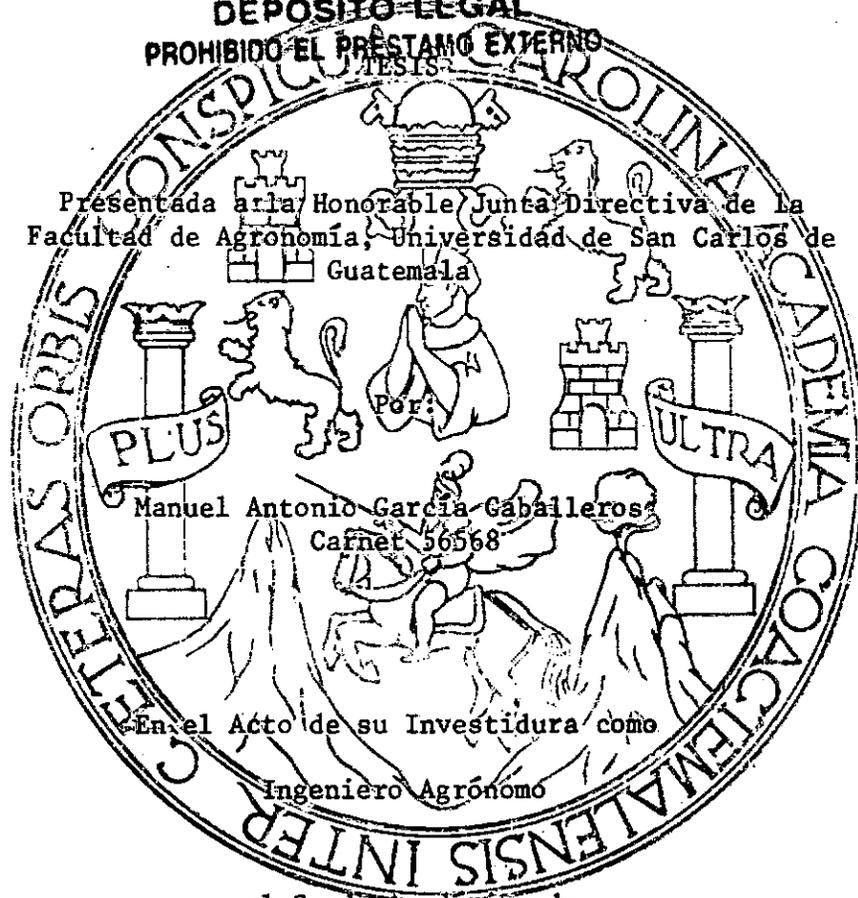


Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Agronomía

"EVALUACION DE RENDIMIENTO Y ADAPTACION DE LINEAS Y VARIETADES COMERCIALES DE AJONJOLI (*Sesamum indicum* L.), EN CUATRO LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO".

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de
Guatemala



en el Grado Académico de

Licenciado en Ciencias Agrícolas

Guatemala, junio de 1987.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(1001)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. César Castañeda S.
VOCAL I	Ing. Agr. Gustavo Méndez
VOCAL II	Ing. Agr. Jorge Sandoval
VOCAL III	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL IV	Br. Luis Molina
VOCAL V	T. U. Carlos E. Méndez M.
SECRETARIO	Ing. Agr. Luis A. Castañeda A.

TRIBUNAL QUE REALIZÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. César Castañeda S.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
EXAMINADOR	Ing. Agr. Hugo Medardo Galdámez Oliva
EXAMINADOR	Ing. Agr. Carlos Francisco Fausto Hernández
SECRETARIO	Ing. Agr. Luis A. Castañeda A.

SECTOR PUBLICO AGRICOLA
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

AVENIDA REFORMA 8-60, ZONA 9, EDIFICIO
"GALERIAS REFORMA", 3er. NIVEL - TELS.: 317464 - 318371

GUATEMALA, C. A.

Guatemala,
.8 de junio de 1987

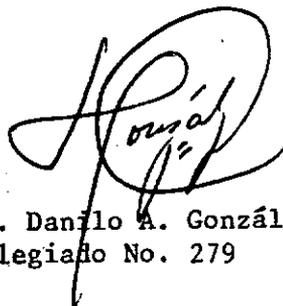
Ingeniero César A. Castañeda S.
Decano
Facultad de Agronomía, USAC
P r e s e n t e.

Señor Decano:

Tengo el agrado de informarle que he concluido el asesoramiento y re
visión del informe final del trabajo de tesis titulado: "Evaluación de -
Rendimiento y Adaptación de Líneas y Variedades Comerciales de Ajonjolí
(Sesamum indicum L.), en cuatro localidades del departamento de Huehuetenango", del estudiante Manuel Antonio García Caballeros.

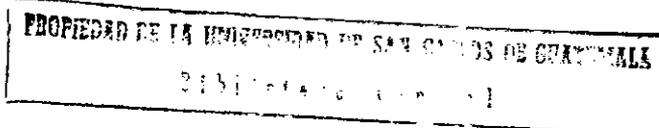
Este trabajo constituye un valioso aporte al conocimiento sobre el
manejo tecnológico del ajonjolí, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,



Ing. Agr. Danilo A. González A.
Colegiado No. 279

DAGA/slp.-
c.c. Archivo



SECTOR PUBLICO AGRICOLA
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

AVENIDA REFORMA 8-60, ZONA 9, EDIFICIO
"GALERIAS REFORMA", 3ER. NIVEL - TELS.: 317464 - 318371

GUATEMALA, C. A.

Huehuetenango,
1º. de junio de 1987.

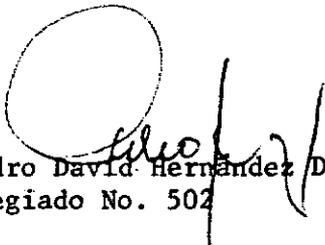
Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Ms. Sc. César Castañeda
P r e s e n t e.

Tengo el honor de dirigirme a usted para hacer de su conocimiento que atendiendo la designación que ese decanato me hiciera, he asesorado al universitario Manuel Antonio García Caballeros, en la elaboración de su trabajo de tesis titulado: "Evaluación de Rendimiento y Adaptación de Líneas y Variedades Comerciales de Ajonjolí (Sesamum indicum L.), en cuatro localidades del departamento de Huehuetenango".

Concluída la asesoría, considero que el trabajo presentado reúne los requisitos para su aprobación.

Agradeciendo de antemano su atención a la presente, me suscribo de -
usted.

Cordialmente,


Ing. Agr. Pedro David Hernández Díaz
Colegiado No. 502

PDHD/slpg.-
c.c. Archivo.

SECTOR PUBLICO AGRICOLA
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

AVENIDA REFORMA 8-60, ZONA 9, EDIFICIO
"GALERIAS REFORMA", 3ER. NIVEL - TELS.: 317464 - 318371

GUATEMALA, C. A.

Huehuetenango,
1º. de junio de 1987.

Ing. Agr. Ms. Sc. César Castañeda
Decano de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
P r e s e n t e.

Por medio de la presente me dirijo a usted para manifestarle que en base a la asignación que me hiciera dicho decanato a su digno cargo para asesorar al estudiante: MANUEL ANTONIO GARCIA CABALLEROS, Carnet Número 56568, en su trabajo de tesis de grado titulada: "EVALUACION DE RENDI--MIENTO Y ADAPTACION DE LINEAS Y VARIEDADES COMERCIALES DE AJONJOLI (Se-samum indicum L.), EN CUATRO LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO".

Habiendo realizado la asesoría y la revisión correspondiente concluyo que dicho trabajo, reúne los requisitos para su aprobación.

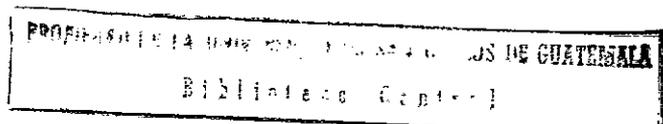
Sin otro particular que agregar a la presente quedo de usted.

Atentamente,



Ing. Agr. Gustavo Adolfo Tovar Rodas
Colegiado No. 568

GATR/slp.-



Guatemala,
junio de 1987.

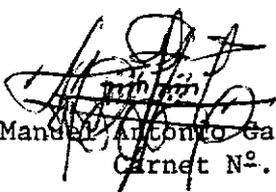
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento de las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado:

"EVALUACION DE RENDIMIENTO Y ADAPTACION DE LINEAS Y VARIEDADES COMERCIALES DE AJONJOLI (Sesamum indicum L.), EN CUATRO LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO".

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,


Manuel Antonio García Caballeros
Carnet N°. 56568

MAGC/slpg.-

TESIS Y ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MI PATRIA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A MI MADRE: Candelaria Caballeros de Jesús

A MIS HERMANOS: Luis David,
Irma Marilú y
Melva Esperanza

A MI HIJO: Marwin Geovanni

A MIS ABUELOS: David Caballeros Toledo (E.P.D.)
Rosalia de Jesús (E.P.D.)

A MIS TIOS, SOBRINOS, PRIMOS Y CUÑADOS

A LOS AGRICULTORES

AGRADECIMIENTO

- A las Comunidades de: Guayla, La Democracia;
 Buxup y La Laguna, Jacaltenango;
 Chacaj, Nentón
- A mis Asesores: Ing. Agr. Danilo A. González A.
 Ing. Agr. Pedro D. Hernández D.
 Ing. Agr. Gustavo A. Tovar R.
- A: Disciplina de Manejo de Suelos, especiall
 mente a los Ingenieros:
 * Ricardo del Valle
 * Mario E. Braeuner
 * Rudy Sierra Santos
- A: Disciplina de Prueba de Tecnología, ICTA
 Sub-Región I-1, Huehuetenango
- A: Las autoridades del Instituto de Ciencia
 y Tecnología Agrícolas -ICTA-
- A: Mis Compañeros de Trabajo
- A: Los Señores Trabajadores de la Sub-Región
 I-1, ICTA, Huehuetenango
- A: La Señorita Secretaria Silvia Lucrecia
 Paredes, por su valioso trabajo mecano-
 gráfico.

INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
LISTADO DE FIGURAS	iii
LISTADO DE CUADROS	iv
LISTADO DE GRAFICAS	vi
LISTA DE FIGURAS Y CUADROS DEL ANEXO	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCION	01
II. HIPOTESIS	03
III. OBJETIVOS	04
IV. REVISION DE LITERATURA	05
IV.1 Historia y Origen	05
IV.1.2 Origen	05
IV.2 Distribución Geográfica	06
IV.2.1 Importancia del Cultivo	06
IV.2.2 A Nivel Internacional	06
IV.2.3 A Nivel Nacional	07
IV.3 Utilidad de la planta	08
IV.3.1 Uso de la planta	08
IV.3.2 Uso de las semillas	08
IV.3.2.1 Usos del aceite	09
IV.3.2.2 Usos de la torta	09
IV.4 Características Botánicas	09
IV.5 Morfología de la Planta	10
IV.6 Mejoramiento Genético	12
IV.7 Variedades	12
IV.8 Condiciones Ecológicas	14
IV.9 Condiciones Edáficas	14
IV.10 Manejo del Cultivo	15
a) Preparación del terreno	15
b) Siembra	15
c) Densidad de Población	16
d) Fertilización	16
e) Manejo de Plagas	18
1. Insectos	18
2. Enfermedades	18
3. Control de Malezas	19
IV.11 Cosecha y Trilla	19
IV.12 Area Cultivada	21
IV.13 Rendimientos	21

	PAGINA
V. MATERIALES Y METODOS	24
V.1 Localización	24
V.2 Diseño y Unidad Experimental	25
V.2.1 Modelo Estadístico	25
V.3 Manejo del Experimento	26
a) Análisis de Suelo	26
b) Preparación del terreno	26
c) Siembra	26
d) Fertilización	28
e) Control de Plagas	28
e.1 Insectos	28
e.2 Malezas	28
f) Cosecha	28
V.4 Datos Tomados	28
* Días a flor	28
* Acame	29
* Altura de Planta	29
* Altura de primeros frutos	29
* Madurez	29
* Color	29
* Enfermedades	29
* Rendimiento	30
* Muestreo de insectos por localidad	30
* Registro de precipitación pluvial por localidad	30
V.5 Análisis de Datos	30
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	31
VII. CONCLUSIONES	48
VIII. RECOMENDACIONES	50
IX. BIBLIOGRAFIA	51
A N E X O	54

LISTA DE FIGURAS.

