

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

"DETERMINACION DEL DISTANCIAMIENTO
ADECUADO ENTRE SURCOS Y PLANTAS
EN SORGO GRANIFERO ICTA-450
(Sorghum bicolor (L) Moench)
EN DOS LOCALIDADES DE LA COSTA SUR"

T E S I S

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

P O R

VICENTE ARTEMIO SOLIS MIRON

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO:

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA JUNIO DE 1985

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

D.L.
01
T(820)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL CUARTO:	P. A. Leopoldo Jordán Z.
VOCAL QUINTO:	P. A. Axel Gómez Chavarry
SECRETARIO:	Ing. Agr. José Rodolfo Albizures P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Alejandro A. Hernández
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Ricardo Miyares Jordán
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rodolfo Albizures P.

Guatemala, mayo de 1985.

Señor
Decano de la Facultad de Agronomía
Ing. Agr. César A. Castañeda S.
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su Despacho.

Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a usted para hacer de su conocimiento que, he revisado el trabajo de tesis titulado " DETERMINACION DEL DISTANCIAMIENTO ADECUADO ENTRE - SURCOS Y PLANTAS EN SORGO GRANIFERO ICTA-450 (Sorghum bicolor (L) Moench) EN DOS LOCALIDADES DE LA COSTA SUR", desarrollado por el universitario Vicente Artemio Solís Mirón.

Concluida la asesoría informo al señor Decano, - que considero el trabajo altamente calificado para merecer la aprobación correspondiente, ya que contribuirá al esfuerzo para mejorar la tecnología disponible sobre el cultivo del sorgo en Guatemala.

Atentamente,



Ing. Agr. Jorge Segundo Fuentes V.
ASESOR

Guatemala, mayo de 1985

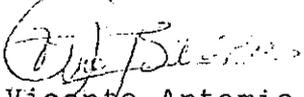
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

En cumplimiento a lo establecido por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado " DETERMINACION DEL DISTANCIAMIENTO ADECUADO ENTRE SURCOS Y PLANTAS EN SORGO GRANIFERO ICTA-450 (Sorghum bicolor (L) Moench) EN DOS LOCALIDADES DE LA COSTA SUR ".

Al presentarlo como último requisito previo para optar el título de Ingeniero Agrónomo, espero que merezca vuestra aprobación.

Aprovecho la oportunidad para presentarles mi respetuoso saludo, con las muestras de mi distinguida consideración.

Atentamente,


P.A. Vicente Artemio Solís Mirón

DEDICO ESTE ACTO

A: MIS PADRES: Federico Solis Ojeda
María de los Reyes Mirón de Solis

A: MIS HERMANOS: Juan Francisco
Aroldo Bernardo
Reina Luisa (QEPD)
Hilda Irene (QEPD)
Reina Margarita
Julio Mario (QEPD)
Irma Leticia
Flora Elizabeth

A: MI ESPOSA: Carmen de Solis

A: MIS HIJOS: F. Artemio
Sigrid W.
José M.

A: MIS PADRINOS: Adolfo Pérez Hérincx (QEPD)
Adelaida Morales vda de Pérez

A: MIS FAMILIARES: En general

A: MIS AMIGOS

A: USTED: Especialmente

ACTO QUE DEDICO

- A: DIOS
- A MI PATRIA: GUATEMALA
- A MI PUEBLO: GUAZACAPAN, SANTA ROSA
- A MIS CENTROS DE ENSEÑANZA: Escuela 25 de Junio.
Instituto Nacional Central
para Varones.
Instituto Técnico de Agricultura
Facultad de Agronomía, USAC.
- A: División de Estudios de la
Dirección Técnica de Riego y
Avenamiento
- A: Instituto de Ciencia y Tecnolo
gía Agrícolas
- A: Los Agricultores, en general.

AGRADECIMIENTO

Al: Ingeniero Agrónomo Jorge S. Fuentes Vásquez
Por sus valiosas sugerencias y orientación
en la conducción de esta investigación.

A: Ingeniero Agrónomo Mario Melgar
Ingeniero Agrónomo Manuel Herrera
Ingeniero Agrónomo Mynor Vásquez
Ingeniero Agrónomo Sergio González
Por su estrecha colaboración.

A: Todas aquellas personas que de una u otra
forma contribuyeron en la realización del
presente estudio.

EL AUTOR

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	i
I. INTRODUCCION	1
II. HIPOTESIS	2
III. OBJETIVOS	3
IV. LITERATURA REVISADA	3
V. MATERIALES Y METODOS	10
V.1 Localización de Sitios Experimentales	10
V.2 Suelos	10
V.3 Material Genético	11
V.3.1 Otros Materiales y Equipo	12
V.4 Diseño Experimental	12
V.5 Modelo Estadístico	13
V.6 Variables Estudiadas	14
V.7 Análisis Estadístico	15
V.8 Manejo del Experimento	15
V.8.1 Muestreo de Suelos	15
V.8.2 Preparación del Suelo	15
V.8.3 Siembra	16
V.8.4 Control de Malezas	16
V.8.5 Control de Plagas	17
V.8.6 Cosecha	17
V.9 Análisis Económico	17
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	17
VII. CONCLUSIONES	25
VIII. RECOMENDACIONES	26
IX. BIBLIOGRAFIA	27
X. APENDICE	

INDICE DE CUADROS EN EL TEXTO

		Pág.
CUADRO 1:	Recomendaciones para sorgos de tipo medio, según la condición existente en el suelo.	6
CUADRO 2:	Requerimiento de NPK de las diferentes partes de la planta.	9
CUADRO 3:	Contenido total de ciertos nutrientes en la planta de sorgo en Kg/ha.	9
CUADRO 4:	Tratamientos estudiados en las dos localidades	14
CUADRO 5:	Resultados del análisis de suelos por localidad y sus recomendaciones.	16
CUADRO 6:	Rendimiento medio de grano al 15% de humedad por distanciamiento, densidad y localidad del sorgo ICTA-450, 1984.	18
CUADRO 7:	Análisis de varianza para rendimiento de grano al 15% de humedad del híbrido ICTA-450 en la localidad de Cuyuta, 1984.	19
CUADRO 8:	Análisis de varianza para rendimiento de grano al 15% de humedad del híbrido ICTA-450 en la localidad de Guazacapán, 1984.	20
CUADRO 9:	Coefficientes de correlación de las variables estudiadas por localidad, 1984.	22

INDICE DE FIGURAS EN EL TEXTO

FIGURA 1:	Respuesta del sorgo ICTA-450 a la interacción de la distancia entre surcos y plantas Cuyuta, Escuintla, 1984.	20-a
FIGURA 2:	Respuesta del sorgo ICTA-450 a la interacción de la distancia entre surcos y plantas Guazacapán, Santa Rosa, 1984.	20-b

INDICE DE FIGURAS EN EL APENDICE

	Pág.
FIGURA 1: Producción de sorgo por año. República de Guatemala, 1984.	1-a
FIGURA 2. Localización de los sitios experimentales.	2-a
FIGURA 3: Determinando altura de planta .	3-a
FIGURA 4: Diferencias de tamaño de panoja por tratamiento.	3-a

INDICE DE CUADROS EN EL APENDICE

	Pág.
CUADRO 1: Relación beneficio-costo/ha de los tratamientos en el híbrido de sorgo ICTA-450 en dos localidades de la Costa Sur.	4-a
CUADRO 2: Datos de las características agronómicas evaluadas en asociación con rendimiento en grano en el sorgo ICTA-450 por efecto del distanciamiento entre surcos y plantas, Cuyuta, 1984.	5-a
CUADRO 3: Datos de las características agronómicas evaluadas en asociación con rendimiento en grano en el sorgo ICTA-450 por efecto del distanciamiento entre surcos y plantas, Guazacapán, 1984.	6-a

RESUMEN

Considerando la importancia que el cultivo del Sorgo ha mantenido dentro de los productos básicos, un lugar preferencial por sus cualidades alimenticias, especialmente en la alimentación animal y en virtud de que el rendimiento por unidad de superficie a nivel nacional es bajo, el presente trabajo de investigación se condujo a fin de detectar el distanciamiento adecuado entre surcos y -plantas, que permitiera superar los rendimientos de grano por unidad de superficie con el sorgo híbrido ICTA-450 y que tiendan a -aumentar la productividad, al ser utilizado comercialmente por los agricultores.

Se evaluaron veinticinco distanciamientos entre surcos y -plantas en dos localidades representativas de la Costa Sur. Además, por ser importantes otras características morfológicas de la planta de sorgo, que están íntimamente relacionadas con el rendimiento en grano, se determinó altura de planta, días a 50% de -floración, diámetro del tallo, área foliar y longitud de panoja.

De acuerdo a los resultados, el análisis de varianza para rendimiento de grano por unidad de superficie indicó que, en las -dos localidades hubieron diferencias altamente significativas, tanto entre surcos como entre plantas, como en la interacción surcos-plantas, evidenciándose que los rendimientos más altos estuvieron asociados a espaciamentos más estrechos.

En las dos localidades, las distancias de 5 y 10 cm entre plantas se comportaron estadísticamente superiores a las de 15, -20 y 25 cm, mientras que entre surcos la separación de 30 y 45 cm resultaron con mayor rendimiento que 60, 75 y 90 cm. Por tanto, se concluye que las mejores distancias entre plantas fue de 5 y 10 cm en surcos de 30 y 45 cm de separación.

Considerando las condiciones agrónomicas y costos de producción con los que se efectuó el ensayo, se vislumbran como recomendables los distanciamientos de 45 cm entre surcos y 10 cm entre plantas, debido a que son las que ofrecen mayores utilidades.

De las otras variables estudiadas, el rendimiento por unidad de superficie se relacionó con densidad de población, días a 50% de floración y altura de planta. Así también, se determinó la asociación existente entre rendimiento de grano por panoja con área foliar, longitud de panoja y diámetro de tallo. Todas estas correlaciones resultaron positivas en las dos localidades.

Respecto al análisis económico efectuado, se desprende que las mayores utilidades con este híbrido están dadas por los menores espaciamientos, de lo cual se deduce que tanto el ancho del surco como el espacio existente entre plantas sobre el surco, fueron de de terminantes para obtener los mayores beneficios.

