.21	2.22*
Genotipos (G)	3	189.03**	142.86**	153.73**	0.72	9.11**	251.82**	332.51**	1.99	87.39**
ES x G	15	20.58**	17.22**	10.89**	0.97	4.00**	16.71**	6.61**	1.06	4.95**
<i>Contrastes</i>										
<i>Efecto parentales</i>										
Masculinos (EP)	1	160.93**	112.97**	99.46**	1.55	0.03**	359.10**	366.90**	1.38	2.79
Efecto híbridos (EH)	1	403.17**	312.66**	360.52**	0.40	15.05**	374.14**	618.29**	1.57	258.03**
EP x EH	1	2.97	2.97	1.21	0.21	12.26**	22.21**	12.35**	3.00	1.34

* Significativo al nivel de probabilidad de 0.05

** Significativo al nivel de probabilidad de 0.01

Cuadro 2 Rendimiento de forraje seco promedio de cuatro genotipos de sorgo en seis épocas de siembra, Puerto Rico, 1984.

Epoca de siembra	GENOTIPOS			
	Greenleaf Sudán	ATx623 x Greenleaf	Millo Blanco	ATx623 x Millo Blanco
Enero 15	3.16 ab ^{1/}	4.29 a	2.74 e	3.17 d
Febrero 15	2.03 c	2.97 b	3.96 c	4.59 c
Marzo 15	2.28 c	3.88 a	3.29 d	4.73 b c
Abril 15	3.27 ab	3.83 a	4.90 d	5.39 b
Mayo 15	2.91 b	3.69 a	4.78 b	4.79 bc
Junio	3.64 a	4.33 a	6.57 a	7.68 a

1/ Valores con la misma letra en la columna no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan ($P = 0.05$).

Cuadro 3 *Area foliar promedio de cuatro genotipos de sorgo en seis épocas de siembra, Puerto Rico, 1984.*

Epoca de siembra	GENOTIPOS			
	Greenleaf Sudán	AT x 623 x Greenleaf	Millo Blanco	AT x 623 x Millo Blanco
	<i>cm²</i>			
Enero 15	4.255 c ^{1/}	5,481 ab	5,187 c	5,955 b
Febrero 15	4,256 c	5,384 bc	5,096 c	5,940 b
Marzo 15	4,210 c	5,496 ab	5,710 b	6,775 a
Abril 15	4,623 b	5,347 bc	5,687 b	6,103 b
Mayo 15	4,293 c	5,107 c	5,606 b	6,157 b
Junio 15	5,410 a	5,766 a	6,691 a	6,864 a

1/ *Valores con la misma letra en la columna no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan (P = 0.05).*

Cuadro 4 Digestibilidad aparente *in vitro* promedio de cuatro genotipos de sorgo en seis épocas de siembra, Puerto Rico, 1984.

Epoca de siembra	GENOTIPOS			
	Greenleaf Sudán	ATx623 x Greenleaf o/o	Millo Blanco	ATx623 x Millo Blanco
Enero 15	55.80 ab ^{1/}	57.93 a	58.80 a	56.83 ab
Febrero 15	51.23 c	56.93 ab	53.63 b	51.63 c
Marzo 15	59.70 a	59.65 a	61.55 a	60.70 a
Abril 15	54.35 bc	52.45 b	57.33 ab	54.78 bc
Mayo 15	59.23 a	56.45 ab	60.73 a	56.45 ab
Junio 15	57.68 ab	56.73 ab	57.48 ab	57.90 ab

CONCLUSIONES

En base de este estudio, sorgos sensitivos e insensitivos al fotoperíodo tienen rendimientos similares si se siembran en días cortos en los trópicos con latitudes similares a las de Puerto Rico. El RFS seco del híbrido ATx623 x MB, sensitivo al fotoperíodo, sembrado en días largos (junio 15, 13 horas o más de luz), aumentó en 142o/o en comparación con la ES de enero 15. El fitomejorador tiene oportunidad de utilizar sorgos altos y sensitivos al fotoperíodo, individualmente o en cruces con líneas androestériles y obtener híbridos que produzcan excelentes rendimientos durante los días largos en los trópicos.

RESUMEN

En la finca experimental del EIAT (USda-ARS) Isabela, se lleva a cabo un estudio con el propósito de comparar cuatro genotipos de sorgo, dos sensitivos y dos insensitivos al fotoperíodo. Para estudiar dichos genotipos se efectúan siembras mensuales durante dos años y se determina el comportamiento del sorgo según es afectado por el largo del día en Puerto Rico. Los sorgos bajo estudio son el pasto sudán variedad Greenleaf (GL) y el sorgo forrajero local Millo Blanco (MB) y sus correspondientes híbridos en donde se usa la línea androestéril ATx623 como progenitor femenino. El GL y su híbrido y el MB y su híbrido son insensitivos y sensitivos al fotoperíodo en Puerto Rico, respectivamente. Este trabajo muestra solamente los resultados de la primera cosecha a los 60 días después de la siembra de los cuatro genotipos durante las primeras seis épocas del primer año. El comportamiento de los genotipos varió de acuerdo al fotoperíodo obteniéndose los mejores rendimientos durante los días largos, siembra del 15 de junio de 1984, según lo indica el análisis de varianza combinado. Los rendimientos, en términos de forraje seco del híbrido insensitivo, fluctuaron entre 4.29 (15 de enero) a 4.33 (15 de junio), mientras que los rendimientos del híbrido sensitivo fluctuaron entre 3.17 (15 de enero) a 7.68 TM/ha (15 de junio), lo que constituye un aumento de 142o/o. El área foliar aumentó en los genotipos según aumentó el fotoperíodo. La digestibilidad aparente in vitro y el contenido de proteína cruda no mostraron estar relacionados con el fotoperíodo en Puerto Rico. La altura de planta y la incidencia de roya mostraron relación con el fotoperíodo en los cuatro genotipos de sorgo. El uso de genes que controlan la altura y madurez en el sorgo ofrecen una excelente alternativa a los fitomejoradores para desarrollar forrajes de altos rendimientos en los trópicos.

LITERATURA CITADA

- ¹Barnes, K.K., and G.W. Burton. 1966. *Tropical environment of Puerto Rico useful for studying day length sensitivity in pearl millet.* *Crop Sci.* 6:212-213.
- ²Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1985. In: *Physiology of Crop Plants.* XII:296-319.
- ³Garner, W.W., and H.A. Allard. 1923. *Further studies in photoperiodism. The response of the plant to relative length of day and night.* *J. Agr. Res.* 23:871-920.
- ⁴Irvine, J.E., and R.H. Freyre. 1966. *Effect of planting time and photoperiod on Tephrosia vogelli.* *Agron. J.* 58:49-51.
- ⁵McClelland, T.B. 1928. *Studies of the photoperiodism of some economic plants.* *J. Agr. Res.* 37:603-628.
- ⁶Miller, F.R., D.K. Barnes, and H.J. Cruzado. 1968. *Effect of tropical photoperiods on the growth of sorghum when grown in 12 monthly plantings.* *Crop Sci.* 8:499-502.
- ⁷Quinby, J.R., and Karper. 1967. *The maturity genes of sorghum.* In: *Advances in Agronomy XIX:267-305.* (A.G. Norman, ed.), Academic Press.
- ⁸Snedecor, G.W. and Cochran, W.C. 1967. *Statistical methods. The Iowa State Univ. Press.* 6th Ed., Iowa, USA, pp. 39-84.
- ⁹Tilley, J.M. A., and Terry, R.A. 1963. *A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops.* *J. Brit. Grassland Soc.* 18:104-11.