PAGINA

Figura No. 1.	Localización de áreas para el incremento del cultivo de ajonjolí en Guatemala	17
Figura No. 2.	Arreglo topológico por parcela	27

LISTA DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro No. 1. Producción estimada de ajonjolí en Guatemala, período 1974/75 - 1982/83 -Miles de quintales-	20
Cuadro No. 2. Area cultivada de ajonjolí en Guatemala. Período 1974/75 - 1982/83	21
Cuadro No. 3. Análisis económico por hectárea del cultivo ajonjolí, en los parcelamientos el Reposo, Caballo Blanco, Santa Fe y El Rosario. Sub-Región IV-3. Retalhuleu. 1985	22
Cuadro No. 4. Análisis económico del sistema de cultivo maíz-ajonjolí, por hectárea. Sub-Región IV-3. Retalhuleu, 1985.	23
Cuadro No. 5. Material Genético: Materiales de ajonjolí utilizados en el estudio. (10 líneas y 2 variedades) de tipo ramificado.	25
Cuadro No. 6. Rendimientos medios por localidad, promedio general en Kg/Ha de 12 materiales de ajonjolí evaluados en la parte baja del departamento de Huehuetenango.	32
Cuadro No. 7 Cuadros medios de los análisis de Varianza por localidad para la variable rendimiento (Kg/Ha.) y Coeficiente de Variación.	33
Cuadro No. 8. Análisis de Varianza Combinado	34
Cuadro No. 9. Prueba de Medias. Tukey al 0.01 de probabilidad de error. Análisis combinado.	36
Cuadro No. 10 Análisis de varianza de 12 materiales de ajonjolí en la aldea de Chacaj, Nentón. ANDEVA	37

	PAGINA
Cuadro No. 11. Prueba de Medias. Tukey al 0.01 de probabilidad de error. Localidad de Chacaj, Nentón.	38
Cuadro No. 12. Rendimiento y algunos datos agronómicos de los materiales en estudio. Guaylá - Buxup - La Laguna.	39
Cuadro No. 13. Rendimiento y algunos datos agronómicos de los materiales en estudio. Chacaj, Nentón.	43
Cuadro No. 14. Costo de producción de las Líneas F7-R30 y F6-166 M de Ajonjolí, evaluados en ensayos de Finca de la parte baja de Huehuetenango.	44

LISTA DE GRAFICAS

	PAGINA
Gráfica No. 1. Precipitación Pluvial por día del 29 de agosto al 30 de noviembre en Guaylá, La Democracia.	45
Gráfica No. 2. Precipitación Pluvial por día del 26 de agosto al 28 de noviembre Buxup, Jacaltenango.	46
Gráfica No. 3. Precipitación Pluvial por día del 5 de septiembre al 14 de noviembre Chacaj, Nentón	47

LISTA DE FIGURAS Y CUADROS DEL ANEXO

	PAGINA
Figura No. 1. Localización de los sitios donde se realizó el estudio.	55
Cuadro No. 1. Cronograma de actividades	56
Cuadro No. 2. Resultados de los análisis de <u>sue</u> los de las cuatro localidades en estudio del cultivo Ajonjolí	60
Cuadro No. 3. Caracterización de los suelos de las cuatro localidades en estudio del cultivo Ajonjolí	61
Cuadro No. 4. Precipitación pluvial en mm. desde la siembra a la madurez fisiológica de los materiales evaluados en 1,986.	62
Cuadro No. 5. Estudio Taxonómico del monitoreo de plagas, efectuado en los ensayos de finca de Ajonjolí.	63
Cuadro No. 6. Distribución de los tratamientos en el campo, en las cuatro localidades bajo estudio. Dimensiones del <u>dise</u> ño.	64

NOTA:

Los datos presentados en este trabajo fueron obtenidos por el Equipo de Prueba y Transferencia de Tecnología Sub-Región I-1 del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Los resultados son propiedad de dicho Instituto y se publican con la debida autorización.

RESUMEN

Considerando las condiciones climáticas y edáficas de la Parte Baja del Departamento de Huehuetenango, y la capacidad del agricultor de adoptar la diversificación de cultivos, el ajonjolí podría presentarse como una alternativa más para cultivarse en épocas de segunda en relevo con maíz. En 1,986, en los municipios de La Democracia, Jacaltenango y Nentón, ubicados entre 700 a 840 m.s.n.m., se evaluó por vez primera en ensayos de finca las líneas ICTA, F8-74, F5-152, F5-222, F5-310, F6-335, F5-350, F6-226, F6-129 M, F6-166 M y, las variedades comerciales: Cuyumaqui y R-198. Utilizando el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones.

El análisis de varianza combinado de 3 localidades (Guaylá, Buxup y La Laguna) y, el de la localidad Chaçaj, reportaron alta significancia estadística para tratamientos, indicando diferencia en el potencial de rendimiento de los materiales en estudio.

La línea F7-R30, fue la mayor productora y reportó 776.43 Kg/Ha. de grano promedio en las localidades: Guaylá, Buxup y La Laguna. La línea ICTA F8-74, reportó rendimiento de 684.79 Kg/Ha.; no habiendo diferencia estadística en rendimiento entre F7-R30 e ICTA F8-74, sin embargo la primera de las mencionadas fué estadísticamente superior a ocho de los materiales en estudio, incluyendo entre estos las variedades comerciales R-198 y Cuyumaqui.

Las líneas F7-R30 e ICTA F8-74, fueron menos susceptibles a las enfermedades Phytophthora sp. y Alternaria sp. y, la más susceptible ICTA F5-222, en los sitios de Guaylá, Buxup y La Laguna. En la localidad Chaçaj no hubo problemas con enfermedades fungosas, debido a que las condiciones ambientales no favorecieron su desarrollo.

La línea F7-R30, con mayor media de rendimiento promedio en las localidades: Guaylá, Busup y La Laguna, produjo rentabilidad de 122% y, la línea F6-166 M, de mayor rendimiento en la localidad Chacaj, produjo 30% de rentabilidad.

I. INTRODUCCION

El cultivo de ajonjolí es de importancia para el pequeño y mediano agricultor en algunas regiones de Guatemala y, se realiza en relevo con el maíz en el período de agosto a diciembre.

En 1981, figuró entre los ocho productos agrícolas de mayor importancia en el comercio externo de Guatemala y, el mercado internacional presenta condiciones favorables que permiten considerar la conveniencia de incrementar el cultivo en el corto plazo. Es importante tomar en cuenta que la producción de esta semilla oleaginosa se destina casi exclusivamente a la exportación y que es obtenida por pequeños agricultores, en su mayor parte parcelarios de la Costa Sur (1).

El interés comercial e industrial despertado por la semilla de ajonjolí se debe a su alto contenido de aceite (cerca del 50 %) por tal motivo está adquiriendo más importancia a nivel nacional, por ser una oleaginosa que a la par del algodón, constituyen los cultivos que pueden surtir a la industria del aceite. En los últimos años, el área dedicada al cultivo del algodón se ha reducido considerablemente lo que ha ocasionado una escasez del aceite. El ajonjolí puede convertirse a corto plazo en una mejor fuente de alimentos y divisas, lo que justifica efectuar mayor investigación.

Las zonas de mayor producción en Guatemala están localizadas en los departamentos de Escuintla, Jutiapa, Santa Rosa, Retalhuleu, Suchitepéquez y San Marcos. Siendo una alternativa de importancia para los agricultores que desarrollan sus actividades agrícolas en áreas donde las condiciones climáticas son aptas para dicho cultivo.

Algunos municipios de Huehuetenango, tienen las condiciones agroecológicas adecuadas para desarrollar el cultivo de ajonjolí. Entre ellos

se pueden mencionar, La Democracia, Santa Ana Huista, Jacaltenango y Nentón. También tiene importancia hacer notar que los agricultores de esta región son receptivos a la diversificación esto se demuestra con la existencia de cultivos tales como: maní, chile, anís, tomate, achiote, etcétera, los cuales complementan los ingresos económicos generados por cultivos tradicionales.

II. HIPOTESIS

Ho: Ningún material de ajonjolí (Sesamum indicum L.) se adapta a las condiciones agroecológicas de la región, ni reporta un rendimiento económicamente rentable.

Ha: Al menos uno de los materiales de ajonjolí (Sesamum indicum L.) se adapta a las condiciones agroecológicas de la región y reporta un rendimiento económicamente rentable.

IV. REVISION DE LITERATURA

IV.1 Historia y Origen:

En los países de clima cálido del Viejo Mundo, el ajonjolí (Sesamum indicum L.) se cultiva desde tiempos inmemoriales. La antigüedad de este cultivo se pone de manifiesto al revisar obras de historiadores tales como Heródoto, Teofrasto, Dioscórides, Hipócrates, Plinio, Estrabón, etcétera; quines mencionan esta planta en sus escritos. Antes de la Era Cristiana sus productos se consumían en la India, China, Japón, Egipto, Norte de Africa, etcétera (13).

En el Siglo XVI fue traído al continente Americano, primero al Brasil por los navegantes portugueses. Posteriormente, en el Siglo XVII se principió a cultivar en los Estados Unidos, con semilla importada de Africa (13).

China ha producido más que todo el resto del mundo, aún cuando se pueden encontrar superficies menores en muchos otros países. Sin embargo, el cultivo nunca alcanzó la importancia de otros aceites vegetales en lugares de mano de obra escasa y de alto costo, principalmente debido a las dificultades involucradas en la cosecha mecánica de la semilla (13).

IV.1.2 Origen:

En cuanto al origen, Mazzani (16) afirma que el ajonjolí es originario de las islas de la Sonda.

Takezaki y Nakamura, mencionados por Mazzani (16), señalan como principales, los siguientes centros de origen de esta planta:

1. Etiopia, centro básico de origen de la planta.
2. Asia Central (Punjab, Cachemira, Afganistán, etcétera)

IV.2 Distribución Geográfica:

Hildebrandt, citado por Girón (5) dice que Africa tenía los tipos primitivos de ajonjolí, luego fueron llevados a La India, donde se diferenciaron un gran número de variedades y formas, después pasó a China y Japón, de allí regresó al Oeste, estableciéndose con nuevas formas en Asia Central, Rusia, países del Mediterráneo y Africa del Norte.

La sinonimia de la planta o de la semilla de ajonjolí es la siguiente: (18) En el idioma:

Español:	Ajonjolí o Sésamo
Indú:	Til o Gingili
Inglés:	Sesame
Francés:	Sésame
Italiano:	Sesam.
Portugués:	Gergelim

IV.2.1 Importancia del Cultivo:

IV.2.2. A Nivel Internacional:

La demanda mundial (10) de semilla de ajonjolí ha aumentado en los últimos años y en Guatemala la producción también se ha incrementado, destinándose para el consumo local y para la exportación. El interés comercial e industrial despertado por la semilla de ajonjolí se debe a su alto contenido de aceite (cerca del 50%). Se le considera en la industria de aceites y grasas vegetales como la más importante de todas las semillas comestibles para la alimentación humana, además es importante en la industria de cosméticos, productos farmacéuticos y otras manufacturas, utilizándose los desechos de la extracción de aceite en la

elaboración de concentrados para ganado y aves.

Ochse (19) indica que el ajonjolí se ha cultivado durante siglos en Asia, principalmente en la India y China, éste último ha producido siempre más que el resto del mundo, aún cuando se pueden encontrar superficies menores en muchos países. Este cultivo no alcanzó la importancia de otras oleaginosas en países con mano de obra escasa, principalmente debido a las dificultades involucradas en la cosecha mecánica. Esta situación cambió muy poco antes y durante la Segunda Guerra Mundial, cuando fue casi imposible importar aceite de oliva a los Estados Unidos, debido a ello sembraron en ese país grandes extensiones de ajonjolí y se iniciaron programas de mejoramiento genético, obteniéndose variedades que permitan la cosecha mecanizada, llegándose a considerar uno de los cultivos oleaginosos de mayor futuro para las regiones templadas, cálidas y las tropicales.

IV.2.3 A Nivel Nacional:

El cultivo de ajonjolí se inició en Guatemala desde la época de la Colonia, como una actividad casi exclusiva de pequeños productores de la Costa Sur, que se dedican al maíz como producto principal y al ajonjolí como actividad secundaria. A partir de 1960, el contenido y calidad de la proteína y aceite del ajonjolí despertó el interés en mercados extranjeros y se iniciaron las exportaciones, lo que vino a mejorar significativamente el ingreso de los pequeños productores y a estimular a medianos agricultores a ensayar la producción del ajonjolí en monocultivo y en forma mecanizada.

En 1981, (12) la exportación de 453.6 miles de quintales con un valor de 15.7 millones de quetzales, colocó al ajonjolí entre los ocho productos agrícolas de mayor im

portancia en el comercio externo de Guatemala. Las condiciones favorables del mercado internacional permiten prever la expansión del cultivo, por lo que se hará necesario seguir brindando el apoyo a las actividades de investigación, fortalecer los aspectos de asistencia técnica y de crédito y, sobre todo, prestar la debida atención a la Organización de los Productos para los efectos de la Comercialización.

En 1,973 (4) El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), se hizo cargo de la Investigación para el mejoramiento del cultivo de ajonjolí y para el efecto, se escogió el Parcelamiento La Máquina, con el fin de Introducir y Evaluar nuevas variedades, así como investigar épocas, métodos, densidad y distancias de siembra.

IV.3 Utilidad de la planta:

El ajonjolí se considera como una de las principales fuentes de sustento en el mundo. En la India y otros países asiáticos, forma parte de los alimentos de uso diario. Actualmente en América cada día tiene mayor demanda, pero todavía no se usa tan generalmente como en Asia. (18)

IV.3.1 Usos de la planta:

Se puede usar como ornamental en jardines. Se emplea como planta medicinal, usando las hojas sumergidas en agua fría para formar una sustancia mucilaginosa que se ingiere para el tratamiento de disentería y diarreas. (18)

IV.3.2 Usos de las semillas:

La semilla entera se emplea en la industria panadera, de dulces y en la preparación de bebidas alimenticias y refrescantes. En la América Latina estas bebidas son un elemento tradicional de la dieta de las mujeres en lactación, porque se considera que estimula la producción de la leche.

Las semillas también se utilizan en la elaboración de harina para panes especiales (según fórmula China patentada), fabricación de aceite y productos para la alimentación del ganado (torta). (18)

IV.3.2.1 Usos del aceite:

Por ser éste de gran calidad se usa en la preparación de alimentos, en fabricación de jabones finos y ordinarios, en productos de perfumería, etcétera. Ultimamente se ha descubierto que al combinar el aceite con el piretro, le confiere a éste mayor grado de toxicidad contra las moscas (la substancia sesamina de aceite no es venenosa en sí, pero tiene la propiedad de activar la toxicidad del piretro). También se ha descubierto que la penicilina se puede tomar por vía oral mezclándola con aceite de ajonjolí. (18)

IV.3.2.2 Usos de la torta:

La torta que es la parte que queda de las semillas al extraerles el aceite, es de un gran valor nutritivo para el ganado, especialmente para vacunos y porcinos. En ganado lechero tiene la propiedad de aumentar la leche, sin que ésta adquiera el olor característico de la torta, aún cuando su uso sea en gran cantidad. La torta también puede usarse como abono cuando se deja descomponer; contiene 60 partes por mil de Nitrógeno; 33.2 de ácido fosfórico y 14.7 de potasa. (18)

IV.4 Características Botánicas:

El ajonjolí pertenece a la familia de las pedaliáceas, que está formado por 16 géneros y 60 especies, encontrados en regiones tropicales y subtropicales.