I. INTRODUCCION

En nuestro país, el cultivo del Sorgo para grano se viene realizando desde 1950 (13); en este año se cosecharon 20.4 miles - de hectáreas de superficie cuya producción fue de 10.4 miles de toneladas métricas. Una de las razones de mayor peso, por la que este cultivo ocupa un lugar preponderante, radica en el hecho de que se utiliza en un 80% para elaborar raciones balanceadas destinadas a la alimentación animal, considerando, además, que la calidad nutricional es similar al maíz, con la gran ventaja que el Sorgo se cotiza a menor precio (11).

Cifras recientes, muestran que durante la década 1972-1982 se cosecharon 47,500 hectáreas y una producción de 70,440 toneladas métricas por año (1). En la figura 1 del Apéndice, se aprecia el comportamiento de la producción anual en la que los años 1975-1977, la producción fue mayor debido al incremento del área cosechada.

Prácticamente, la producción de Sorgo se ha localizado en la zona oriental, Costa Sur y Valle del Polochic. Los principales departamentos que aportan dicha producción son: Jutiapa, Chiquimula, Zacapa, Izabal, El Petén, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla San Marcos, Quetzaltenango y Santa Rosa; éstos tres últimos en la parte baja de los mismos (2). Ultimamente, el cultivo se efectúa en el 73% de los departamentos de la República, sobresaliendo Escuintla y Santa Rosa, como los mayores productores.

En algunas localidades de la Costa Sur, los bajos rendimientos (18-50 qq/mz) son consecuencia de utilizar variedades criollas y sorgos híbridos mal adaptados, así como la desuniformidad en los métodos de siembra que practican los agricultores. Así -- cuando la siembra se efectúa a macana, las distancias entre plantas oscilan entre 40 y 50 cm, en surcos de 90-110 cm con 8 hasta 25 semillas por postura.

Cuando la siembra es mecanizada, se utiliza un indeterminado número de semillas (chorro) en surcos de 60 cm.

Adicionalmente a lo anterior, es importante resaltar el uso común que se hace de los híbridos importados. Así en 1981 y 1982, las Casas Comerciales importaron 7,000 y 7,600 qq respectivamente, cifras que representaron una significativa fuga de divisas para el país (10).

Así mismo se sabe que, el rendimiento de una planta de Sorgo es el producto de los siguientes componentes de rendimiento:

Plantas/ha x panojas/planta x semillas/panoja x peso/semilla. A este respecto, en nuestro medio se han efectuado estudios sobre diferentes niveles de fertilización y densidad de población (8, 14), algunas prácticas agronómicas (19), control de plagas (24) control de enfermedades (12) y evaluación de variedades de híbridos (14).

En virtud de las condiciones descritas anteriormente, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-, está impulsando la explotación del híbrido denominado ICTA-450, que se adapta a las condiciones imperantes en la región sur y oriente de Guatemala y, con el afán de proporcionar a los agricultores, la tecnología necesaria para un mejor aprovechamiento del mismo y considerando que los rendimientos obtenidos por los cultivadores de Sorgo son fluctuantes y bajos, debido a los métodos tradicionales de siembra el presente estudio pretende determinar el distanciamiento de siembra más adecuado en el Sorgo ICTA-450, para obtener mejores rendimientos por unidad de superficie y por ende mayores beneficios en la Costa Sur del país.

II. HIPOTESIS

Existe al menos, un distanciamiento entre surcos y plantas que difiere significativamente en rendimiento de grano por unidad de superficie.

III. OBJETIVOS

Evaluar el comportamiento en rendimiento de grano del Sorgo híbrido ICTA-450 y encontrar las distancias adecuadas de siembra tanto entre surcos como entre plantas y sus interacciones bajo las condiciones ambientales prevalcientes en dos localidades de la Costa Sur, para obtener mayores beneficios.

IV. LITERATURA REVISADA

Se sabe que el Sorgo puede dar abundantes cosechas en condiciones de poca humedad, pero ésto está condicionado a las prácticas agronómicas que se adopten. Estudios hechos por Peñate (19), corroboran lo anterior, al utilizar prácticas agronómicas que permiten aprovechar el agua de lluvia, obteniendo en este caso producciones de 4.1 a 5.1 toneladas métricas por hectárea con la variedad Guatecau, con 0.9 mt entre surcos y 0.05 mt entre plantas, para una densidad de 250,000 plantas por hectárea.

El hecho de que el sorgo necesite menos humedad que el maíz, no significa que los rendimientos del mismo no se vean reducidos por la falta de humedad; lo anterior lo demuestra Thompson (25) al realizar pruebas con 82 híbridos de sorgo durante cuatro años en Kansas City, USA, determinándose que en época de sequía normal, los rendimientos de sorgo fueron similares tanto en lotes de poblaciones elevadas, como en las convencionales, pero en uno de los años de prueba, en el que hubo una mayor precipitación, el rendimiento de los lotes con poblaciones elevadas fue excepcionalmente bueno. Asimismo se determinó que poblaciones de hasta -- 174,000 plantas por hectárea, con distancias de 30 cm entre surcos produjeron hasta 9,808 kg/ha, mientras que con las poblaciones convencionales de 50 a 74 mil plantas por hectárea, se obtuvieron únicamente 5,847 kg/ha. Estas diferencias o ventajas observadas con 30 cm entre surcos fue debido a que hubo menor competencia de las malezas, menor evaporación del agua en el suelo y menor erosión hídrica y eólica.

Canales Martínez (25) en México, mediante pruebas prácticas comparando hileras sencillas y surcos dobles, utilizó 85 cm entre surcos, pero con 10 cm de separación entre los surcos dobles, encontró diferencias de media tonelada por hectárea a favor de los surcos dobles.

Otras investigaciones efectuadas por Gómez de Hoyos (25) de México, indican que cuando se logran sembrar alrededor de 27 plantas de sorgo por metro cuadrado en surcos de 40 cm de separación, el cultivo cubre el terreno por completo, con lo cual la humedad del rocío y de las lluvias es captada por las hojas, esto es de vital importancia en regiones de cultivo bajo temporal.

Díaz Carrera (8), efectuó estudios en siete localidades de Jutiapa y determinó que 45 y 40 cm entre surcos y postura respectivamente, con 3 plantas por postura es la más adecuada y que, aplicando 50 kg de nitrógeno con 150,000 plantas por hectárea se obtiene el mayor beneficio.

Aunque la población más apropiada para una plantación de sorgo variará de acuerdo a la variedad y al nivel de fertilidad del suelo. Diferentes variedades pueden tener diferentes características morfológicas y de crecimiento.

Diferentes niveles de fertilidad también afectan el crecimiento de las plantas. Estas diferencias son importantes porque la densidad de población óptima para un cultivo no es más que la expresión integrada de la competencia entre plantas por nutrientes humedad, radiación solar y otros factores que afectan el crecimiento.

La distribución ideal de las plantas en el terreno es -- aquella que facilita un buen control de malezas y la menor competencia posible entre las plantas de sorgo (5). Se sabe que a medida que las necesidades sean similares entre plantas, más intensa es la competencia, así la densidad de siembra afecta el futuro

rendimiento de la cosecha y a este respecto, Montaldo (17), explica que la caída del rendimiento en plantaciones muy densas se encuentra en la estructura del dosel de hojas, ya que si ésta es muy densa, no permitirá una buena penetración de la luz. En maíz a medida que se incrementa la densidad, las plantas tratan de alcanzar en altura a las plantas altas; es decir, la tasa de elongación del tallo de las plantas altas es menor que la tasa de elongación de las plantas bajas. Por ejemplo, en maíz cuando se producía una disminución del rendimiento en grano entre plantas, con diferencia de 10 cm en altura por efecto de la sombra de las plantas altas sobre las bajas. Los efectos de la competencia se conocen pero no las causas, ya que los factores responsables no actúan aisladamente, sino que interactúan (17).

Con lo anteriormente descrito, tanto la distancia entre surcos como entre plantas está acorde a diferentes factores como: el desarrollo vegetativo que puedan alcanzar las plantas, la disponibilidad de agua para los riegos o la intensidad de las lluvias, la fertilidad del terreno, etc.

Numerosos ensayos realizados han demostrado que los distanciamientos pequeños entre líneas (40-65 cm) dan mayores cosechas por hectárea. Realmente esto concuerda con la morfología de los híbridos más usados (pequeña altura y poca ramificación lateral), que permite una gran cantidad de plantas por hectárea.

Con ello se logra un mejor aprovechamiento del agua y de los nutrientes y las plantas no macollan, lo cual es muy ventajoso para que la maduración de todas las panículas sea uniforme. Es cierto que con tales distancias se dificulta o imposibilita el dar cultivadas mecánicas para eliminar malezas, pero esto no es necesario cuando se aplica adecuadamente un herbicida idóneo.

Los distanciamientos grandes (90-120 cm) sólo son convenientes en zonas especiales: suelos poco fértiles o muy escasos de humedad. Lo más importante es proporcionar a cada planta, -

el suficiente espacio para que se desarrolle normalmente, pero de tal manera que no queden áreas sin utilizar (23).

Respecto a los factores citados anteriormente, Fernández Herrera (9), realizó ensayos en tres localidades de Costa Rica, de terminando que las diferencias en rendimiento de grano en dos de las tres localidades, fue por efecto de la fertilidad del suelo.

Así también Rodrigo y Serrano (23), expone que la densidad de siembra varía de acuerdo al tamaño de las plantas, indicando que cuando las plantas son muy pequeñas y sus hojas y raíces ocupan poco espacio, pueden desarrollarse más plantas por hectárea, que cuando alcanzan altura y ocupan gran espacio. Además, recomienda para sorgos de tipo medio, las siguientes condiciones que se presentan en el cuadro 1.

CUADRO 1: Recomendaciones para Sorgos tipo Medio, según la condición existente en el suelo

Condiciones del Suelo:	Distancia entre surcos (cms)	Número de semillas (por mt/1)	Cant sem necesaria (kg)	Densidad de población (plantas/ha)
Con escasa humedad	90 - 110	12 - 15	3 - 5	90 - 130,000
Con alta humedad y mediana fertilidad	40 - 80	16 - 32	12	320,000
Con buena humedad y alta fertilidad	30 - 60	15 - 30	15 - 18	400,000

ICTA (14), evaluó 3 variedades de sorgo para grano, 3 distancias de surco, 3 distancias entre plantas y 3 niveles de nitrógeno en Asunción Mita, Jutiapa, determinándose que la alta ganancia obtenida fue cuando las plantas se espaciaron cada 10 cm en surcos de 40 cms.

Investigaciones efectuadas en el Ciano (18) en México, indican también que las densidades de población de sorgo son proporcionales al desarrollo y precocidad de las plantas y recomiendan 75-60 cms entre surcos y 10 y 15 kg de semilla por hectárea,

para las variedades tardías y precoces, respectivamente.

Beil et al (14) determinaron coeficientes significativos en que correlacionan ciertos componentes de rendimiento en la planta de sorgo y concluyen que, con densidades de población normales, el rendimiento está más íntimamente correlacionando con el número de semillas producidas por panoja que con el peso de cada semilla, de tal manera que la densidad de población por unidad de área depende mucho de otros factores tales como: distancia entre surcos - y/o distancia entre plantas dentro del surco; por lo tanto la meta será la obtención de una panoja grande por planta que contenga muchas semillas.

El Autor (27), previo al presente estudio, determinó que existe una correlación negativa de 0.84 entre el número de plantas por postura respecto al peso y número de semillas por panoja en la variedad Guatecau. Por tanto el número de semillas por panoja es dependiente del número de plantas por postura que se siembran, ya que a medida que se incrementa la población por unidad de superficie el rendimiento en grano por planta es menor.

Otro estudio efectuado por Contreras citado por Cano (3), demuestra que existe alta correlación entre la longitud de la panoja y el peso de grano; peso de la panícula sin grano y peso del grano, y peso de la panícula con grano; y peso en grano en 3 variedades de sorgo.

Sieglinger, reportado por Cardona (4), encontró que el rendimiento de grano de una planta de sorgo está relacionado con el número y tamaño de hojas, diámetro del tallo y altura; y a Martin (1965) que encontró correlación entre altura y rendimiento, y número de panojas por unidad de superficie.

Otra característica muy importante en el sorgo es la madurez y se refiere a los días transcurridos desde la fecha de siembra a la floración, ya que el número de días a flor tiene relación con el rendimiento.

En general, cada día de retraso en la floración significa una ganancia o pérdida de poco más o menos un quintal por manzana, en el rendimiento final (8). Plant en Guatemala (folleto sin publicar) y Dalton (14) en Texas, USA, demuestran que los rendimientos son mayores en sorgos cuyo período de floración se alarga, esto es consecuencia de que los nutrientes son acumulados paulatinamente por la planta para su uso en el momento de la floración y llenado del grano.

El rendimiento del sorgo también está influido grandemente por la altura. Entre una población normal de plantas, las más altas muestran una tendencia a producir más como consecuencia de la captación más eficiente de la luz solar (14).

Con respecto al área foliar y longitud de panoja, la respuesta de la planta es positiva al rendimiento, puesto que una hoja más grande permite la captación de la luz solar con mejor eficiencia y por ende mayor producción de biomasa (14, 17).

En conclusión, parece ser que la producción de materiales fotosintéticos por la planta de sorgo, puede ser aumentada si las plantas son sembradas a una densidad más apropiada.

Respecto a nutrientes, el sorgo es una planta que utiliza cantidades considerables de los principales elementos del suelo. Summer y otros (1965) (8, 22), determinaron que éstos aumentaron la superficie de hojas, dando a la vez un mejor desarrollo de tallo y raíces e incrementándose notablemente los rendimientos en materia seca. En el cuadro 2, se indican los requerimientos de los principales nutrientes en las diferentes partes de la planta de sorgo.

Por tanto, conociendo las necesidades de nutrientes de la planta, Tuckey y Bennet, citados por Cardona (8), aseveran que pueden estimarse rendimientos según la aportación que se haga de éstos; así por ejemplo, si se aplican 74.52 kg.N/ha se podrían -- obtener 6815 kg de grano por hectárea, (cuadro 3).

CUADRO 2: Requerimiento de N.P.K. de las diferentes partes de la planta de Sorgo

Parte de la planta	Producción (kg/ha)	N ₂ (kg)	P ₂ O ₅ (kg)	K ₂ O (kg)
Hojas	8.03	7.8	2.3	4.0
Tallos	2.261	4.5	2.0	6.3
Raíces	1.326	4.0	4.5	2.3

CUADRO 3: Contenido Total de ciertos nutrientes en la planta de Sorgo en Kg/ha

Rendimientos	N	P	K ₂ O	S
3407	38.64	6.94	33.12	3.22
4543	51.52	15.64	44.16	4.60
5679	62.10	19.32	55.20	5.98
6815	74.52	23.46	66.24	7.82
7951	83.72	27.14	77.28	9.20
9086	92.00	31.28	88.32	11.04

En el caso del fósforo, en 1974, 1975 y 1977 el ICTA, reportado por Medina (16), evaluó diferentes niveles de este nutriente sin encontrar ninguna respuesta significativa. En cambio, con aplicaciones de nitrógeno como se indicó anteriormente, este cultivo responde significativamente al incremento del rendimiento del grano (8, 16).

Con respecto a las malas hierbas, que inciden en el rendimiento del grano, trabajos efectuados en Colombia (6), demuestran que el sorgo libre de malezas durante los primeros 30 días de vida, el rendimiento sólo se reduce en un 10%. Lo contrario sucede cuando se mantiene enmalezado todo el ciclo, llegando a reducirse los rendimientos en un 85%. Puede decirse que, un control biológico de malezas puede efectuarse con altas poblaciones

del cultivo, pero tiene la inconveniencia que cuando las limpias se hacen manualmente, ésta práctica se dificulta. Sin embargo, utilizando herbicidas idóneos, este control es eficiente (23).

Otro aspecto importante que afecta el rendimiento de grano en el sorgo, son los insectos. De éstos la plaga más común, que merma los rendimientos es la mosca del ovario (Contarinia sorghicola coq) cuando la planta inicia la floración y llenado del grano. Para este control existen numerosos insecticidas en el mercado, que aplicados oportunamente eliminan dicha plaga (24).

La población óptima, pues, será aquella que posea el mejor número de plantas y que produzca los máximos rendimientos por unidad de área (18).

V. MATERIALES Y METODOS

V.1 Localización de Sitios Experimentales

El presente estudio se realizó de abril a septiembre de 1984, en la Estación Experimental "Cuyuta", Masagua, Escuintla y en el municipio de Guazacapán, Santa Rosa (Fig 2 del Apéndice).

De acuerdo a Holdridge (7), ambas localidades se ubican en la zona de bosque muy húmedo subtropical cálido, con una precipitación pluvial promedio de 3284 mm/año; biotemperaturas que van de 21° a 25° C y una evapotranspiración potencial promedio estimada de 0.45 mm.

Respecto a la localización, la primera localidad se ubica en la Latitud 14°05', Longitud 90°52' (15), con una elevación sobre el nivel del mar de 110 mts (26) y la segunda, en la Latitud 14°04', Longitud 90°25' (15) a 261.33 msnm (26).

V.2 Suelos

Simmons et al (26), en su reconocimiento efectuado en la

República de Guatemala sobre suelos, reporta las siguientes características de los mismos en las dos localidades, donde se efectuó el presente estudio.

Características	Localidad	
	Cuyuta	Guazacapán
Serie de suelo	Tiquisate	Taxisco
Material madre	Ceniza de aluvión volcánica de color oscuro	Lahar pedregoso
Relieve	Casi plano	Inclinado
Drenaje interno	Moderado	Bueno
<u>Suelo Superficial</u>		
Color	Café	Café rojizo oscuro
Textura y consistencia	Franco arenosa fina a franco; suelta	Franco arcillosa, friable
Espesor aproximado	40-50 cm	20-30 cm
<u>Subsuelo</u>		
Color	Café claro	Rojo
Consistencia	Friable a suelta	Friable
Textura	Franco-arenosa a franco-arenosa fina	Arcillosa
Espesor aproximado	30-70 cm	60-100 cm

V.3 Material Genético

Para este estudio se utilizó el Sorgo Híbrido de grano - rojo ICTA-450, desarrollado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, cuyas características se describen a continuación - (10).

- Genealogía: A 378 X R T 430
- Plantas vigorosas con alturas de 1.30 a 1.60 mt.
 - Ciclo vegetativo intermedio de 90 a 110 días.
 - Período de floración de 56 a 60 días.

- Tipo de panoja: semicompacta, cuyo tamaño varía de 25 a 35 cm.
- Color del grano: rojo.
- Se adapta a la cosecha mecánica.
- Rendimiento: Costa Sur 47 qq/mz (3052 kg/ha).

V.3.1 Otros materiales y equipo

Equipo

- 2 vernier
- 1 cinta métrica de metal
- 1 estadal
- 1 bomba de aspersion
- 1 balanza de reloj
- 1 determinador de humedad
- 1 calculadora
- 1 regla graduada
- 1 cartapacio
- macanas
- machetes.

Otro material

- 4 bolas de pita
- 200 envases plásticos (costales)
- estacas
- marcadores
- 200 bolsas de papel
- biocidas
- fertilizantes
- semilla ICTA-450.

V.4 Diseño Experimental

El diseño de campo utilizado fue: parcelas en franjas - con 25 tratamientos distribuidos en 4 bloques al azar (20).

Se trazaron parcelas con 6 surcos cada una, con 2 de bordo y se cosecharon 4 dejando 2 posturas de bordo en cada extremo de los surcos.

V.5 Modelo Estadístico

$$Y_{iJK} = u + B_i + A_j + B_k + AB_{jk} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = variable respuesta en la ijk -ésima unidad experimental, i -ésimo nivel del factor A, k -ésimo nivel del factor B en el i -ésimo bloque.

U = Efecto de la media general

B_i = Efecto del i -ésimo bloque

A_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor A

B_k = Efecto del k -ésimo nivel del factor B

AB_{jk} = Efecto de la interacción de los factores A y B

E_{ijk} = Efecto del error experimental en la ijk ésima unidad experimental.

	<u>Factor</u>	<u>Niveles</u>
A	Distancias entre surcos	30, 45, 60, 75 y 90 cm
B	Distancias entre plantas	5, 10, 15, 20 y 25 cm
	Factor A:	$i = 0 \dots a$
	Factor B:	$j = 0 \dots b$
	Repeticiones:	$K = 1 \dots n$
nab	= Número de unidades experimentales.	

En el cuadro 4, se presentan los tratamientos estudiados.