Reino	Vegetal
Sub-Reino	Embryobiontha
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-Clase	Asteridae
Orden	Scrophulariales
Familia	Pedaliaceae
Género	Sesamum
Especie	<u>Sesamum indicum</u> L.
Sub-Especies	Tetracarpellatum (13) Bicarpellatum

IV.5 Morfología de la Planta:

El ajonjolí es una planta anual, herbácea, con ciclo vegetativo de 60 hasta 150 días, dependiendo de la variedad, las condiciones edáficas y ecológicas. La altura varía de 0.6 a 3 metros, las variedades de menos de 1 metro de altura, tienen menor rendimiento y los de más de 2 metros tienen problema de acame. (20)

El tallo no es completamente cilíndrico a todo lo largo, en algunas variedades la parte inferior, es obtusamente cuadrangular o irregular en diferentes formas; existen variedades con el tallo más o menos redondeado en la parte superior. Los tallos pueden ser glabros o pubescentes.

Existen variedades de un sólo tallo, sin ramas, este tipo de material genético es el que mejores resultados ha dado en la producción de grano, debido a que presenta menos irregularidad en la madurez que las plantas que tienen un tallo de dos ramas o bien un tallo con muchas ramas, en algunos países.

Las hojas tienen pecíolos largos y según la colocación de ellos en la planta, se encuentran hojas lobuladas y muy grandes en la parte inferior; sin embargo, a medida que se observa hacia la parte superior, van siendo menos lobuladas y tendiendo a la forma lan

ceolada. (20)

Al aproximarse el período de madurez, las hojas que primero caen son las de la parte inferior, dejando una cicatriz pronunciada; arriba de la cicatriz, se encuentran las cápsulas.

Las flores se dicen que son gamopétalos, porque los pétalos forman una estructura tubular, siendo los pétalos el número de 5. Estos pétalos se presentan en forma bilabiada y están colocados de tal forma que encierran la flor. Técnicamente no hay polinización entomófila, ni anemófila, si existe es en un porcentaje muy reducido. (20)

El fruto de ajonjolí se describe como una cápsula erecta, oblonga, caniculada y con dehiscencia loculicida. Su longitud y diámetro son variables según las variedades, sin embargo se pueden clasificar en tres grandes grupos:

1. Cápsulas cortas
2. Cápsulas Intermedias
3. Cápsulas largas

La semilla es fina, de forma ovoide, achatada ligeramente en el extremo superior, el color es desde blancas, blanco sucio, rubias, café hasta llegar a color completamente negro, su mayor contenido es aceite. (20)

A los primeros días de germinada, tiene un crecimiento lento, debido al tamaño de la semilla, donde el contenido de reservas nutritivas se agotan al momento de germinar, por lo que la planta tiene que sintetizar energía a pequeña edad. Pasado veinte días después de la siembra del ajonjolí, el crecimiento es rápido, debido a que tiene una raíz pivotante, bien desarrollada, que alcanza una profundidad considerada, para poder absorber todos los nutrientes, que se encuentran disponibles en el suelo. (17)

IV.6 Mejoramiento Genético:

El mejoramiento de las especies es el arte y la ciencia que permite cambiar y mejorar la herencia de las plantas (21). Los métodos modernos de cultivo, las rotaciones de cosechas bien planeadas, el abonado racional y los nuevos productos capaces de modificar favorablemente las condiciones físicas del suelo, contribuirán a preparar un medio en que la planta se desarrolle en óptimas condiciones aumentando con ello los rendimientos. Pero el método más eficaz y económico de aumentar la productividad, es la mejora de la propia planta. (23)

En la obtención de variedades mejoradas los objetivos dependen de las necesidades de la región; sin embargo, los más comunes se mencionan a continuación. (1)

- a) Rendimiento elevado
- b) Resistencia a enfermedades
- c) Precocidad
- d) Uniformidad a la madurez y resistencia al desgrane
- e) Resistencia al calor y la sequía
- f) Resistencia a las plagas
- g) Buenas características de la semilla
- h) Facilidades para cosechar mecánicamente
- i) Otros

El ajonjolí se considera como una planta preferentemente autógena (16). Martínez y Quilantan (13), estudiaron la polinización natural del ajonjolí en el estado de Guerrero México; determinaron que la polinización cruzada aparente por variedad, osciló entre 0.9 y 6.1% en verano, 5.6 a 26% en invierno. Consideran, que la más alta proporción en invierno se debe a la mayor población de insectos polinizadores en esa época.

IV.7 Variedades:

Agricultura de las Américas, citado por Girón (5), reporta

que las variedades de ajonjolí se clasifican por el tipo de cápsulas en dehiscentes e indehiscentes; y por la arquitectura de la planta, en ramificadas y no ramificadas de chicote. El inconveniente de las dehiscentes es que una gran cantidad de semilla cae al suelo y se pierde, en tanto que las variedades indehiscentes permiten incluso la cosecha mecanizada.

Robles Sánchez (22), aduce que las variedades de un sólo tallo o de chicote, presentan menos irregularidad en la madurez; en cambio, las que tienen un tallo y 2 ramas o bien tallo con muchas ramas tienen mayor dificultad para la cosecha, debido a que la época de madurez no es uniforme.

Litzamberger (15), dice que existen muchas variedades, tipos y partidas de semilla de ajonjolí que se pueden obtener en países como: Estados Unidos de América, que tiene una colección de variedades mejoradas y de nuevos tipos, particularmente de los dehiscentes, que pueden resultar útiles para cualquier país que busque tipos de ajonjolí más productivos; Venezuela, que ha mantenido un programa de reproducción selectiva desde hace varios años; La India y el Lejano Oriente, que sin duda alguna, tienen una valiosa fuente de germoplasma.

A la fecha, algunos de los agricultores utilizan en sus siembras las semillas criollas (Blanquina y Chicote), lo cual constituye la principal limitación del cultivo, pues la susceptibilidad de este material al ataque de enfermedades, afecta considerablemente los rendimientos de las plantaciones. (6)

Según Folleto Técnico (3), el ICTA mediante investigaciones realizadas en las diferentes localidades, recomienda las variedades: Maporal, Cuyumaqui y Aceitera, por sus características de resistencia a las enfermedades y buen rendimiento. Actualmente ICTA (12) recomienda la utilización de la variedad R-198, debido a las calidades mostradas en las distintas fases de evaluación.

IV.8 Condiciones Ecológicas:

El ajonjolí se desarrolla mejor en regiones con clima, cálido-húmedo o cálido-seco. Los mejores rendimientos se han obtenido en países situados en el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio o sea en la zona Ecuatorial. Existen regiones en el mundo situadas entre 40° Latitud Norte y otras a más o menos 30° Latitud Sur, donde prospera perfectamente.

Si la siembra es de temporal, se requerirán cuando menos de 400 a 500 mm de lluvia, bien distribuidos, durante el ciclo del cultivo. (20)

La temperatura media óptima es de 25°C; con variación máxima y mínima de 40° y 10° Centígrados respectivamente, fuera de estos límites el ajonjolí no tiene una buena adaptación. (20)

El ajonjolí se desarrolla en regiones templadas, durante el verano, de igual manera que en las tierras bajas tropicales, bajo condiciones semi-áridas. (19).

Los límites altitudinales para el cultivo fluctúan entre 0 y 1000 m.s.n.m. con temperaturas que oscilan entre 21 y 35°C, requiere fluctuaciones de precipitación que van de 800 a 1,000 mm. anuales. Sin embargo, en áreas con precipitaciones anuales de 2,000 mm., suele desarrollarse en condiciones adecuadas. Tal es el caso de la mayoría de los parcelamientos agrarios de la Costa Sur-Occidental del país.

IV.9 Condiciones Edáficas:

El ajonjolí se desarrolla mejor en suelos francos y franco-arcillosos, profundos, bien drenados, con pH de 5.5 a 7.5; requiere topografía plana; es perjudicial el exceso de humedad. (7)

Geográficamente las regiones con las que el cultivo prospera bastante bien son las que están comprendidas en casi toda la Costa

Sur, algunas regiones de Oriente y del Norte del Petén (De acuerdo al mapa, Figura No. 1.)

IV.10 Manejo del Cultivo:

a) Preparación del terreno:

Robles Sánchez, citado por Girón (5), opina que es recomendable hacer una buena preparación del terreno para disponer de la mejor cama posible para las semillas, pues como ya se dijo, se trata de una semilla muy pequeña que necesita un terreno lo suficientemente mullido, para que las plántulas tengan un buen desarrollo en el sistema radicular, una buena aireación y un buen aprovechamiento de los nutrimentos del suelo.

Las razones principales que exigen la perfecta preparación del terreno son: El tamaño de la semilla y el crecimiento lento de las plántulas en las primeras semanas.

b) Siembra:

Escobar Barrera (4), dice que la época de siembra depende del régimen de lluvias y del ciclo vegetativo de la variedad, pero en general, el agricultor obtiene mejores resultados cuando la siembra se efectúa en la segunda quincena de julio y primera de agosto (25 de julio al 15 de agosto), la época de siembra es muy importante, ya que si se siembra antes de la fecha mencionada, puede morir por exceso de humedad y, si se siembra muy tarde, se puede ver afectada por la falta de agua y las plagas que proliferan con mayor intensidad en la temporada de sequía. La forma de siembra corrientemente utilizados son el mateado, chorro continuo y en casos esporádicos el voleo. Aún cuando se usan indistintamente los dos primeros sistemas, en siembras limpias o intercaladas, el sistema de chorro continuo ofrece mayores ventajas agronómicas para el manejo de la plantación, por ofrecer un mejor control de malas hierbas, plagas, enfermedades y seleccionar las mejores plantas al practicar el raleo.

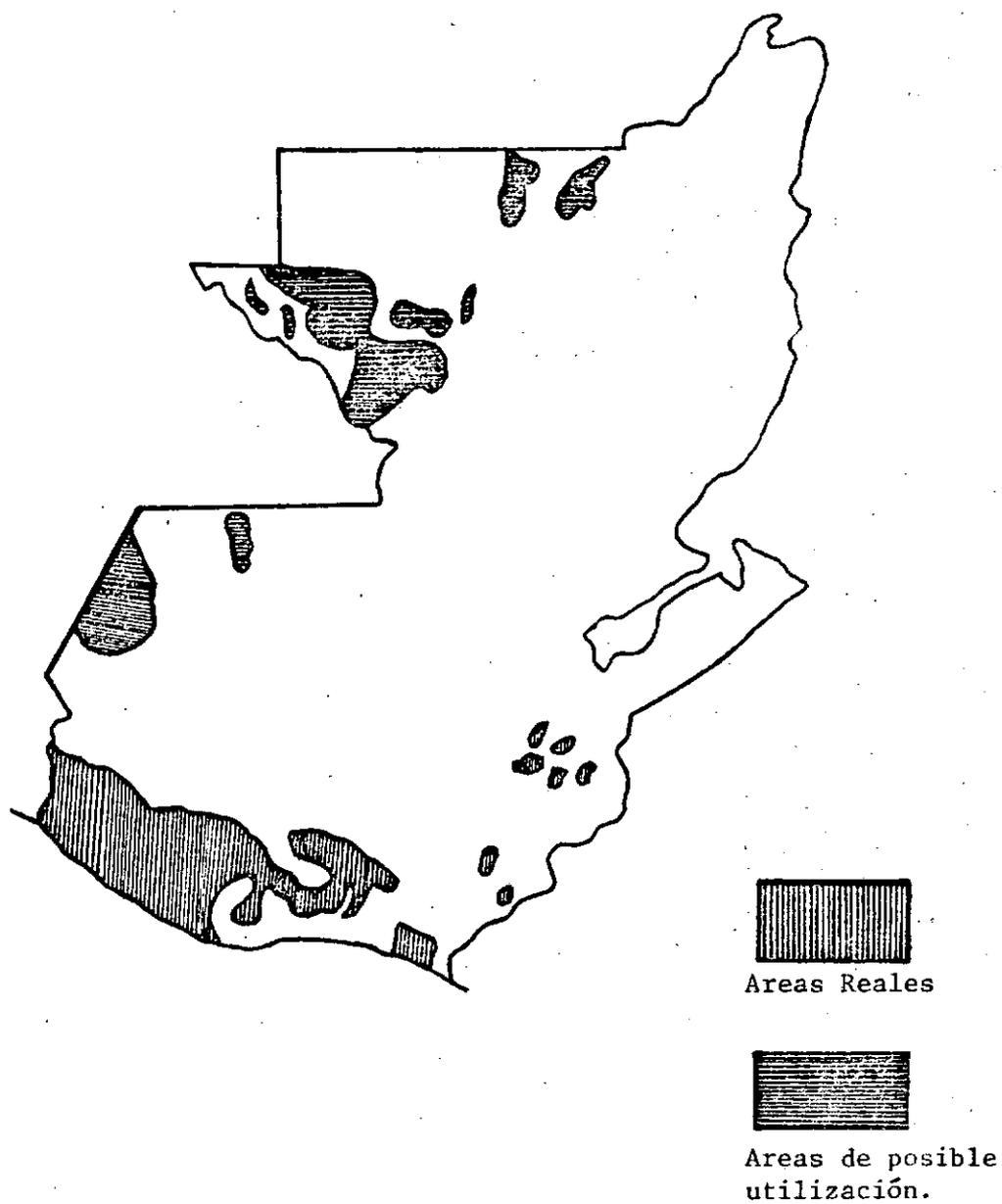
c) Densidad de Población:

Robles Sánchez, citado por Girón (5), reporta que existen variedades ramificadas y no ramificadas. Situación que no ha permitido determinar con exactitud el número de plantas por hectárea, sin embargo en forma muy general se ha recomendado para las variedades no ramificadas una distancia de 75 cm. entre surcos y de 5 a 10 cm. entre plantas y para variedades ramificadas de 90 cm. entre surcos y de 10 a más cms. entre plantas; y para obtener un rango de población de 150,000 a 200,000 plantas por hectárea, dependiendo de las distancias de siembra y el tipo de variedad. En realidad, con menos de 1 Kg. de semilla por hectárea sería más que suficiente para tener una población adecuada, sin embargo, se recomienda para siembras comerciales de 2, 3 y hasta 5 Kg/Ha., porque la semilla de ajonjolí es muy pequeña y tiene dificultad en la emergencia de las plántulas, además la siembra al chorro permite hacer posteriormente un raleo.

d) Fertilización:

Litzamberger (15), dice que los fertilizantes nitrogenados son importantes como complemento a la fertilidad natural del suelo, para satisfacer las necesidades del cultivo y producir mayores rendimientos; la cantidad a utilizar debe determinarse en ensayos de campo. Para ensayos iniciales se sugiere 50 Kg. de nitrógeno por hectárea antes de la siembra o inmediatamente después, para que las lluvias lo infiltren en el suelo. El problema se complica cuando se trata de fertilizantes minerales, porque estos deben colocarse en bandas, debajo de las hileras para minimizar su interacción con el suelo, la cual puede volver inertes los fosfatos. Un método práctico para lograr la colocación efectiva del fertilizante consiste en abrir un surco poco profundo, espaciar el fertilizantes de fosfato y potasa en el fondo del surco, cubrirlo con una capa de 5 a 8 cm. de tierra y plantar encima las semillas. Al suministrar fosfato debe tenerse presente que el superfosfato ordinario contiene

Figura No. 1. Localización de áreas para el incremento del cultivo de Ajonjolí en Guatemala.



Fuente: Informe Económico. Banco de Guatemala; Año XXIX; 1982.

los elementos esenciales como: calcio, magnesio y azufre, sin embargo, si se emplea superfosfato concentrado o fosfato de amonio, conviene tener presente que éstos no contienen azufre, por lo que debe proporcionarse por otros medios.

Además en los trópicos y sub-trópicos debe considerarse el suministro de elementos menores tales como: Manganeso, Hierro, Cobre, Zinc, Boro y Molibdeno, para asegurar la efectividad de los fertilizantes.

e) Manejo de Plagas:

1. Insectos:

Litsemberger (15), dice que si se siembra inmediatamente después de un período seco, se evitará la mayoría los problemas que provocan los insectos; hay otras dos medidas que deben aplicarse:

- 1.1) Sembrar variedades que sean resistentes a las plagas predominantes y;
- 1.2) Eliminar todos los residuos del cultivo inmediato después de la cosecha.

Estas prácticas combinadas con la siembra temprana reducen el daño que causan los insectos, en el caso de tener una plaga en la plantación, deberá procederse a aplicar un insecticida tóxico dependiendo de la especie.

2. Enfermedades:

Litsemberger (15), reporta que las lluvias frecuentes y la humedad relativa alta pueden provocar brotes de enfermedades en el ajonjolí, en zonas con lluvias entre moderada y limita la prevención es factible mediante las siguientes prácticas:

- 2.1) Cultivar variedades resistentes a las enfermedades prevalencias del lugar y;

2.2) La sanidad en el campo debe incluir, rotación de cultivos y la eliminación de todos los residuos vegetales después de la cosecha.

Además debe darse especial atención a la nivelación del terreno para evitar los encharcamientos en las partes bajas porque favorecen la pudrición de las raíces y la proliferación de enfermedades. (4)

3) Control de Malezas:

Litsamberger (15), opina que el control de las malezas es la principal razón para la labranza del ajonjolí, aún cuando no se asfixia fácilmente, reducen los rendimientos por la competencia que representa en cuanto a humedad y nutrientes.

Robles Sánchez (22), indica que el problema de las malezas, es sobre todo durante los primeros 40 días después de la emergencia de las plántulas; si durante este período se mantiene el terreno libre de malezas no se tendrán problemas posteriores a no ser que se traten de malezas que se produzcan vegetativamente, porque la erradicación de éstas es más difícil. El control de las malezas se puede hacer mecánico y/o con herbicidas selectivos.

IV.11 Cosecha y Trilla:

Robles Sánchez (22), concluye diciendo que las variedades difieren en cuanto a la duración de su período de crecimiento, el cual puede oscilar entre 60 y 150 días; por lo tanto, hay que tener mucho cuidado en la determinación del momento o época precisa de corte. Un indicio general es que gran número de hojas se caen o se ponen amarillentas, sobre todo en la parte inferior, pero existen algunas variedades que las cápsulas alcanzan su madurez y las hojas aún verdes no se han caído, consecuentemente lo más importante es

inspeccionar con cierta periodicidad la plantación al aproximarse la época de madurez, debiendo cortarse cuando las cápsulas apenas principian a abrirse, formando manojos de unos 30 cm. de diámetro, para evitar pudriciones de las cápsulas y lograr un buen secamiento de las plantas.

Inmediatamente después de amarrar los manojos, estos serán parados con una pequeña inclinación formando gavillas las que se atarán en la parte superior.

La labor de corte preferentemente debe hacerse en las mañanas, por que si las plantas tienen cápsulas maduras con el secamiento al sol, puede haber pérdidas con el movimiento que tienen las plantas al cortarlas y acomodarlas; después de apiñados se deja de 8 a 15 días expuesto al sol y cuando se han secado lo suficiente, se coloca una lona al lado para luego voltear y golpear los manojos para que suelten la mayor parte de semilla. En algunas regiones acostumbran a colocar los manojos en la misma posición para luego después de 8 días dar una segunda sacudida y obtener la semilla de aquellas cápsulas que no habían secado lo suficiente en la primera sacudida.

Cuadro No. 1. Producción estimada de ajonjolí en Guatemala, período 1974/75 - 1982/83. -Miles de quintales-

Año Agrícola	Producción	Exportaciones	Utilización Interna
1,974/75	256.4	218.6	37.8
1,975/76	139.3	99.4	39.9
1,976/77	381.3	337.5	43.8
1,977/78	249.3	202.4	46.9
1,978/79	368.1	317.2	50.9
1,979/80	346.4	291.5	54.9
1,980/81	294.0	235.4	58.5
1,981/83	517.5	453.6	63.9
1,982/83	323.9	258.1	65.8

Fuente: Informe Económico. Banco de Guatemala; Año XXIX; 1982. (6)

IV.12 Area Cultivada:

Con base en las cifras de producción del Cuadro anterior y un rendimiento promedio de 10 quintales por hectárea, se puede es timar la superficie cultivada de ajonjolí. (6)

Cuadro 2. Area cultivada de ajonjolí en Guatemala.
Período 1974/75 - 1982/83

<u>Año Agrícola</u>	<u>Miles de hectáreas</u>
1,974/75	52.34
1,975/76	28.46
1,976/77	77.93
1,977/78	50.91
1,978/79	75.22
1,979/80	70.78
1,980/81	60.10
1,981/82	105.68
1,982/83	66.21

Fuente: Informe Económico.
Banco de Guatemala; Año XXIX;
1982. (6)

IV.13 Rendimientos:

Los rendimientos de ajonjolí en el país son sumamente bajos y se han mantenido desde hace unos 10 años en un promedio de 10 quintales por hectárea. De acuerdo con los resultados de las investigaciones del ICTA este promedio podría aumentar sustancialmen te si los productores atendieran las recomendaciones que reciben de los promotores agrícolas de DIGESA, como lo hacen algunos de ellos que obtienen rendimientos superiores a los 14 quintales por hectárea.

En el Parcelamiento la Blanca (San Marcos) el rendimiento promedio por hectárea es de 12.84 quintales; en la Máquina (Suchi-tepéquez) de 9.84 quintales y en Nueva Concepción (Escuintla) 6.95 quintales. (6)

Cuadro No. 3. Análisis económico por hectárea del cultivo ajonjolí, en los parcelamientos el Reposo, Caballo Blanco, Santa Fe y El Rosario. Sub-Región IV-3. Retalhuleu 1,985.

Concepto	Rendimiento qq/Ha.	Precio Q/qq	Valor	Totales
CULTIVO: Ajonjolí	10.48	37.92		
INGRESO BRUTO				397.61
COSTOS DIRECTOS			122.96	
Intereses 8% S.C.D. (6 meses)			9.83	
Administración 10% S.C.D.			12.30	
Arrendamiento			57.14	
COSTO TOTAL DE PRODUCCION				202.23
INGRESO NETO				195.38
Porcentaje de Rentabilidad				96.60%

Fuente: Socioeconomía Rural; ICTA 1,986.

El Cuadro No. 1 se refiere al análisis económico de una hectárea del cultivo ajonjolí. En este análisis nos arroja un rendimiento medio de 10.48 qq/Ha., vendiéndolo a Q.37.92 el quintal, se obtiene un ingreso bruto de Q.397.40/Ha.

El costo directo fue de Q.122.96 más los costos indirectos Q.79.27, hace un total de Q.202.23/Ha., que es el costo total de producción, dejando así un ingreso neto de Q.195.38.

La rentabilidad fue de 96.6%; en el cual el agricultor obtuvo un aceptable margen de ganancia, esto se debió más que todo al buen precio del producto (Q. 37.92/qq). (8)

Cuadro 4. Análisis económico del sistema de cultivo maíz-ajonjolí, por hectárea. Sub-Región IV-3. Retalhuleu, 1985.

Concepto	Rendimiento qq/Ha.	Precio Q/qq	Valor	Total
CULTIVO				
Maíz	61.86	10.65	658.81	
Ajonjolí	10.48	37.92	397.40	
INGRESO BRUTO				1056.21
COSTOS DIRECTOS				392.10
Maíz			269.14	
Ajonjolí			122.96	
Intereses 8% S.C.D.				31.37
Administración 10% S.C.D.				39.21
Arrendamiento				114.28
COSTO TOTAL DE PRODUCCION				576.96
INGRESO NETO				479.25
Rentabilidad				83%

Fuente: Socioeconomía Rural; ICTA 1,986

El análisis económico que se utiliza para este tipo de sistema de cultivo nos arroja una rentabilidad de 83%, ésta se logra debido más que todo a los buenos precios alcanzados por los dos productos (maíz-ajonjolí).

Los costos directos de producción como se puede observar en este cuadro, más los costos indirectos, hacen un costo total de producción de Q. 576.96/Ha., lo que al relacionarse con el ingreso bruto determina un ingreso neto de Q.479.25/Ha., de los cultivos Maíz-Ajonjolí, en forma de sistema en relevo. (8)

V. MATERIALES Y METODOS

V.1 Localización:

Las cuatro localidades son las siguientes:

- a) Aldea Guaylá, La Democracia. (840 m.s.n.m.)
- b) Aldea Buxup, Jacaltenango. (800 m.s.n.m.)
- c) Aldea La Laguna, Jacaltenango. (800 m.s.n.m.)
- d) Aldea Chacaj, Nentón. (700 m.s.n.m.), (ver anexo, Figura No. 1)

Estas localidades tienen las siguientes características:

- a) Están situadas entre: $15^{\circ}37'30''$ a $15^{\circ}48'05''$ Latitud y;
 $91^{\circ}45'15''$ a $91^{\circ}53'12''$ Longitud. (9)
- b) Suelos de topografía plana
- c) El área ecológica según Holdridge (11) corresponde a la zona sub
tropical seca o bosque seco sub-tropical
- d) Características de los suelos:
 - d.1) Aldeas: Buxup y La Laguna, según Simmons (1,959), suelos poco profundos a altitudes medianas en un clima relativamente seco, Serie Nentón (25)
 - d.2) Aldea Guaylá: Suelos poco profundos a altitudes medianas, en un clima húmedo, serie: Nentón (25)
 - d.3) Aldea Chacaj: Suelos poco profundos a altitudes medianas en un clima relativamente seco, serie: Nentón (25)

Cuadro No. 5. Material Genético: Materiales de ajonjolí utilizados en el estudio, (10 líneas y 2 variedades) de tipo ramificado.

No.	Genotipo	Tipo	Origen
1	ICTA F ₈ -74	R	Guatemala
2	ICTA F ₅ -152	R	Guatemala
3	ICTA F ₅ -222	R	Guatemala
4	ICTA F ₅ -310	R	Guatemala
5	ICTA F ₆ -335	R	Guatemala
6	ICTA F ₅ -350	R	Guatemala
7	F ₆ -129 M	R	Guatemala
8	ICTA F ₆ -266	R	Guatemala
9	F ₆ -166 M	R	Guatemala
10	F ₇ -R 30	R	Guatemala
11	Cuyumaqui	R	Guatemala
12	R-198	R	Guatemala

R = Ramificada

Fuentes: Plan Operativo; Prueba de Tecnología
ICTA, Huehuetenango, 1986.

V.2 Diseño y Unidad Experimental:

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cuatro repeticiones.