CUADRO 4: Tratamientos estudiados en las dos localidades

No.	Tratamiento	Distancia entre surcos (cms)	Distancia entre plantas (cms)	Densidad plantas/ha
1	AoBo	30	5	666,666
2	AoB ₁	30	10	333,333
3	AoB ₂	30	15	222,222
4	AoB ₃	30	20	166,666
5	AoB ₄	30	25	133,333
6	A ₁ Bo	45	5	444,444
7	A ₁ B ₁	45	10	222,222
8	A ₁ B ₂	45	15	148,148
9	A ₁ B ₃	45	20	111,111
10	A ₁ B ₄	45	25	88,888
11	A ₂ Bo	60	5	333,333
12	A ₂ B ₁	60	10	166,666
13	A ₂ B ₂	60	15	111,111
14	A ₂ B ₃	60	20	83,333
15	A ₂ B ₄	60	25	66,666
16	A ₃ Bo	75	5	266,666
17	A ₃ B ₁	75	10	133,333
18	A ₃ B ₂	75	15	88,888
19	A ₃ B ₃	75	20	66,666
20	A ₃ B ₄	75	25	53,333
21	A ₄ Bo	90	5	222,222
22	A ₄ B ₁	90	10	111,111
23	A ₄ B ₂	90	15	74,074
24	A ₄ B ₃	90	20	55,555
25	A ₄ B ₄	90	25	44,444

V.6 VARIABLES ESTUDIADAS

a) Rendimiento de grano (Kg/ha). Se cosecharon los 4 surcos centrales, dejando 2 plantas de bordo en cada extremo de los surcos.

b) Días a flor, se tomó cuando el 50% de las plantas llegaron al 50% de floración.

c) Altura de planta, se midió el 10% de las plantas de los 4 surcos centrales, desde la base de la raíz hasta el extremo superior de la panoja (mts), (Fig 3 del Apéndice)

d) Area foliar de las 3 principales hojas que contribuyen al rendimiento de grano en un 70%.

e) Longitud de panoja (cm), (Fig 4 del Apéndice)

f) Diámetro de tallo (mm).

V.7 Análisis Estadístico

Se efectuó el análisis de varianza del rendimiento promedio en grano para distancias de surcos, plantas y la interacción de estos factores. Para la comparación de medias de rendimiento se utilizó la prueba de Tuckey (20).

También se efectuaron correlaciones del rendimiento con las diferentes variables y se efectuó el análisis de Regresión empleándose el modelo lineal: $Y = a + bx$ (21).

V.8 Manejo del Experimento

V.8.1 Muestreo de suelos

Se obtuvieron muestras de suelos en las dos localidades y se enviaron al laboratorio para su análisis con fines de fertilización. Los resultados se muestran en el cuadro 5.

V.8.2 Preparación del suelo

Previo al inicio de las lluvias se efectuó un paso de arado y rastra con maquinaria. Posteriormente, se trazaron las unidades experimentales en base al sorteo de las mismas.

CUADRO 5: Resultados del Análisis de Suelos por localidad y sus Recomendaciones

Análisis	Localidad	
	Cuyuta	Guazacapán
pH	6.7	6.5
P (Mcgr/ml)	14.58	1.67
K (Mcgr/ml)	163.0	93.0
Ca (Meq/100 ml de suelo)	14.34	6.6
Mg (Meq/100 ml de suelo)	2.92	1.59
<u>Recomendaciones</u>		
Urea (qq/mz)	2.5 ^{1/}	2.0 ^{2/}
10-30-10 (qq/mz)	-	3.0 ^{3/}

1/ 1 qq. después de la siembra, y 1.5 qq 5-10 días después de la siembra.

2/ Poco antes de la floración.

3/ Al momento de la siembra.

V.8.3 Siembra

Previo a la siembra se efectuó la prueba de germinación de la semilla. Se empleó el sistema de siembra manual a macana, colocando cuatro semillas por postura; a los 10 días se efectuó el primer raleo y el 2o a los 20 días, para dejar definitivamente una sola planta por postura, a las distancias previamente establecidas, de tal manera que cada unidad experimental quedara con 300 plantas.

V.8.4 Control de malezas

Se efectuaron 2 limpiezas a mano con equipo usual del agricultor de la zona. La primera antes de los 30 días después de la siembra, y la segunda, 50 días después de la siembra.

V.8.5 Control de plagas

Para este propósito se utilizaron insecticidas para mantener la población de plantas libres de insectos, especialmente de la mosca Midge (Contarinia sorghicola coq), así como la prevención por el ataque de pájaros.

V.8.6 Cosecha

Se efectuó cuando se formó el punto negro en el grano, señal que indica su madurez fisiológica.

Se cortaron las panojas provenientes de plantas con competencia completa, se sometieron a secamiento a sol, se trillaron, se pesó y se determinó el porciento de humedad por unidad experimental.

V.9 Análisis Económico

El análisis económico de los resultados se efectuó para detectar las diferencias de utilidades generados por efecto de los distanciamientos existentes entre surcos y plantas. En el cuadro 1 del Apéndice se presentan los costos de producción, ingresos brutos, ingresos netos y relación beneficio-costo por hectárea por tratamiento y localidad.

Los costos de producción difieren por fertilizantes y cosecha en las dos localidades; y, por semilla y cosecha éstos varían por tratamiento en cada localidad.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Con base a los resultados que se presentan en el cuadro 6, se efectuó el análisis de varianza de rendimiento en grano, para distancia entre surcos, distancia entre plantas y su interacción, los cuales se indican en los cuadros 7 y 8.

CUADRO 6: Rendimiento medio de grano al 15% de humedad por Distanciamiento, Densidad y Localidad del Sorgo ICTA-450. 1984.

No.	Trata- miento	Distancia	Distancia	Densidad Plantas/ ha	Localidad	
		entre surcos (cm)	entre plantas (cm)		Cuyuta Kg/ha	Guazacapan Kg/ha
1	AoBo	30	5	666,666	5764	6133
2	AoB ₁	30	10	333,333	5218	6119
3	AoB ₂	30	15	222,222	3954	4312
4	AoB ₃	30	20	166,666	3414	3214
5	AoB ₄	30	25	133,333	3660	2941
6	A ₁ Bo	45	5	444,444	5295	4473
7	A ₁ B ₁	45	10	222,222	5438	4800
8	A ₁ B ₂	45	15	148,148	4194	3878
9	A ₁ B ₃	45	20	111,111	4368	4219
10	A ₁ B ₄	45	25	88,888	3690	3797
11	A ₂ Bo	60	5	333,333	4770	4600
12	A ₂ B ₁	60	10	166,666	4588	4090
13	A ₂ B ₂	60	15	111,111	3484	2846
14	A ₂ B ₃	60	20	83,333	2113	2701
15	A ₂ B ₄	60	25	66,666	3172	3206
16	A ₃ Bo	75	5	266,666	4656	5688
17	A ₃ B ₁	75	10	133,333	4274	5096
18	A ₃ B ₂	75	15	88,888	3021	2324
19	A ₃ B ₃	75	20	66,666	2008	2694
20	A ₃ B ₄	75	25	53,333	1819	1727
21	A ₄ Bo	90	5	222,222	5400	4335
22	A ₄ B ₁	90	10	111,111	4783	3162
23	A ₄ B ₂	90	15	74,074	1631	2421
24	A ₄ B ₃	90	20	55,555	2483	1832
25	A ₄ B ₄	90	25	44,444	3048	1402

Los resultados evidencian diferencias altamente significativas entre los factores que se estudiaron, obteniéndose así mismo confiabilidad en la conducción de los ensayos de acuerdo a los --

coeficientes de variación obtenidos en ambas localidades.

CUADRO 7: Análisis de Varianza para rendimiento de grano al 15% de Humedad del Híbrido ICTA-450, en la localidad de Cuyuta. 1984.

Causas de Variación	G.L	S.C.	C.M.	F.c.	Ft. 0.05	Ft. 0.01
Bloques	3	1.81	0.6	1.11NS	3.49	5.95
Distancia entre surcos	4	30.8	7.70	14.26**	3.26	5.41
Error (a)	12	6.49	0.54			
Distancia entre plantas	4	93.52	23.38	63.19**	3.26	5.41
Error (b)	12	4.47	0.37			
Interacción entre distancia de surcos y distancia de plantas	16	17.84	1.11	3 **	1.92	2.5
Error (c)	48	17.74	0.369			
Total	99	172.67				
Coeficiente de variación: 15.78%						

** Altamente significativo
NS. No significativo.

Se puede apreciar en el cuadro 6, que los rendimientos por unidad de superficie fueron afectados por el distanciamiento de siembra, pues demuestran una tendencia general a disminuir cuando las distancias entre surcos y plantas son más abiertas. Así, el tratamiento 5 está más espaciado que el 1, y acusan diferencias en rendimiento de 2104 y 3192 kg/ha, para las localidades de Cuyuta y Guazacapán, respectivamente.

Mediante la comparación múltiple de medias de rendimiento, usando la prueba de Tuckey se determinó que, las distancias de 5 y 10 cm entre plantas y 30 y 45 cm entre surcos, resultaron ser estadísticamente iguales, respectivamente y superaron a las distancias de 15, 20 y 25 cm entre plantas y a 60, 75 y 90 entre surcos, en ambas localidades. Por otro lado, en Cuyuta, las distancias de 60, 75 y 90 cm entre surcos estadísticamente no ---

evidenciaron diferencias, no así en Guazacapán, donde 60 y 75 cm se comportaron igual y 90 cm distinto a éstos y siempre con rendimientos inferiores.

CUADRO 8: Análisis de Varianza para rendimiento en grano al 15% de humedad del Híbrido ICTA-450 en la localidad de Guazacapán. 1984.

Causas de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.c	Ft. 0.05	Ft. 0.01
Bloques	3	1.94	0.65	2.83NS	3.49	5.95
Distancia entre surcos	4	44.43	11.11	48.3**	3.26	5.41
Error (a)	12	2.73	0.23			
Distancia entre plantas	4	95.66	23.91	24.6**	3.26	5.41
Error (b)	12	11.62	0.97			
Interacción entre distancia de surcos y distancia de plantas	16	27.12	1.69	3.93**	1.92	2.5
Error (c)	48	20.66	0.43			
Total	99	204.16				
Coeficiente de variación: 17.83%						

** Altamente significativo
NS. No significativo.

Para tener una apreciación más objetiva, en la gráfica de la figura 1 del texto, se puede determinar que las distancias de 5 y 10 cm entre plantas responden igual con un máximo rendimiento de 5260 kg/ha, cuando la distancia entre surcos es de aproximadamente 40 cm. Sin embargo, cuando estas distancias se sitúan en surcos de 70 cm, el rendimiento menor es de 4650 kg/ha en la localidad de Cuyuta. En Guazacapán, estas mismas distancias entre plantas permiten un máximo rendimiento de 6120 kg/ha, aproximadamente, pero en surcos de 30 cm y el menor con 4500/kg/ha en surcos de 50 cm aproximadamente (ver fig 2 del texto).

Así también, en las dos localidades, las distancias de 15, 20 y 25 cm entre plantas muestran una tendencia a disminuir

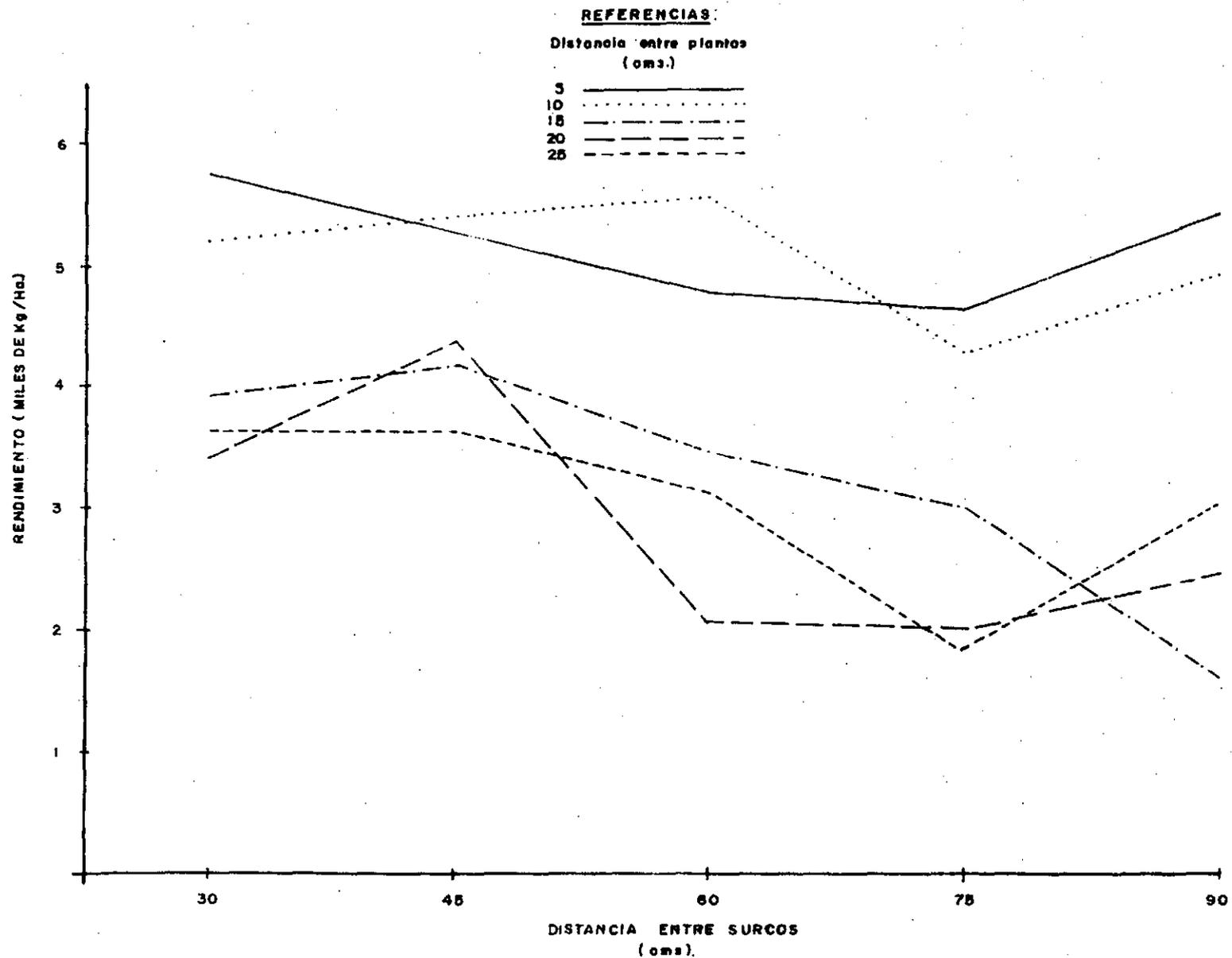


FIGURA : 1
 Respuesta del Sorgo ICTA-450 a la interacción de la distancia entre surcos y plantas. Localidad : CUYUTA, ESCUINTLA 1984. —

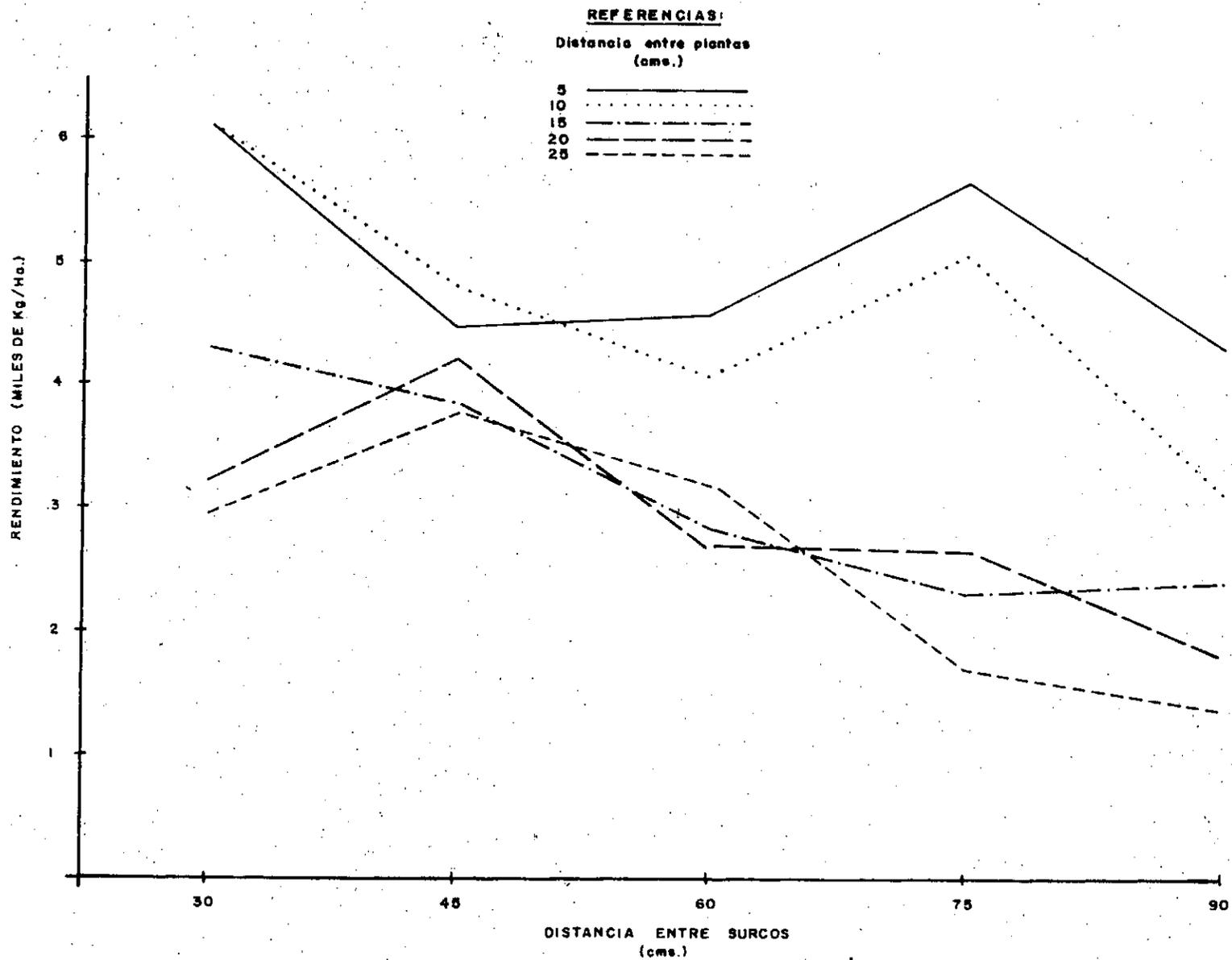


FIGURA No. 2

Respuesta del Sorgo ICTA-450 a la Interacción de la distancia entre surcos y plantas. Localidad: GUAZACAPAN,
SANTA ROSA, 1984

en rendimiento por unidad de superficie, a medida que la distancia entre surcos tiene mayor amplitud.

Estas diferencias de rendimiento entre tratamientos en las dos localidades eran de esperarse, por cuanto las mayores distancias entre surcos y plantas determinan una menor población de plantas por unidad de superficie y por ende, los rendimientos más bajos en esta unidad de área.

Esta situación es importante de señalar, puesto que el material genético utilizado respondió con los mayores rendimientos en las dos localidades, por las condiciones de buena humedad dada por la época de lluvias, adecuada fertilización, buen control de malezas, oportuno control de plagas y con un espaciamiento menor que resultó evidentemente superior a estudios efectuados por otros autores con este híbrido.

Referente a nutrientes, especialmente el nitrógeno, se corrobora la manifiesta respuesta del sorgo a este nutriente, ya que el tratamiento 2 (10 cm entre plantas y 30 cm entre surcos), acusó mayor rendimiento en Guazacapán (6119 kg/ha) que en Cuyuta (5218 kg/ha), debido a la aplicación de 79 y 75 kg/ha respectivamente.

Otra probable diferencia de rendimiento en las dos localidades puede atribuirse al tipo de malezas que predominó durante el ensayo. En Cuyuta por ciperáceas (Cyperus rotundus) y en Guazacapán las de hoja ancha (Ipomea sp).

Para determinar el grado de asociación de rendimiento con distancia entre surcos, distancia entre plantas, densidad, altura de planta, área foliar, longitud de panoja, días a floración y diámetro de tallo, se aplicó el análisis de regresión lineal en base a los datos presentados en los cuadros 2 y 3 del apéndice.