La Unidad Experimental fue de 4 surcos, espaciados a 0.90 m. y de 8 m. de largo cada uno, dando un área bruta de 28.80 m² por parcela, dejando un metro de calle entre bloques, dando un área total por ensayo de 1,512 m².

En cuanto a Parcela Neta, se tomó los 2 surcos centrales con 0.5 m. de cabecera en ambos lados; dando un área de 12.60 m². (ver Figura No. 2).

V.2.1 Módulo Estadístico: (14)

$$Y_{ij} = U + t_i + B_j + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i= 1, 2, 3, \dots, t \\ j= 1, 2, 3, \dots, r \end{array}$$

de donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij-ésima unidad experimental

U = Efecto de la media general

- t_i = Efecto del i -ésimo tratamiento
 B_j = Efecto del j -ésimo bloque
 E_{ij} = Error experimental en la ij -ésima unidad experimental.

V.2.2 Modelo Estadístico del ANDEVA Combinado: (14)

$$Y_{ijk} = U + L_i + T_j + B_{k(i)} + LT_{ij} + E_{ijk}$$

en donde:

- Y_{ijk} = Variable respuesta de la ijk -ésima unidad experimental
 U = Efecto de la media general
 L_i = Efecto de la i -ésima localidad.
 T_j = Efecto del j -ésimo tratamiento
 $B_{k(i)}$ = Efecto del k -ésimo bloque dentro de la i -ésima localidad
 LT_{ij} = Efecto de interacción de la i -ésima localidad por el j -ésimo tratamiento
 E_{ijk} = Efecto del error experimental en la ijk -ésima unidad experimental.

V.3 Manejo del Experimento:

a) Análisis de Suelo:

Se practicó un muestreo de suelos de los terrenos para conocer su nivel de fertilidad y sus principales características físico-químicas.

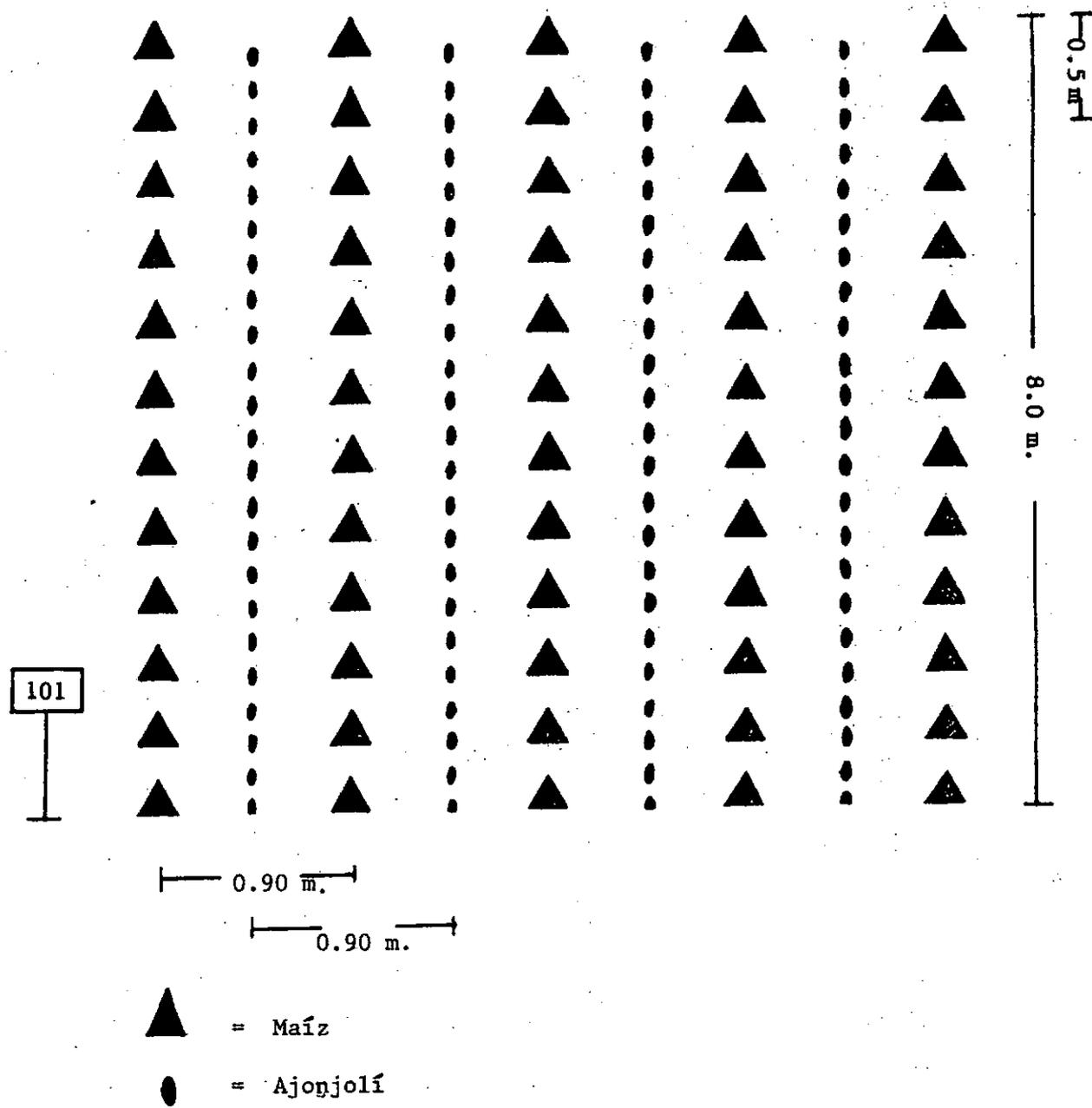
b) Preparación del terreno:

Esta labor consistió en deshojar y despuntar las plantas de maíz, a la vez se realizó una limpia con azadón y machete para eliminar las malezas.

c) Siembra:

La siembra se efectuó en forma manual y a chorro continuo, luego se practicó un raleo cuando el tamaño de las plantas osciló entre los 30 - 35 cms., dejando de 10 a 12 plantas por metro lineal. Se aplicaron 4 Kg de semilla por hectárea.

Figura No 2. Arreglo topológico por parcela.



Fuente: Prueba de Tecnología. ICTA, Huehuetenango, 1986.

Para sembrar se hizo un rayado de 2 a 3 cms. de profundidad y se aplicó foxin granulado, a dosis de 64.87 Kg/Ha.

d) Fertilización:

La fertilización se hizo conforme a la recomendación del laboratorio de suelos, (130 Kg/Ha., de Urea al 46% de Nitrógeno, aplicándose en banda, a los 20 días después de la siembra.)

e) Control de Plagas:

e.1) Insectos:

Se realizó en los primeros días del cultivo, utilizando metaminophos 600 SL a razón de 1.43 litros por hectárea.

e.2) Malezas:

El primer control de malezas se realizó en forma manual, a los 20 días después de la siembra, y una segunda a los 45 días después de la misma.

f) Cosecha:

La recolección de la semilla, se efectuó de acuerdo a cada material, conforme fueron alcanzando la madurez fisiológica, esto ocurrió aproximadamente entre los 100 - 120 días después de la siembra. Cuando las primeras cápsulas principiaron a abrirse, se procedió a cortar las plantas hasta cerca de la superficie del suelo, se ataron en manojos para formar posteriormente gavillas, las cuales se dejaron secando por espacio de 12 a 15 días, para luego sacudirlas en tendidos cerrados para evitar pérdidas. Finalmente la semilla de cada parcela útil se pesó con una balanza marca "TOLEDO", con capacidad de 5000 gramos.

V.4 Datos Tomados:

* Días a flor:

Días transcurridos de siembra a primeras flores en el 50% de las plantas útiles.

* Acame:

Según el porcentaje de plantas caídas:

- 0- erectas
- 1- Hasta 10%
- 2- Hasta 25%
- 3- Hasta 50%
- 4- Hasta 75% y
- 5- Casi todas caídas.

* Altura de Planta:

Distancia medida en cms. desde el suelo hasta la parte más alta en el tallo central.

* Altura de primeros frutos:

Distancia en cms. desde el suelo hasta el primer fruto en el tallo central.

* Madurez:

Días transcurridos desde siembra hasta el momento en que las plantas cambian de color y empiezan a deshojar.

* Color:

Es el color que adquiere la planta madura:

A= amarillenta

M= Morada

VC= Verde Claro y anotar en letras si hubiera otro

* Enfermedades:

Anotar:

- 1- Resistente (R)
- 2- Moderadamente resistente (Mr)
- 3. Moderadamente susceptible (Ms)
- 4- Susceptible (S)
- 5- Muy susceptible (SS)

* Rendimiento:

Es el peso en Kg de la parcela útil cosechada

* Muestreo de insectos por localidad

* Registro de precipitación pluvial por localidad

V.5 Análisis de Datos:

A) Análisis de Varianza por localidad, Combinado y Comparación de Medias por el Método de Tukey para la variable rendimiento.

B) Análisis Económico (Rentabilidad).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro No. 6, muestra los rendimientos medios por localidad, el promedio general para cada tratamiento; y el rendimiento promedio de los cuatro ambientes bajo estudio. Notándose que la línea F7-R30 presenta el más alto rendimiento, seguido de las líneas ICTA F8-74 e ICTA F6-226.

La línea F7-R30 supera aritméticamente a las variedades comerciales Cuyumaqui y R-198 en más de 125 Kg/Ha. El ambiente más rico resultó ser el de la aldea Guaylá del municipio La Democracia en contraste con La Laguna y Chacaj de los municipios de Jacaltenango y Nentón que tuvieron un comportamiento muy pobre.

Los análisis de varianza de tres localidades se presentan en forma resumida en el Cuadro No. 7, observándose los valores de cuadrados medios para cada fuente de variación, los cuales indican una alta significancia estadística para tratamientos en las localidades de Guaylá, Buxup y La Laguna. Así mismo aparecen los coeficientes de variación, los cuales están comprendidos en un rango estadísticamente aceptables.

La localidad de Chacaj se analizó con tres repeticiones por pérdida de la réplica número cuatro, sus datos y análisis aparecen en el Cuadro No. 10 donde se puede ver una alta significancia estadística para tratamientos y con un coeficiente de variación de 29.98%, el cual se considera poco aceptable, quizás el factor más influyente haya sido la escasa precipitación pluvial.

En el Cuadro No. 8, el análisis de varianza combinado indica alta significancia estadística para todas las fuentes de variación, lo cual es indicativo que los ambientes evaluados son diferentes y en esta proporción influyen en el comportamiento de los materiales evaluados.

Cuadro 6. Rendimientos medios por localidad, promedio general en Kg/Ha de 12 materiales de ajonjolí evaluados en la parte baja del departamento de Huehuetenango.

Entrada	Identificación	La Democracia	Jacaltenango		Nentón	-	-
		Guaylá	Buxup	La Laguna	Chacaj	Yi	Yi
1	ICTA F8 - 74	1209.20	629.02	216.15	213.59	2267.96	566.99
2	ICTA F5 - 152	210.42	447.91	278.58	190.60	1127.51	281.88
3	ICTA F5 - 222	922.40	590.65	299.31	263.82	2076.18	519.04
4	ICTA F5 - 310	770.66	725.10	175.17	257.64	1928.57	482.14
5	ICTA F6 - 335	821.00	488.73	335.94	113.53	1759.20	439.80
6	ICTA F5 - 350	843.14	384.72	229.69	262.96	1720.51	430.13
7	F6 - 129 M	924.65	544.33	291.15	305.43	2065.56	516.39
8	ICTA F6 - 226	942.71	557.12	300.93	355.32	2156.08	539.02
9	F6 - 166 M	735.07	371.70	209.96	441.90	1758.63	439.66
10	F7 - R 30	1384.89	723.61	220.79	217.13	2546.42	636.60
11	Cuyumaquí	810.07	661.81	201.41	292.72	1966.01	491.50
12	R - 198	919.44	590.80	310.07	206.55	2026.86	506.71
Y.j		10493.65	6715.50	3069.15	3121.19	23399.49	487.49
Y.j		874.47	559.62	255.76	260.10		

Fuente: Prueba de Tecnología, ICTA. Huehuetenango, 1,986.

Cuadro No. 7. Cuadrados medios de los análisis de Varianza por localidad para la variable rendimiento (Kg/Ha.) y Coeficientes de Variación.

F.V.	G.L.	La Democracia	Jacaltenango	Jacaltenango
		Guaylá	Buxup	La Laguna
Bloques	3	98987.52 *	85528.67 **	1706.43 N.S.
Tratamientos	11	155762.59 **	56405.95 **	6505.84 **
Error	33	26736.29	12901.52	2227.97
.C.V. %		17.85	20.30	18.70

Cuadro No. 8. Análisis de Varianza Combinado.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t	
					0.05	0.01
Localidades	3	10592832.24	3530944.08 **	253.02	2.71	4.01
Tratamientos	11	1100263.91	100023.99 **	7.17	1.90	2.45
Repeticiones x Localidades	9	558665.71	62073.97 **	4.41	1.99	2.62
Tratamientos x Localidades	22	1305152.21	59325.10 **	4.25	1.66	2.05
Error	99	1381573.25	13955.28			
Total	143	14938487.32				

C.V. = 20.9

Fuente: Prueba de Tecnología, ICTA. Huehuetenango, 1986.