Al realizar dichas correlaciones, se encontró alta significancia en las dos localidades, a excepción de rendimiento contra distancia entre surcos y entre plantas en Cuyuta, que resultan ser únicamente significativos al 5%. (ver cuadro 9).

CUADRO 9: Coeficientes de Correlación de las Variables estudiadas por localidad. 1984.

Variables asociadas	Localidades	
	Cuyuta	Guazacapan
Rendimiento (Kg/ha) vrs distancia entre surcos	- 0.87 *	- 0.96 **
Rendimiento (Kg/ha) vrs distancia entre plantas	- 0.90 *	- 0.95 **
Rendimiento (Kg/ha) vrs densidad	0.73 **	0.77 **
Rendimiento (Kg/ha) vrs días a 50% de floración	0.82 **	0.83 **
Rendimiento (Kg/ha) vrs altura de planta	0.65 **	0.84 **
Rendimiento/panoja (gramos) vrs área foliar	0.79 **	0.78 **
Rendimiento/panoja (gramos) vrs longitud de panoja	0.68 **	0.78 **
Rendimiento/panoja (gramos) vrs diámetro de tallo	0.84 **	0.79 **

* Significativo al 0.05

** Significativo al 0.01

Los datos que se presentan en el cuadro anterior, indican que con las correlaciones negativas resultantes entre rendimiento y distancia entre surcos y plantas se confirma el decremento del mismo cuando las distancias de siembra son mayores como consecuencia de que la densidad de población tiende a disminuir. A este respecto, el material genético utilizado demostró buena capacidad para adaptarse a altas densidades, puesto que aportó los máximos rendimientos por unidad de área.

En cuanto a rendimientos y días a 50% de floración, se observa que cuanto mayor es la población de plantas por unidad de superficie, el período de floración se retarda y en consecuencia, los rendimientos son más altos, lo cual coincide con lo reportado por otros autores.

El rendimiento también está íntimamente relacionado en forma positiva con el área foliar, como consecuencia de que una mayor densidad de plantas expone mayor área foliar a la luz solar, por tanto, la cantidad de biomasa que las plantas producen se traduce en una mayor cantidad de grano por unidad de superficie. Es evidente que con una mayor densidad de plantas, el área foliar por planta disminuye así como sus rendimientos, pero los mismos son compensados con la alta densidad que soporta este híbrido.

También se encontró una estrecha asociación entre rendimiento/panoja y longitud de panoja; una panoja más grande rinde más grano por panoja pero con mayor espaciamiento, lo contrario sucedió cuando la planta ocupa menos espacio (figura 4 del apéndice). Esto se da por la mayor competencia por luz, humedad y nutrientes y en consecuencia, la longitud de panoja se vió afectada.

También la altura de planta se vió influida por el espaciamiento, ya que las densidades mas altas permiten una elongación mas acelerada de los entrenudos, pues las plantas mas altas aprovechan con mayor eficiencia la luz solar y por ende, los rendimientos aumentan. Por otro lado, existen notorias diferencias de altura entre el tratamiento 1 y 25 en las dos localidades, siendo mayor esta diferencia en Guazacapán que en Cuyuta, lo cual fue determinado en mayor grado al efecto de una mayor densidad dada por un menor espaciamiento entre las plantas.

La relación diámetro de tallo por planta y rendimiento por panoja resultó positiva, es decir, un tallo más grueso tiende a producir una panoja con mayor cantidad de grano con las densidades mas bajas, de tal manera que la diferencia de rendimiento

entre una planta con tallo delgado y una con tallo grueso fue por efecto del menor y mayor espaciamento ocupado por planta, respectivamente, lo cual concuerda con la literatura revisada.

Es oportuno indicar que, el rendimiento de grano/panoja se calculó dividiendo el rendimiento por unidad de superficie (kg/ha) entre la densidad de población de plantas; este dato es variable, puesto que durante el manejo del ensayo ocurren pérdidas de grano por desgrane, ataque de pájaros y otros factores no controlables.

Seguidamente, al efectuar el análisis económico de los tratamientos del estudio y que se presentan en el cuadro 1 del apéndice, se hicieron cálculos de costos de producción, ingresos y relación beneficio-costo por hectárea. En la localidad de Cuyuta el costo por fertilizante fue menor y mayor por cosecha; mientras que en Guazacapán, el costo por fertilizante fue mayor y menor por cosecha. En lo que se refiere a cada tratamiento de cada localidad, los costos variaron por la cantidad de semi-lla utilizada para la siembra, dependiente de la densidad de población y el costo de cosecha en función del precio de desgrane, por el rendimiento de grano obtenido.

Con los datos que se presentan en este mismo cuadro, la relación beneficio-costo en las dos localidades siempre resultó positivo, cuando la siembra se efectuó a 5 y 10 cm entre plantas en todos los surcos, a excepción del tratamiento No. 22 en la localidad de Guazacapán, que resultó negativo.

En general, puede observarse que el mayor beneficio-costo se logró cuando la siembra se efectuó en surcos de 30 y 45 cm y 5 y 10 cm entre plantas en ambas localidades. Por tanto, estos datos indican que tanto el ancho del surco como el espacia-miento entre plantas son muy importantes de considerar para aumentar las ganancias.

VII. CONCLUSIONES

1. Con base a los resultados obtenidos, el análisis de va - rianza de rendimiento, indica que para la distancia entre surcos y la distancia entre plantas y su interacción, resultó al tamente significativa para ambas localidades. Los valores encon trados en los coeficientes de variación para Cuyuta y Guazacapán indican confiabilidad de los resultados.
2. Los más altos rendimientos estuvieron asociados a las - distancias de 5 y 10 cm entre plantas en surcos espacia dos a 30 y 45 cm, respectivamente, en las dos localidades. Por tanto, la hipótesis planteada resultó válida, puesto que dos distanciamientos tanto entre surcos como entre plantas, fueron - superiores en rendimiento de grano.
3. En la gráfica de la figura 1 del texto, se puede deter - minar que los rendimientos se mantienen altos, cuando - las distancia entre plantas oscila de 5 a 10 cm en surcos cuya - separación es de 40 cm en la localidad de Cuyuta.
4. Para la localidad de Guazacapán (figura 2 del texto), - los mayores rendimientos se obtuvieron en siembras de - 5 y 10 cm entre plantas, pero con un distanciamiento de 30 cm en tre surcos.
5. Los rendimientos más bajos se obtuvieron en forma simi lar, con distancias entre plantas de 15, 20 y 25 cm -- cuando se espaciaron en surcos de 60, 75 y 90 cm en las dos loca lidades.
6. La disminución del ancho del surco y el aumento de la densidad de población, incrementó los rendimientos en ambas localidades.

7. Los rendimientos son afectados por el diámetro del tallo, días a 50% de floración, área foliar, longitud de panoja y altura de la planta y, a la vez, éstos mismos por el distancia miento entre surcos y plantas.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la siembra de éste híbrido con la distancia de 10 cm entre plantas, en surcos de 45 cm en las dos localidades, siempre y cuando se tomen en cuenta las condi - ciones de fertilidad y humedad existente en el suelo.
2. Se recomienda continuar con este ensayo en otras locali - dades, pero en la época de segunda siembra.
3. También pueden utilizarse todas las distancia - das entre surcos, pero únicamente con 5 y 10 cm entre - plantas, en las dos localidades.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. BANCO DE GUATEMALA. Area, producción, rendimiento, importación y exportación de sorgo o maicillo. Informe Económico. Guatemala. 29 (1): 63. 1982.
2. -----Informe de producción, exportación, precio y características de los principales productos agrícolas del país. Informe Económico. Guatemala. 29 (4): 5, 20, 38-40. 1982.
3. CANO CENTENO, I. Correlación entre el peso de raquis, peso de panícula y el rendimiento de grano en 12 variedades de sorgo. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. 1967. 31 p.
4. CARDONA, H. Formación de híbridos de sorgo. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Folleto Técnico no. 17. 1982. 21 p.
5. COMISION NACIONAL PERMANENTE PARA LA COORDINACION DE LA ASISTENCIA TECNICA AGROPECUARIA, MANAGUA. La producción de sorgo granífero en Nicaragua. Serie de Asistencia Técnica no. 1. 1973. pp 13-14.
6. CONTROLE USTED las malezas en el sorgo. Agricultura de las Américas. 22 (8): pp 24-25, 28, 33. 1973.
7. CRUZ S, J.R. DE LA. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basado en el sistema Holdridge. Guatemala INAFOR. 1976. pp 13-14.
8. DIAZ CARRERA, H. A. Evaluación de niveles de nitrógeno y densidad de población de sorgo precoz (Sorghum bicolor (L) Moench) en 7 localidades del departamento de Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 1981. 31 p.
9. FERNANDEZ HERRERA, J.F. Influencia de diferentes densidades de siembra entre plantas y entre surcos en la producción de sorgo para grano y forraje (Sorghum vulgare Pers) en Alajuela, Esparta y Parrita. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 1966. pp 2-4.
10. FUENTES VASQUEZ, J. S. ICTA-450 un híbrido de sorgo de grano rojo. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Folleto Técnico no. 27. 1983. 12 p.

11. -----Guatecau. Variedad de sorgo granífero (Sorghum bicolor (L) Moench), su desarrollo y evaluación en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 1975. pp 1-9.
12. ----- y SALGUERO, E. R. Mildiu en sorgo o maicillo. - Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Folleto Técnico no. 19. 1982. pp 22-23.
13. GUATEMALA, DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Censo agropecuario 1950. Guatemala. 1950. V.1.II. 193 p.
14. ----- INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS-UNIVERSIDAD DE MISSISSIPPI. Reporte final del contrato PIO/520-197. 1-3-30013-PIO/T 520-197. 1-3-4005. - 1 de octubre 1972 - 31 agosto 1974. snt. 281 p.
15. ----- INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. 1961 v.1.1. 311 p.
16. MEDINA SANCHEZ, E. A. Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de población con el híbrido sorgo ICTA-777 (Hs) (Sorghum vulgare Moench) en la región de Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, - USAC, Facultad de Agronomía. 1980. 51 p.
17. MONTALDO, P. Agroecología del trópico americano. San José Costa Rica, IICA. 1982. pp 45, 47, 48-51.
18. OBREGON. SONORA. CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS DEL NOROESTE. Sorgos para grano en el Valle del Yaqui. Circular CIANO no. 31. 1966. pp 17-18.
19. PEÑATE COTTO, B. Prácticas agronómicas tendientes a aprovechar el agua de lluvia en condiciones de temporal deficiente, para la producción de frijol (Phaseolus vulgaris (L) y sorgo (Sorghum bicolor). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 1980. pp 28-29.
20. REYES CASTAÑEDA, P. Diseño y experimentos aplicados. -- 2a ed. México, Trillas. 1981. 344 p.
21. ----- Bioestadística aplicada. México, Trillas. 1982. 217 p.
22. REYES RIVADENEIRA, M. E. Respuesta de tres variedades de sorgo forrajero (Sorghum vulgare Pers) a la fertilización de NPKS en el área de Nueva Concepción. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 1978. pp 5-6.

23. RODRIGO Y SERRANO, J. M. El cultivo de sorgo granero. Caracas, Venezuela, Venegráfica. 1968. pp 51-55.
24. SALGUERO SALVADOR, E. R. Evaluación del efecto y residualidad de 5 insecticidas para el control de midge -- (Contarinia sorghicola Coq) en sorgo. Tesis Ing. - Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 1979. 28 p.
25. SILVA, L. Avances en la producción de sorgo. El Surco 87 (2): 16-17. 1982.
26. SIMMONS, C. S.; TARANO, J. M. Y PINTO, J. H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. José E, Pineda Ibarra. 1959. pp - 318-354, 640-641, 941-942.
27. SOLIS MIRON, V. A. Determinación de la relación entre el rendimiento de grano por panoja y el número de plantas por postura en sorgo Guatecau (Sorghum bicolor (L) Moench) en Guazacapán, Santa Rosa, Guatemala. Inédito.

1/2 Bo.
Olga Ramírez S



X. APENDICE

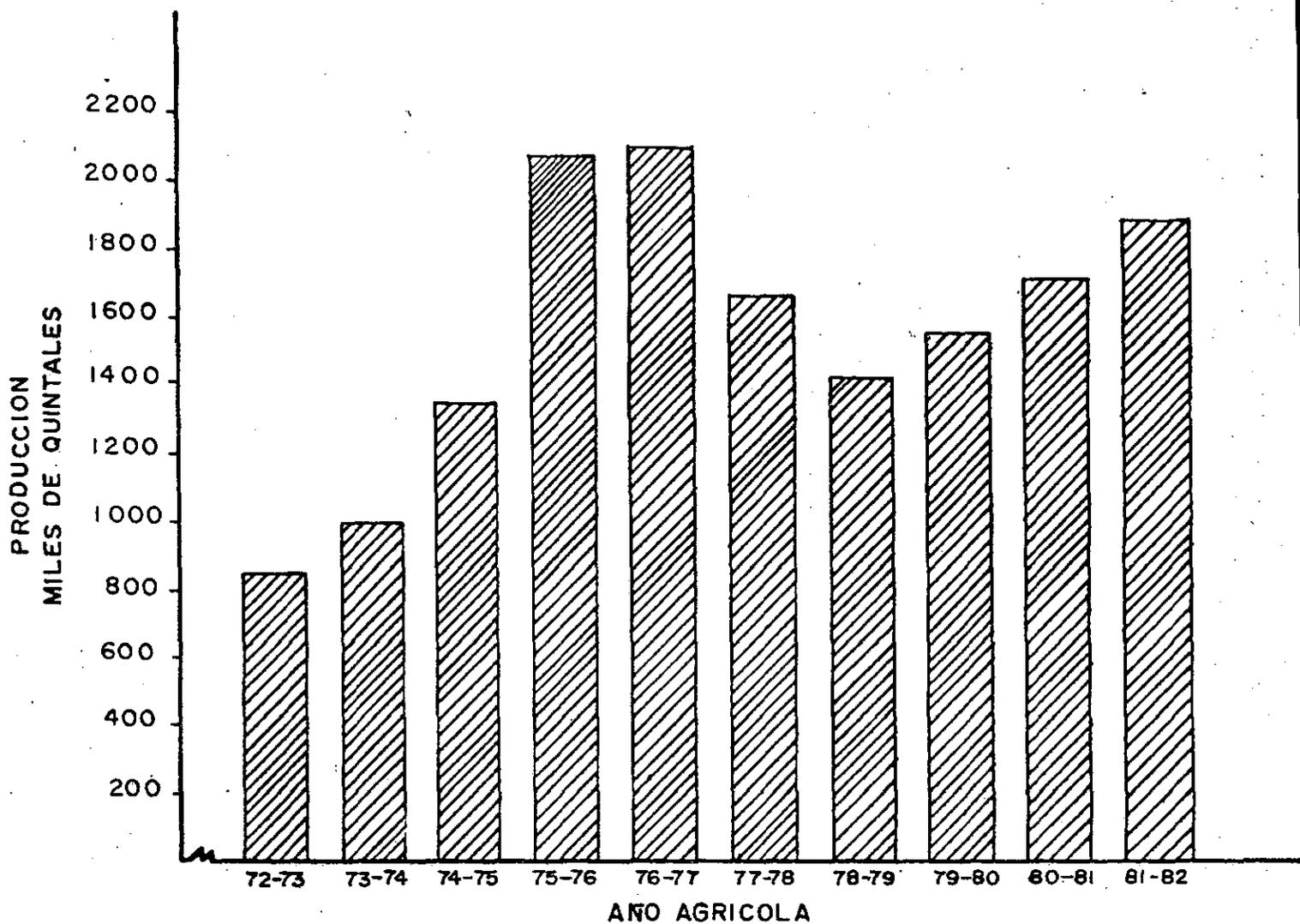


FIGURA 1
PRODUCCION DE SORGO POR AÑO
REPUBLICA DE GUATEMALA

FUENTE: INFORME ECONOMICO. BANCO DE GUATEMALA. ENERO-MARZO 1982.
(MODIFICADO POR EL AUTOR DE LA TESIS)

2-a

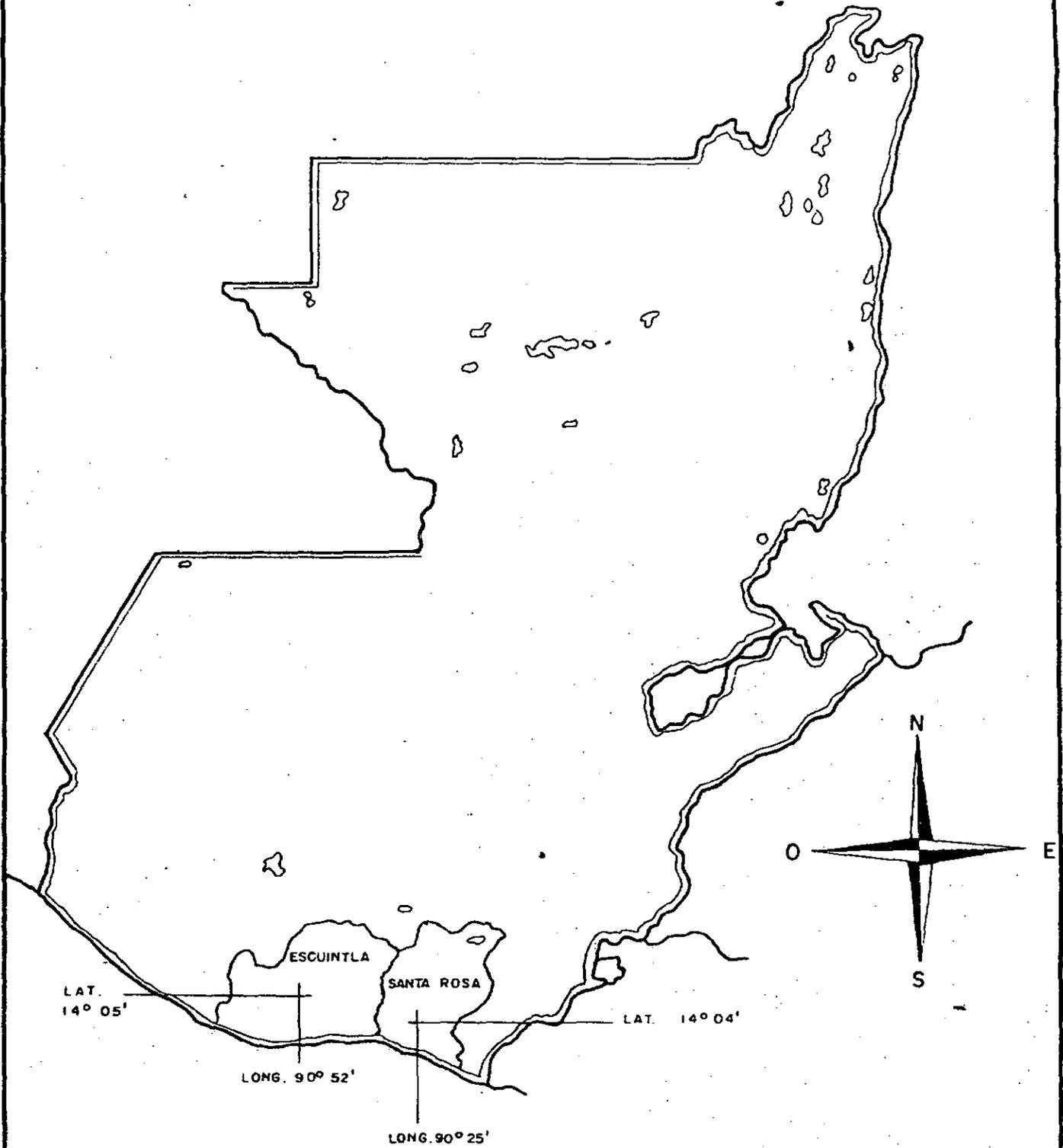


FIGURA 2

LOCALIZACION DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES



FIGURA 3: Determinando altura de planta.