En el Cuadro No. 9, se presenta la separación de medias de los materiales en estudio, utilizando el comparador que proporciona Tukey al 0.01 de probabilidad de error, ésta establece tres grupos estadísticamente diferentes, quedando conformado el primer grupo por los cuatro mejores materiales. La línea mejor productora F7-R30, es estadísticamente igual, en lo que a producción se refiere, a ICTA F8-74, ICTA F5-222, e ICTA F6-226 y, es superior estadísticamente a ocho de los materiales en estudio, incluidos entre éstas las variedades comerciales R-198 y Cuyumaqui. Estas dos variedades son estadísticamente iguales a la línea F6-166 M que ocupó la última posición.

En el Cuadro No. 11, se presenta la separación de medias de los materiales en estudio, para la localidad de Chacaj. Con el comparador que proporciona Tukey al 0.01 de probabilidad de error, se establecen dos grupos estadísticamente diferentes e, indican que únicamente los dos materiales distintos son las líneas F6-166 M e ICTA F6-335 primero y último lugar.

Como dato curioso se puede observar que el material mejor productor de esta localidad ocupó la última posición en la media general de las tres localidades antes mencionadas.

En cuanto a algunas características agronómicas de los materiales evaluados se puede observar en el Cuadro 12 que los materiales más tardíos a madurez fisiológica son ICTA F8-74, Cuyumaqui y F7-R30, con diferencia de siete a nueve días entre éstos y los más precoces. En floración más tardíos fueron F7-R30, ICTA F8-74 y Cuyumaqui.

En respuesta a enfermedades la línea F7-R30 presentó mayor tolerancia a Phytophthora sp. Así mismo fue uno de los materiales menos susceptibles a Alternaria sp. La línea ICTA F5-222 fue la más afectada por Phytophthora sp. y Alternaria sp. al igual que la variedad comercial R-198. Este comportamiento obedece a cualidades genéticas de cada material, adquiridas del o los progenitores. Ejemplo, los padres de la línea F7-R30, son Cuyumaqui y Maporal, presentan resistencia y/o tolerancia a enferme

Cuadro No. 9. Prueba de Medias. Tukey al 0.01 de probabilidad de error. Análisis combinado.

No.	Tratamiento	Rendimiento \bar{X}	
		Kg/Ha.	Tukey al 0.01
10	F7 - R30	776.43	a
1	ICTA F8 - 74	684.79	a b
3	ICTA F5 - 222	604.12	a b c
8	ICTA F6 - 226	600.25	a b c
12	R - 198	587.42	b c
7	F6 - 129 M	586.71	b c
4	ICTA F5 - 310	572.25	b c
11	Cuyumaqui	557.76	b c
5	ICTA F6 - 335	538.90	b c
6	ICTA F5 - 350	485.85	c
2	ICTA F5 - 152	478.97	c
9	F6 - 166 M	438.96	c

W = 187.56 Kg/Ha.

Fuente: Prueba de Tecnología, ICTA. Huehuetenango, 1,986.

Cuadro No. 10. Análisis de varianza de 12 materiales de ajonjolí en la aldea de Chacaj, Nentón.

ANDEVA

F.V.	C.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft.	
					0.05	0.01
Bloques	2	111697.11	55848.55 *	2.61		
Tratamientos	11	235366.76	21396.98 **	3.52	2.26	3.19
Error	22	133774.70	6080.67			
Total	35	480838.57				

C.V. = 29.98%

Fuente: Prueba de Tecnología, ICTA. Huehuetenango, 1,986.

Cuadro No. 12. Rendimiento y algunos datos agronómicos de los materiales en estudio.
 Datos promedios de las localidades Guaylá-Buxup-La Laguna

Entrada	Identificación	Rend. \bar{X} Kg/Ha.	Altura (cm)		Long. (cm)		AC.	Enfermedades		No. de días			Color a Madur
			Planta	P.F.	P. Prod.	Al.sp		Phy.sp	Flor	Madurez	C.V.		
10	F7 - R30	776.43	128	75	53	1	1	2	57	108	117	A	
1	ICTA F8 - 74	685.79	127	78	49	1	1	3	56	110	119	A	
3	ICTA F5 - 222	604.12	104	54	50	0	3	4	50	102	110	A	
8	ICTA F6 - 226	600.25	99	50	49	0	3	3	50	103	110	VC	
12	R - 198	587.42	102	48	54	0	2	3	49	101	110	A	
7	F6 - 129 M	586.71	101	56	46	0	1	4	51	101	110	VC	
4	ICTA F5 - 310	572.25	105	56	49	0	2	4	52	101	110	A	
11	Cuyumaqui	557.76	111	62	49	1	1	4	55	109	118	A	
5	ICTA F6 - 335	538.90	107	59	48	0	3	3	53	102	111	VC	
6	ICTA F5 - 350	485.85	97	51	45	0	2	4	53	101	110	A	
2	ICTA F5 - 152	478.97	103	55	48	0	2	4	51	101	110	A	
9	F6 - 166 M	438.96	101	54	47	0	1	4	51	101	110	VC	

Fuente: Prueba de Tecnología, ICTA. Huehuetenango, 1,986.

AC = Acame;
 Al.sp = Alternaria sp;
 Phy.sp = Phytophthora sp;
 P.F. = Primer Fruto;
 C.V. = Ciclo Vegetativo;
 P.Prod. = Parte Productora;
 A = Amarillento;
 VC = Verde Claro

dades fungosas de follaje y suelo. Por otro lado la línea F5-222, calificada como susceptible, proviene del cruzamiento entre las variedades R-198, tolerante, por R-317, la cual es moderadamente resistente.

Las líneas F7-R30 e ICTA F8-74, reportan mayor altura de plantas y la primera en mención destaca en mayor longitud de la parte productora. La línea ICTA F5-350 posee altura de planta y longitud productora más pequeña.

En la localidad de Chacaj (Cuadro No. 13), se observa que los materiales más tardíos a madurez fisiológica son ICTA F8-74, y Cuyumaqui. Estos materiales fueron de 10 a 12 días más tardíos que los precoces. En días a flor, la línea F7-R30 fue la más tardía. Los parámetros de altura de planta, longitud de la parte productora y altura de primer fruto disminuye en casi 50% respecto a las otras localidades. La incidencia de enfermedades es baja y el ciclo vegetativo de los materiales en general es menor que el de las otras localidades. La escasa precipitación pluvial y la alta saturación de bases del suelo (Cuadro No 3, Anexo) influyeron sobre el comportamiento del cultivo que finalmente decreció su rendimiento en más de 300 Kg/Ha respecto al promedio general de las otras localidades, (ver Caracterización del Anexo).

Los costos de producción por hectárea para la línea F7-R30, de más alto rendimiento en las localidades de Guaylá, Buxup y La Laguna y, la línea F6-166 M, mejor productora en la localidad de Chacaj, se presentan en el Cuadro No. 14. La mayor rentabilidad, 122% la reporta F7-R30. Y la menor la reporta F6-166 M, con 30%.

Por tratarse de área nueva al cultivo de ajonjolí se efectuó un monitoreo de insectos y los resultados, (Cuadro 5, del Anexo) indican que las especies del orden Hemíptero fueron predominantes.

Por observaciones de campo, la localidad afectada por mayor población de insectos fue Chacaj, debido a varios factores:

1. Escasez de lluvia: Esto rompe el balance natural de las poblaciones de insectos, ya que la precipitación actúa como un regulador del nivel poblacional.
2. La planta de ajonjolí al tolerar períodos prolongados de escasez de lluvia, mantiene su estado normal succulento, esto hace que sea apetecida por los insectos.

En el anexo, el Cuadro No. 6, presenta la distribución de los tratamientos en el campo, en las cuatro localidades bajo estudio, así como las dimensiones del diseño.

Las Gráficas de 1 al 3 representan la distribución de las lluvias por localidad, durante el ciclo del cultivo, observándose la baja y errática precipitación pluvial en Chacaj.

En rango promedio, entre días a flor y madurez fisiológica en la localidad de Guaylá fue de 49 a 104 días después de la siembra respectivamente, y la cantidad de lluvia registrada en este período es 114.3 mm. producto de 8 precipitaciones mal distribuidas que provocaron canículas de 9 hasta 17 días (Gráfica No. 1) Lo anterior pudo haber afectado el rendimiento del cultivo si se considera que el período es crítico de la floración o formación del fruto.

En Buxup, el rango promedio entre días a flor y madurez fisiológica fue 52 a 103 días después de la siembra respectivamente, y la cantidad de lluvia registrada en este período es 111.76 mm. producto de 9 precipitaciones. Sin embargo la Gráfica No. 2, muestra que la distribución de la lluvia en el período de floración a madurez fisiológica es aceptable ya que canículas marcadas no existen.

Comparando los rendimientos de Guaylá y Buxup se observa que son más altos en el primero. Esto demuestra que la humedad no fue limitante por lo cual se asume que otro factor pudo influir en la variable rendimiento.

Para la localidad de La Laguna, no se reporta datos del comportamiento de la lluvia por pérdida del pluviómetro.

Chacaj, fué el ambiente más castigado en cantidad y mala distribución

de la precipitación. Este fue el factor que influyó en el rendimiento y comportamiento agronómico de los materiales. Como ejemplo, ciclo vegetativo del cultivo más corto.

El rango promedio entre días a flor y madurez fisiológica fue de 53 a 98 días después de la siembra respectivamente, y la cantidad de agua registrada en este período es 33.02 mm., producto de 4 precipitaciones. La Gráfica No. 3, muestra la poca y mal distribución para esta localidad.

Cuadro No. 13. Rendimiento y algunos datos agronómicos de los materiales en estudio
Chacaj, Nentón.

Entrada	Identificación	Rend. X Kg/Ha	Altura (cm)		Long. (cm)		AC	Enfermedades		No. de días			Color a Madure
			Planta	P.F.	P. Prod.	Al.sp		Phy.sp	Flor	Madurez	C.V.		
9	F6 - 166 M	441.90	63	38	25	0	1	1	51	92	100	VC	
8	ICTA F6 - 226	355.32	58	36	22	0	1	1	49	94	102	VC	
7	F6 - 129 M	305.43	57	35	22	0	1	1	51	95	104	VC	
11	Cuyumaqui	292.72	48	34	14	0	1	1	56	103	112	A	
3	ICTA F5 - 222	263.82	49	34	15	0	1	1	49	91	100	A	
6	ICTA F5 - 350	262.96	52	31	21	0	1	1	54	98	108	A	
4	ICTA F5 - 310	257.64	54	34	20	0	1	1	52	96	104	A	
10	F7 - R30	217.13	70	45	25	0	1	1	57	99	108	A	
1	ICTA F8 - 74	213.59	70	43	27	0	1	1	56	104	112	A	
12	R-198	206.55	38	24	14	0	1	1	51	94	102	A	
2	ICTA F5- 152	190.60	51	33	18	0	1	1	51	96	104	A	
5	ICTA F6 - 335	113.53	45	27	18	0	1	1	51	93	102	VC	

Fuente: Prueba de Tecnología, ICTA. Huehuetenango, 1986.

AC = Acame;
 Al.sp = Alternaria sp;
 Phy.sp = Phytophthora sp;
 P.F. = Primer Fruto;
 C.V. = Ciclo Vegetativo;
 P.Prod. = Parte Productora;
 A. = Amarillento;
 VC = Verde Claro .

Cuadro No. 14. Costo de producción de las Líneas F7-R30 y F6-166 M de Ajonjolí, evaluados en ensayos de Finca en la parte baja de Huehuetenango.

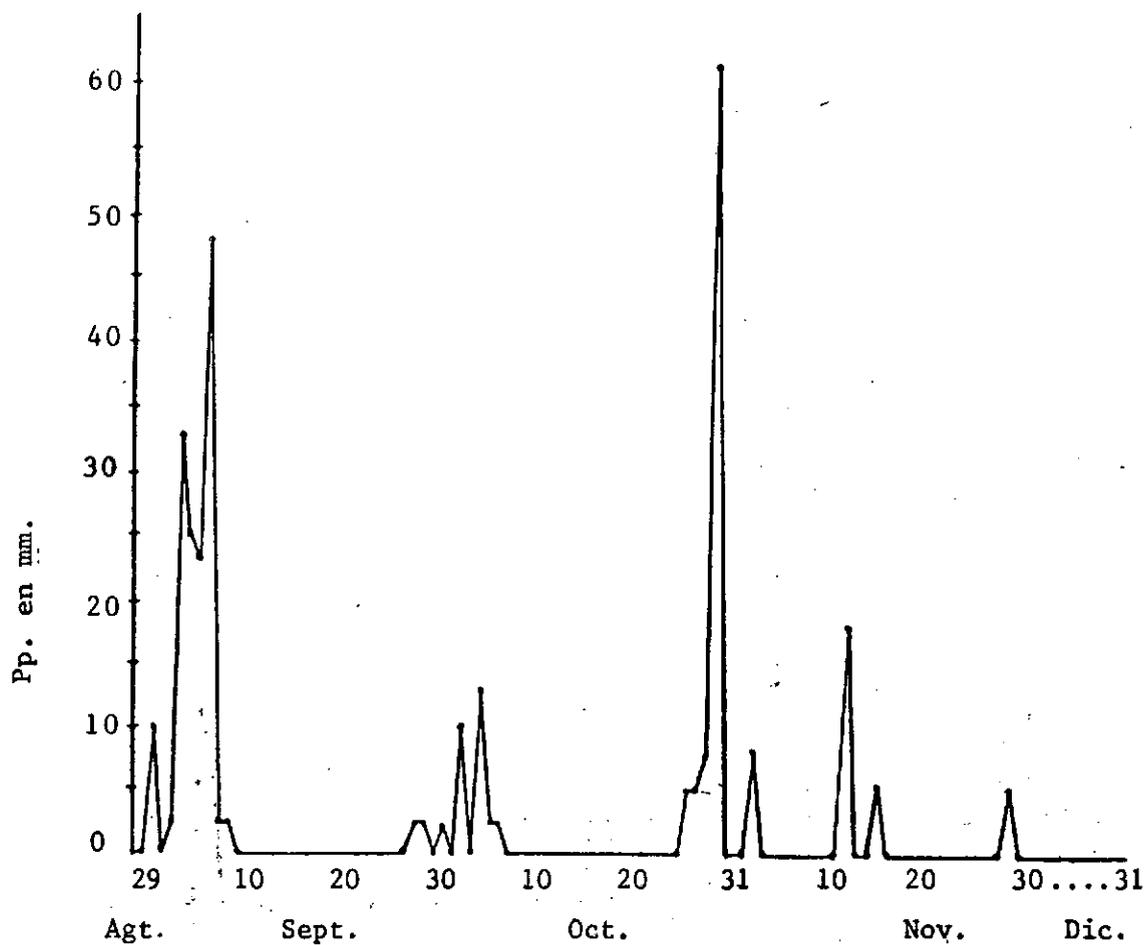
Concepto	Costo Total* (Q)	Costo Total** (Q)
I. COSTO		
1. Costos Directos		
<u>Mano de obra:</u>		
Preparación suelo	33.00	
Rayado y siembra	21.00	
Limpias	69.00	
Costo y Formación de gavillas	27.00	
Sacudida y limpia	33.00	
<u>Insumos:</u>		
Semillas	3.00	
Fertilizantes	60.00	
Insecticidas	64.30	
SUB-TOTAL	<u>310.30</u>	
2. Costos Indirectos		
Administración (10%) s/directos	31.03	
Interés (8%) s/directos por 6 meses	12.41	
Imprevistos (5%) s/directos	15.52	
Arrendamiento de la tierra (por cosecha)	14.30	
SUB TOTAL	73.26	
COSTO TOTAL	<u>383.56</u>	<u>383.56</u>
II. INGRESO BRUTO (IB)		
Producción 776.43 Kg	850.00	500.00
Costo total de producción	383.56	383.56
III. INGRESO NETO (IB CT)	<u>466.44</u>	<u>116.44</u>
IV. RENTABILIDAD %	122.%	30%