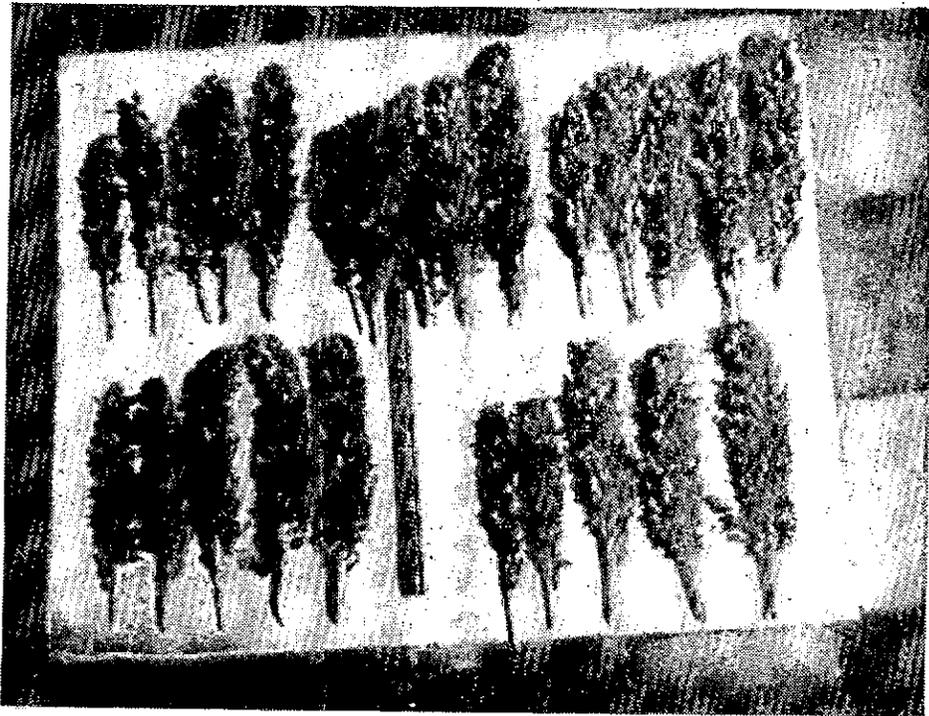


FIGURA 4: Diferencias de tamaño de panoja por tratamiento. De izquierda a derecha, corresponde a 30, 45 y 60 cm (parte superior), y 90 y 75 cm (parte inferior) entre surcos. Cada panoja corresponde en la misma secuencia a: 5, 10, 15, 20 y 25 - c, entre plantas.

CUADRO 1: Relación beneficio-Costo-ha de los tratamientos en el Híbrido de Sorgo ICTA-450 en dos localidades de la Costa Sur.

No.	Tratamiento Dist. Surco	Dist. Planta	Localidad Cuyuta, 1984				Localidad Guazacapán, 1984			
			Costo total Q	Ingreso bruto Q	Ingreso neto Q	Beneficio costo Q	Costo total Q	Ingreso bruto Q	Ingreso neto Q	Beneficio costo Q
1	30	5	528.22	887.66	359.44	1.68	592.03	944.82	352.79	1.60
2	30	10	506.36	802.80	296.44	1.58	577.80	942.33	364.54	1.63
3	30	15	489.17	608.92	119.75	1.24	557.37	664.05	106.68	1.19
4	30	20	481.43	525.76	44.33	1.09	545.47	494.96	- 50.51	- 0.91
5	30	25	482.46	563.64	81.18	1.17	541.68	452.91	- 88.77	- 0.84
6	45	5	511.90	815.43	303.53	1.59	568.18	688.84	120.66	1.21
7	45	10	503.90	837.45	333.55	1.66	561.62	739.20	177.58	1.32
8	45	15	488.40	645.87	157.47	1.32	550.42	597.21	46.79	1.08
9	45	20	488.56	672.67	184.11	1.38	551.86	649.73	97.87	1.18
10	45	25	480.86	568.26	87.39	1.18	547.24	584.74	37.50	1.07
11	60	5	501.96	734.58	232.62	1.46	564.57	708.40	143.83	1.25
12	60	10	493.09	706.55	213.46	1.43	553.08	629.08	76.78	1.14
13	60	15	479.78	536.54	56.76	1.12	539.92	438.28	-101.64	- 0.81
14	60	20	464.96	325.40	-139.56	-0.70	526.17	416.95	-109.22	- 0.79
15	60	25	474.78	488.49	13.71	1.03	536.77	493.72	- 43.05	- 0.92
16	75	5	498.00	717.02	219.02	1.44	549.64	875.95	326.31	1.59
17	75	10	488.56	658.20	169.64	1.35	565.56	784.78	219.22	1.39
18	75	15	474.22	465.23	- 9.00	-0.98	558.53	357.90	-200.63	- 0.64
19	75	20	463.22	309.23	-153.99	-0.67	553.50	414.88	-138.62	- 0.75
20	75	25	460.77	280.13	-180.64	-0.61	536.14	265.96	-270.18	- 0.49
21	90	5	503.52	831.60	328.08	1.65	534.90	667.60	132.70	1.25
22	90	10	479.92	736.58	256.66	1.53	552.86	486.95	- 65.91	- 0.88
23	90	15	459.79	251.17	-208.62	-0.55	541.10	372.83	-168.72	- 0.69
24	90	20	467.47	382.38	- 85.09	-0.82	533.85	282.13	-251.72	- 0.53
25	90	25	472.61	469.39	- 3.22	-0.99	528.50	215.91	-312.59	- 0.41

CUADRO 2: Datos de las características agronómicas evaluadas en asociación con rendimiento en grano en el Sorgo ICTA-450 por efecto del distanciamiento entre surcos y plantas. Cuyuta, 1984.

No.	Tratamiento dist surco cm	Dist planta cm	Densidad planta/ ha	Rendimiento Kg/ha	Rendimiento panoja (gramos)	Area fo liar/p. cm ² /p. ^{1/}	Long. panoja cm	Altura total planta mt	Diáme tro - tallo mm ^{2/}	Días a 50% flora- ción
1	30	5	666,666	5764	8.65	495	24	1.48	8.878	65
2	30	10	333,333	5218	15.6	521	26	1.44	8.975	64
3	30	15	222,222	3954	17.8	647	26	1.39	10.480	63
4	30	20	166,666	3414	20.5	901	28	1.46	12.37	62
5	30	25	133,333	3660	27.5	936	31	1.45	13.74	61
6	45	5	444,444	5295	11.9	628	27	1.50	10.06	64
7	45	10	222,222	5438	24.5	697	28	1.44	11.30	64
8	45	15	148,148	4194	28.3	929	29	1.43	12.74	60
9	45	20	111,111	4368	39.3	930	32	1.43	14.34	59
10	45	25	88,888	3690	41.5	1174	32	1.40	16.04	58
11	60	5	333,333	4770	14.3	804	27	1.46	10.77	61
12	60	10	166,666	4588	27.5	944	28	1.41	12.69	61
13	60	15	111,111	3484	31.3	967	28	1.38	13.19	61
14	60	20	83,333	2113	25.4	962	31	1.40	12.83	59
15	60	25	66,666	3172	47.6	1255	31	1.39	17.03	57
16	75	5	266,666	4656	17.5	842	26	1.50	12.87	61
17	75	10	133,333	4274	32.1	901	30	1.44	12.11	60
18	75	15	88,888	3021	34.0	899	34	1.44	14.41	57
19	75	20	66,666	2008	30.1	989	31	1.40	13.78	56
20	75	25	53,333	1819	34.0	1271	33	1.38	15.59	56
21	90	5	222,222	5400	24.3	838	28	1.50	10.96	64
22	90	10	111,111	4783	43.5	895	29	1.48	12.44	59
23	90	15	74,074	1631	22.0	1052	32	1.44	14.84	57
24	90	20	55,555	2483	44.7	1261	31	1.40	15.84	56
25	90	25	44,444	3048	68.6	1277	32	1.38	17.62	56

1/ Corresponde a la 2a, 3a y 4a hoja en orden descendente de la arquitectura de la planta.

2/ Corresponde a la media entre diámetro superior e inferior.

CUADRO 3: Datos de las características agronómicas evaluadas en asociación con rendimiento en grano en el Sorgo ICTA-450 por efecto del distanciamiento entre surcos y plantas. Guazacapán, 1984.

No.	Tratamiento		Densidad	Rendimiento	Rendimiento	Area fo	Long.	Altura	Diámetro	Días a
	Dist	Dist								
	surco	planta	planta/	Kg/ha	panoja	liar/p.	panoja	total	tallo	50%
	cm	cm	ha		(gramos)	cm ² /p.1/	cm	planta	mm <u>2/</u>	flora
								mt		ción
1	30	5	666,666	6133	9.2	700	23	1.8	8,36	66
2	30	10	333,333	6119	18.4	950	27	1.7	9.86	66
3	30	15	222,222	4312	19.4	1075	26	1.66	11.87	63
4	30	20	166,666	3214	19.3	1112	30	1.62	12.40	62
5	30	25	133,333	2941	22.0	1287	31	1.54	13.29	58
6	45	5	444,444	4473	10.1	775	24	1.77	8.52	64
7	45	10	222,222	4800	21.6	1012	28	1.61	11.41	66
8	45	15	148,148	3878	26.2	1137	31	1.55	13.57	64
9	45	20	111,111	4219	38.0	1225	31	1.52	12.96	59
10	45	25	88,888	3797	42.7	1375	34	1.48	15.17	60
11	60	5	333,333	4600	13.8	975	25	1.71	10.95	65
12	60	10	166,666	4090	24.5	1050	29	1.57	12.11	64
13	60	15	111,111	2846	25.6	1325	30	1.57	13.83	58
14	60	20	83,333	2701	32.4	1300	32	1.52	15.48	56
15	60	25	66,666	3206	48.1	1412	33	1.46	16.05	64
16	75	5	266,666	5688	21.3	1050	26	1.72	10.71	63
17	75	10	133,333	5096	38.2	1062	28	1.59	13.30	65
18	75	15	88,888	2324	26.1	1275	32	1.46	14.81	65
19	75	20	66,666	2694	40.4	1412	34	1.5	15.75	61
20	75	25	53,333	1727	32.4	1337	34	1.41	17.36	60
21	90	5	222,222	4335	19.5	1062	26	1.74	11.49	56
22	90	10	111,111	3162	28.5	1262	25	1.52	13.75	60
23	90	15	74,074	2421	32.7	1262	32	1.45	14.30	59
24	90	20	55,555	1832	33.0	1512	32	1.43	15.64	56
25	90	25	44,444	1402	31.5	1500	32	1.39	18.00	56

1/ Corresponde a la 2a, 3a y 4a hoja en orden descendente de la arquitectura de la planta.

2/ Corresponde a la media entre diámetro superior e inferior.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O