* Línea F7-R30 del Análisis Combinado, de las Aldeas, Guayla, Buxup y La Laguna

** Línea F6-166 M, Análisis de Localidad de la Aldea Chacaj.

Fuente: Prueba de Tecnología, ICTA Huehuetenango, 1986.

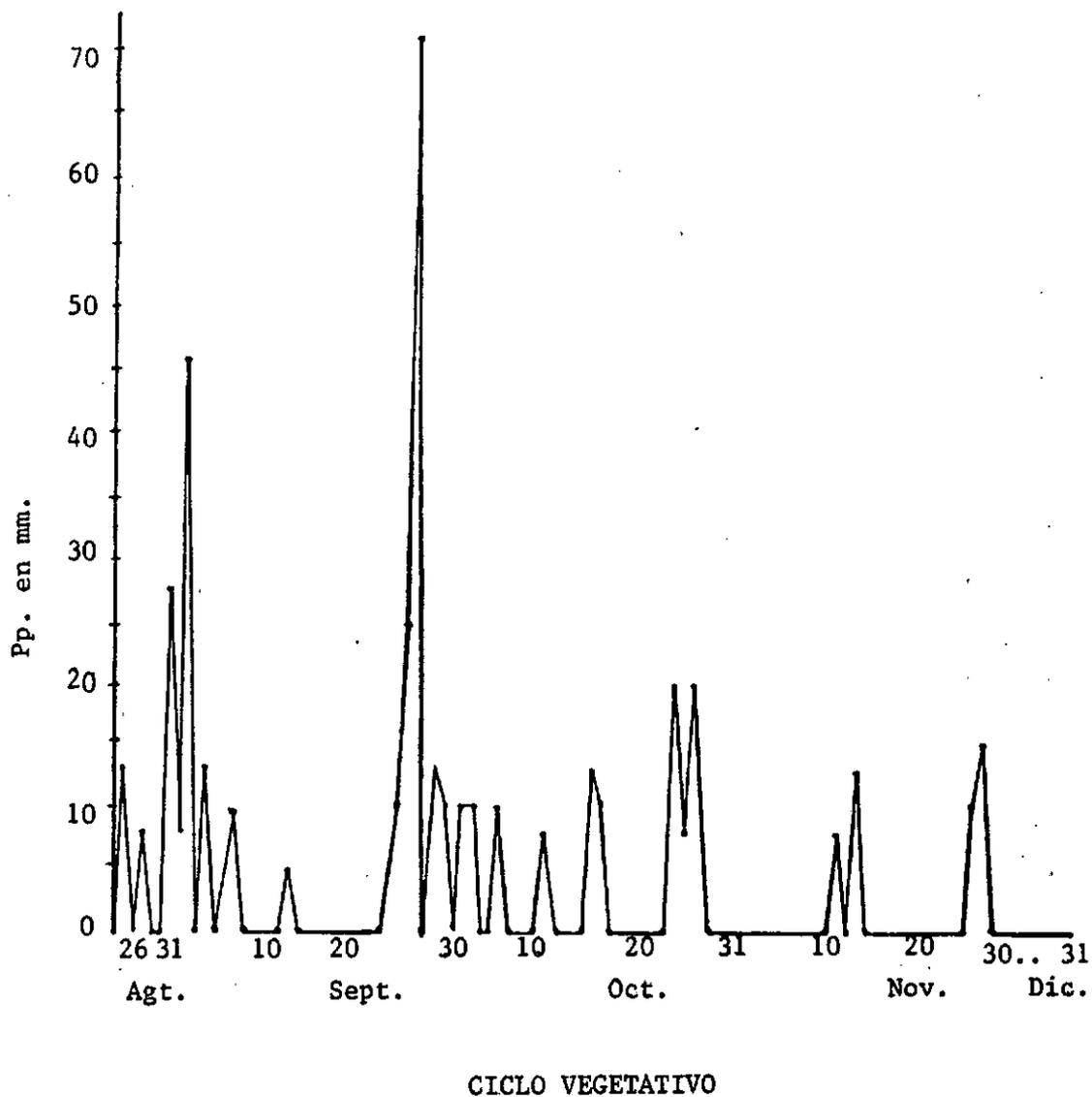
Gráfica No. 1. Precipitación Pluvial por día del 29 de agosto al 30 de noviembre en Guaylá, La Democracia. 1986.



CICLO VEGETATIVO

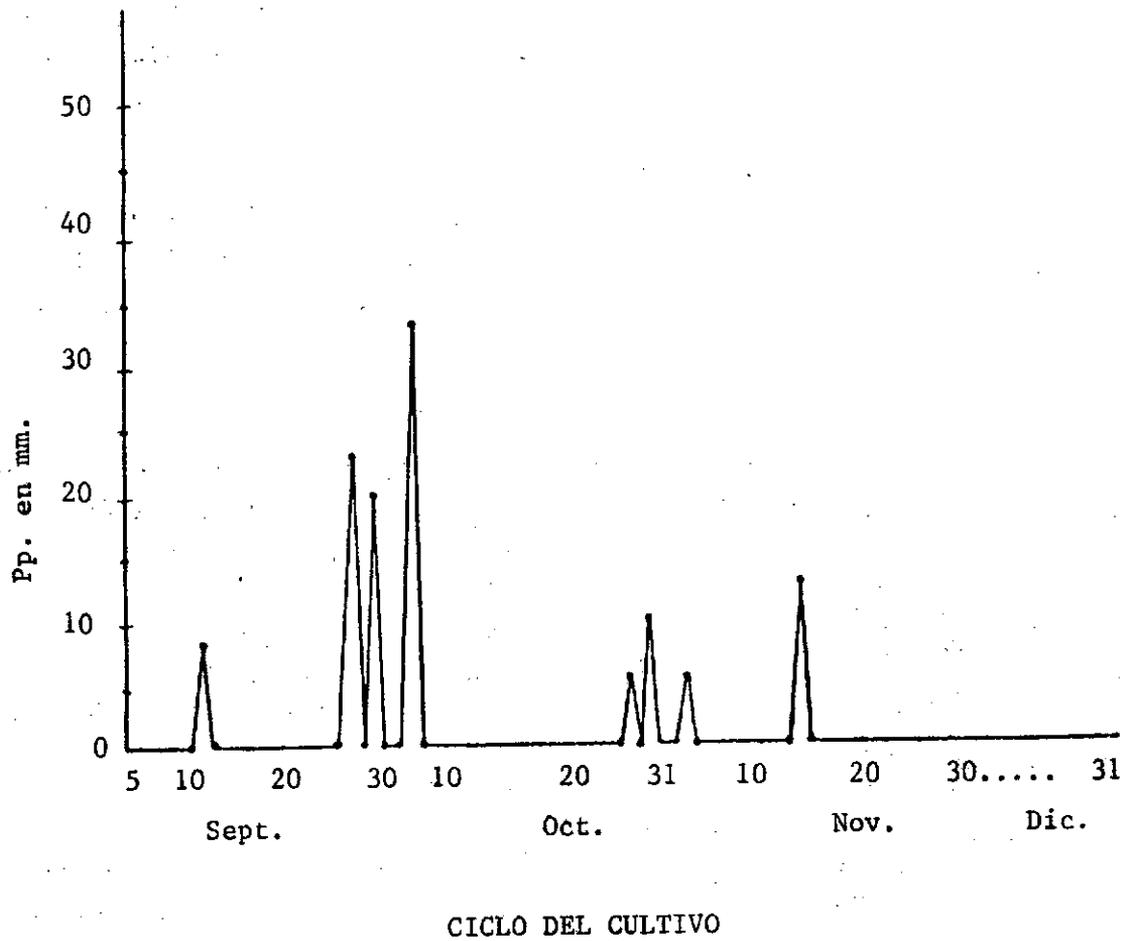
Fuente: Prueba de Tecnología, ICTA. Huehuetenango, 1986.

Gráfica No. 2. Precipitación Pluvial por día del 26 de agosto al 28 de noviembre Buxup, Jacaltenango. 1986



Fuente: Prueba de Tecnología, ICTA. Huehuetenango, 1986.

Gráfica No. 3. Precipitación Pluvial por día del 5 de septiembre al 14 de noviembre Chacaj, Nentón. 1986



Fuente: Prueba de Tecnología, ICTA. Huehuetenango, 1986.

VII. CONCLUSIONES

1. La línea F7-R30 presenta la mayor media de rendimiento de las localidades: Guaylá, Buxup y La Laguna, superando estadísticamente al 67% de los materiales en estudio.
2. Para las localidades: Guaylá, Buxup y La Laguna los materiales F7-R30, ICTA F8-74 y Cuyumaqui, fueron los más tardíos. Las líneas F7-R30 e ICTA F8-74 fueron más tolerantes a las enfermedades evaluadas e, ICTA F5-222 la más susceptible.
3. En Chacaj, la línea F6-166 M, reportó mayor media de rendimiento, superando estadísticamente a la línea ICTA F6-335, que fue la peor productora.
4. En la localidad de Chacaj, las condiciones ambientales no favorecieron la incidencia de enfermedades, pero sí a la población de insectos.
5. La línea F7-R30, de mayor rendimiento promedio en las localidades: Guaylá, Buxup y La Laguna reportó rentabilidad de 122%. Y la línea F6-166 M, con mayor rendimiento en Chacaj reportó 30% de rentabilidad.
6. La irregularidad y cantidad de precipitación pluvial durante los períodos críticos de los materiales en estudio, afectó el rendimiento y características agronómicas, como altura de planta y precocidad; especialmente en la localidad de Chacaj.
7. Los materiales mejor adaptados a las condiciones agroclimáticas de las localidades de: Guaylá, Buxup y La Laguna, fueron F7-R30, ICTA F8-74, ICTA F5-222, ICTA F6-226, R-198 y F6-129 M.

8. El material mejor adaptado a las condiciones agroclimáticas de la localidad de Chacaj fue F6-166 M.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

VIII. RECOMENDACIONES

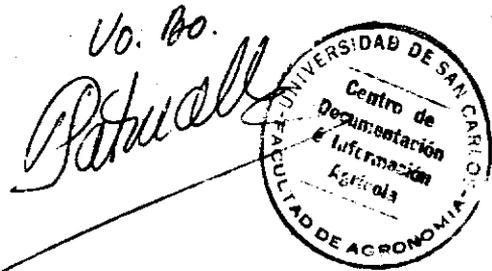
1. Para dar continuidad a la investigación es necesario someter a evaluación los mejores materiales, tomando en cuenta rendimiento, características agronómicas adecuadas, resistencia a enfermedades fungosas y tolerancia a la sequía.
2. En futuros trabajos es conveniente evaluar el sistema maíz-ajonjolí en relevo, para establecer su rentabilidad.
3. Efectuar evaluación de resistencia a sequía con las variedades más importantes, incluyendo la F6-166 M en el área bajo estudio.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. BRAUER, H. H. 1,969. Fitogenética aplicada. México, Limusa. p. 401 - 426.
2. CULTIVO COMERCIAL del ajonjolí. 1,961. Agricultura de las Américas. (EE.UU.) 10(11): 22-24, 26, 28, 42, 44.
3. CULTIVO DE ajonjolí. 1,982. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Folleto Técnico no. 16. p. 1-2.
4. ESCOBAR BARRERA, R. 1,974. Investigación entre la producción y comercialización del ajonjolí en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 46.
5. GIRON ZUÑIGA, E. A. 1,981. Estudio sobre la adaptación de 10 variedades de ajonjolí (Sesamum indicum L.) en los municipios de Ipala y San Manuel Chaparrón de los departamentos de Chiquimula y Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 41.
- 6. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1,982. El cultivo del ajonjolí, situación nacional y perspectivas. Informe Económico. (Gua.) 29(2): 7-9, 11-12.
7. _____. 1983. Informe de producción, exportación, importación precios y características de los principales productos agrícolas del país. Guatemala. p. 51.
8. _____. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. SOCIECONOMIA RURAL. 1,986. Registros económicos de producción de los cultivos maíz-ajonjolí, arroz, en los parcelamientos: El Reposo, Caballo Blanco, Santa Fe y El Rosario. Sub-Región IV-3; Retalhuleu ciclo 1,985. Guatemala, p. 12-14.
9. _____. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1,981. Diccionario geográfico de Guatemala. Compilación crítica Francis Gall. Guatemala, tomo 2, p. 12, 374-376.

10. GUDIEL, V. M. 1,975. Manual agrícola Superb. Guatemala, Superb. v. 4, p. 50-51.
11. HOLDRIDGE, L. 1,959. Zonificación ecológica de América Central. Turrialba, C. R., IICA. p. 62.
12. ICTA-198; nueva variedad de ajonjolí. 1,984. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. (Desplegable).
13. JUAREZ ARELLANO, H. A. 1,974. Evaluación de materiales de ajonjolí (Sesamum indicum L.), en las generaciones M_4 y M_5 para seleccionar los que presenten resistencia a Rhizoctonia ssp. en Apodaca, N. L. Tesis Ing. Agr. México, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 67 p.
14. LITTLE, T. M.; JACKSON HILL, F. 1,981. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, Trillas. 270 p.
15. LITZAMBERGER, S. 1,976. Guía para cultivos de los trópicos y el subtropical. México, Centro Regional de Ayuda Técnica. 120 p.
16. MAZZANI, B. 1,963. Plantas oleaginosas. Barcelona, España, Salvat. p. 55-99.
17. MENDEZ, B. E. 1,979. Ajonjolí. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 17 p. (mimeo.).
18. MERIDA CASTILLO, H. 1,975. El cultivo del ajonjolí en Guatemala. Prensa Libre, Agroprensa, Guatemala (Gua.); marzo. 31:4-6.
19. OCHSE, J. J. et al. 1,976. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. México, Limusa. v. 12, p. 1184-1188.
20. ORTIZ ARCHILA, J. R. 1,982. Evaluación de variedades de ajonjolí (Sesamum indicum L.) en tres localidades del departamento de Jutiapa. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 34 p.
21. POEHLMAN, J. M. 1,969. Mejoramiento genético de las cosechas. México, Limusa. p. 36, 38-39.

22. ROBLES SANCHEZ, R. 1,980. Producción de oleaginosas y textiles. México, Limusa. 672 p.
23. SANCHEZ, M. E. 1,955. Fitogenética. Barcelona, Salvat. p. 2, 40, 135-142.
24. SANTA MARIA MOLINA, G. 1,970. Evaluación de material genético de ajonjolí y la factibilidad de su cultivo en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 52 p.
25. SIMMONS, Ch.; Tárano, J. M.; Pinto, J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Traducida por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 113-137.



A N E X O

**DEPARTAMENTO
DE HUEHUETENANGO**

Figura No. 1 Localización de los sitios donde se realizó el estudio.



1. Guaylá.
2. La Laguna.
3. Buxup
4. Chacaj

Cuadro No. 1. Cronograma de actividades.

Actividades	Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero		
Preparación del terreno			■															
Siembra			■															
Limpia					■	■	■	■	■									
Fertilización						■	■	■	■									
Control de plagas					■	■	■	■	■									
Cosecha														■	■	■	■	■
Toma de datos									■	■	■	■						
Tabulación, análisis e interpretación de datos																		■

Fuente: Prueba de Tecnología, ICTA. Huehuetenango 1986.

Los Cuadros No. 2 y 3 del Anexo, presentan la fertilidad natural así como la caracterización respectivamente, de las distintas localidades muestreadas.

FERTILIDAD "NATURAL"

- pH: Guaylá y Buxup se consideran ligeramente alcalinos ya que el rango considerado para esta alcalinidad es 7.4 a 8.0. La Laguna se considera ligeramente ácido pues el rango para calificarlo como tal está entre 6.0 y 6.5; Chacaj se considera neutro. Rango de neutralidad es de 6.6 a 7.3.
- P: Guaylá, La Laguna y Chacaj se consideran deficientes mientras que Buxup se considera adecuado. Esto en base al rango crítico comprendido entre 5 a 10 ppm o ug/ml (tomando 7 como nivel crítico)
- K: Guaylá, Buxup y Chacaj se consideran deficientes; La Laguna adecuado. Rango crítico 90 a 110 ppm (tomando 100 como nivel crítico). Se trata del disponible y parte del intercambiable.
- Ca y Mg: La relación Ca/Mg considerada como óptima es de 4 a 1 aunque el rango de balance adecuado llega hasta 10 a 1. La relación adecuada está en función directa con el cultivo de que se trate. En términos generales los contenidos de Ca y Mg están altos, condición que puede limitar la absorción de otro nutrimento, especialmente K, por competencia iónica. Todos estos valores correlacionan con el pH obtenido, exceptuando La Laguna que tiene pH 6.4 y su valor teórico debería ser más alto (alcalino); la causa probablemente, se debe a que se trate de una arcilla degradada lo cual da origen a un pH degradado. Estas cantidades representan la disponibilidad para la planta con parte del intercambiable.

CARACTERIZACION

- M.O.: Para suelos del trópico el límite es 3.7%. Los contenidos de los suelos son adecuados exceptuando la localidad de Chacaj que se considera ligeramente bajo.
- CTI: Se considera alto para todos los suelos, pues el rango de variación normal está comprendido entre 15 y 25 meq/100 g y se nota la influencia que ejercen el contenido de arcilla y M.O.
- Ca y Mg: Las cantidades son mayores que el de análisis de fertilidad natural ya que se trata de Ca y Mg intercambiable, es decir, que ocupan lugares en el complejo de intercambio. Se deben tomar los mismos criterios considerados en el análisis de fertilidad natural.
- Na: No presenta ningún grado de peligrosidad para ninguna de las muestras. Como el porcentaje de saturación de sodio ocupa un 10% del complejo de intercambio indica peligrosidad de saturación por sodio y, cuando es igual o mayor al 15% ya se trata de un suelo sódico.
- K: Se trata del intercambiable y debe ser igual o mayor que el disponible. Refleja cantidades altas pero no están disponibles en las muestras de Guaylá, Buxup y Chacaj; probablemente por efecto negativo del ión calcio.
- H: Es el hidrógeno intercambiable y se interpreta como una acidez potencial; los resultados reflejan muy baja esta acidez en dos de las muestras y nula en las otras.
- % S.B.: En las muestras tomadas en La Laguna y Guaylá, esta saturación de bases está alta y en las de Buxup y Chacaj es mayor que el 100% o sea muy alta. El rango de variación normal se considera entre 65 y 75%, para que el suelo pueda responder sin mucha dificultad a un programa de fertilización, es decir que en estos

suelos la fertilización, es bastante difícil por efectos del calcio pues es el elemento que ocupa más espacios dentro del complejo de intercambio.

Elementos

Menores : No se ha investigado mucho sobre ellos pero se nota un desbalance entre Hierro y Manganeso.

La literatura reporta los siguientes niveles críticos:

Fe y Mn = 10 ppm

Cu y Zn = 4 ppm

Cuadro No. 2. Resultados de los análisis de suelo de las cuatro localidades en estudio del cultivo Ajonjolí.

MUESTRA No.	Laboratorio	pH	Microgramos/ml		meg/100 ml de suelo		Sugerencia para la aplicación de nutrimentos vegetales
			P	K	Ca	Mg	
Guaylá	7599	7.4	3.33	52	14.70	2.10	96 Kg/Ha de 46-0-0; 15 y 45 DDS
Buxup	4399	7.6	12.57	85	30.00	3.04	96 Kg/Ha de 46-0-0; 15 y 45 DDS
La La una	7594	6.4	4.17	130	17.34	2.75	194 Kg/Ha de 20-20-0; MS
Chacaj	7598	7.2	3.33	108	30.00	3.60	-

Cuadro No. 3. Caracterización de los suelos de las cuatro localidades en estudio del cultivo Ajonjolí.

Ingr. No.	%			Clase Textural	pH	%	M.O.	CTI	Me/100 g				%	S.B.	ppm			
	Arcilla	Limo	Arena						Ca	Mg	Na	K			H*	Fe	Cu	Mn
7599	44.58	27.55	27.87	Arcilla	7.4	4.23	35.73	25.88	3.46	0.18	0.30	5.91	83.46	18.9	4.2	26.3	2.1	
4399	32.55	41.94	25.51	Franco	7.6	3.92	53.23	53.80	3.96	0.26	0.93	-	100.00	2.2	0.2	20.6	2.2	
7594	48.14	28.21	23.65	Arcilla	6.4	3.81	37.37	29.62	4.71	0.20	0.76	2.08	94.43	0.0	0.8	39.2	2.1	
7598	15.12	59.43	25.45	Franco Limoso	7.2	3.65	44.02	75.47	7.82	0.21	1.28	-	100.00	0.0	0.5	58.6	2.6	

* Por diferencia con respecto a CTI.
 Fe, Cu, Mn y Zn extraídos con HCl 0.1 Normal.
 Resultados expresados en base a suelo secado
 al horno a 105°C.

Fuente: Laboratorio de la Disciplina de Manejo de Suelos ICTA, 1986.

Cuadro No. 4. Precipitación pluvial en mm. desde la siembra a la madurez fisiológica de los materiales evaluados en 1,986.

Localidad	M e s e s					Total
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Guaylá	10.16	142.24	106.68	35.56	-	295
Buxup	48.26	220.98	116.84	45.72	-	430
La Laguna	-	-	-	-	-	-
Chacaj	-	58.42	48.26	17.78	-	125

Fuente: Prueba de Tecnología, ICTA. Huehuetenango 1,986.

Cuadro No. 5. Estudio Taxonómico del monitoreo de plagas, efectuado en los ensayos de finca de Ajonjolí. Parte baja de Huehuetenango.

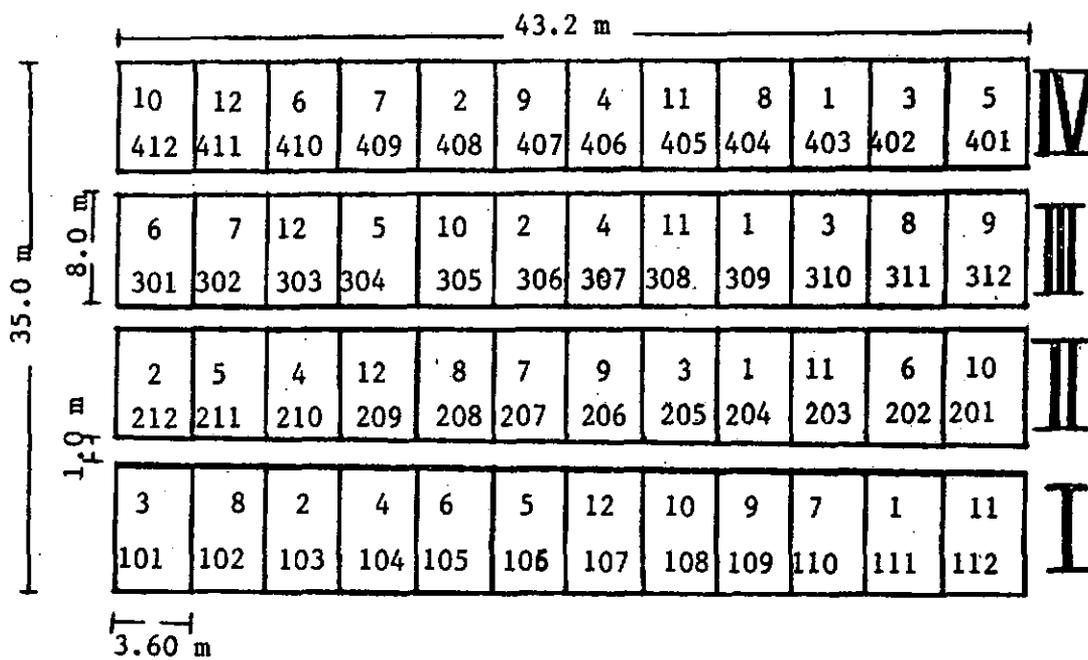
Orden	Familia	Género	Especie
Hemíptera	Coreidae	Leptoglossus	zonatus
Hemíptera	Alydidae	Burtinus	notatipennis
Hemíptera	Alydidae	Conacephalus	sp
Hemíptera	Reduriidae	Castolus	sp
Hemíptera	Pentatomidae	Euschistus	sp
Ortoptera	Acrididae	Schistocerca	nitens
Lepidoptera	Arctiidae	Estigmene	spp
Homoptera	Cicadellidae	Macunolla	spp

N O T A:

Quedaron pendientes de identificar un Homoptero y dos Ortopteros.

Fuente: Laboratorio ICTA, Labor Ovalle, Quetzaltenango.

Cuadro No. 6. Distribución de los tratamientos en el campo, en las cuatro localidades bajo estudio. Dimensiones del diseño.



Fuente: Prueba de Tecnología, ICTA. Huehuetenango, 1986.



Referencia	
Asunto	

FACULTAD DE AGRONOMIA

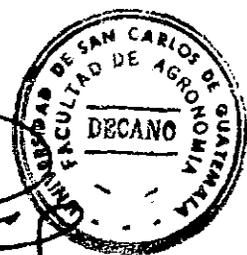
Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"

[Handwritten signature]



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
DECANO