

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

“EVALUACION DE 9 LINEAS Y 1 VARIEDAD
DE AJONJOLI (*Sesamum indicum* L). EN
JUTIAPA, LA MAQUINA Y CUYUTA”

TESIS

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

POR

ENMANUEL DE JESUS VELASQUEZ ANZUETO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1982

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

01
T(659)

c.3

**UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer

**JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

Decano:	Dr.	Antonio Sandoval S.
Secretario:	Ing. Agr.	Carlos René Fernández
Vocal primero:	Ing. Agr.	Oscar Leiva Ruano
Vocal segundo:	Ing. Agr.	Gustavo Méndez
Vocal tercero:	Ing. Agr.	Fernando Vargas N.
Vocal cuarto:	M.E.P.U.	Leonel Enrique Durán
Vocal quinto:	P. Agr.	Roberto Morales M.

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

Decano:	Dr.	Antonio Sandoval S.
Examinador:	Ing. Agr.	Ricardo Miyares
Examinador:	Ing. Agr.	Aníbal Martínez
Examinador:	Ing. Agr.	Rudy Antonio Villatoro
Secretario:	Ing. Agr.	Carlos N. Salcedo

Guyuta, 28 de septiembre de 1982.

Señor Decano
Facultad de Agronomía
Dr. Antonio Sandoval S.
Su despacho.

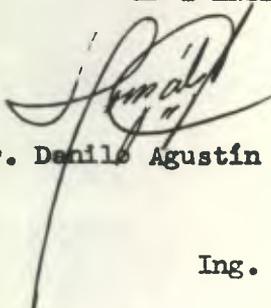
Señor Decano:

Nos es grato informarle, que en cumplimiento a la de signación que se nos hiciera, hemos asesorado el trabajo de investigación realizado por el Prof. Emmanuel De Jesús Velásquez Anzueto que ha culminado en la tesis titulada "EVALUACION DE 9 LINEAS Y 1 VARIEDAD DE AJONJOLI (Sesamum indicum L.) EN JUTIAPA, LA MAQUINA, Y GUYUTA", el cual hemos encontrado satisfactorio y en nuestra opinión llena los requisitos para su aceptación como tal.

En tal virtud, remitimos a usted la tesis mencionada considerando que la misma, constituye un aporte más de conocimientos en el cultivo de las oleaginosas, por lo que nos permitimos recomendar su aprobación e impresión.-

Sin otro particular, nos es grato suscribirnos del Señor Decano, con muestras de alta consideración.-

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Danilo Agustín González.


Ing. Agr. Eduardo De Jesús Menéndez B.

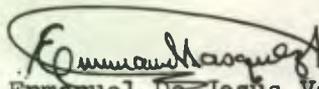
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, someto a su criterio el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE 9 LINEAS Y 1 VARIEDAD
DE AJONJOLI (Sesamun indicum L.) EN
JUTIAPA, LA MAQUINA Y CUYUTA".-

Esperando merezca su aprobación.

Respetuosamente


Emmanuel De Jesús Velásquez A.

ACTO QUE DEDICO

- A mis padres: Ovidio Velásquez A. (QEPD)
Eutimia A. vda. de Velásquez
*A cuyo esfuerzo y dedicación
debo lo que soy*
- A mi esposa: María Luisa Aguilar P.
- A mi hija: Wendy Carolina
- A mis hermanos: Aura Marina, Angel Gonzalo,
Luis Felipe y en especial a
José Marco Tulio Velásquez A.
- A mis familiares
y amigos:
- A la familia: Castellanos Rivera
Con respeto y aprecio
- Al señor: Miguel Chavarría

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que colaboraron en la realización del presente estudio investigativo.

En especial

A los Ingenieros Agrónomos Danilo Agustín González y Eduardo Menéndez Bolaños, por la asesoría, revisión, corrección y valiosa orientación en la ejecución de la presente tesis.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipotesis	3
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Origen del cultivo	3
2.1.1 Origen Geográfico	3
2.1.2 Origen Citogenético	4
2.2 Clasificación taxonómica y morfología de la planta	4
2.3 Composición química y usos de la semilla	6
2.4 Situación del cultivo del ajonjolí	9
2.4.1 Situación mundial	9
2.4.2 Situación nacional	11
2.5 Antecedentes de investigación en ajonjolí	13
3. MATERIALES Y METODOS	18
3.1 Localización y características de los sitios experimentales	18
3.2 Descripción de los materiales	21
4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL	24
4.1 Diseño experimental	24
4.2 Comparación múltiple de medias	26
4.3 Análisis combinado	26
4.4 Análisis de correlación	28

5. MANEJO DE LOS EXPERIMENTOS	29
6. RESULTADOS Y DISCUSION	31
6.1 Análisis combinado	36
6.2 Análisis de correlación lineal	40
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
7.1 Conclusiones	43
7.2 Recomendaciones	44
8. BIBLIOGRAFIA	45

RESUMEN

El cultivo del ajonjolí está adquiriendo más importancia a nivel nacional, por ser una oleaginosa que a la par del algodón, constituyen los principales cultivos que surten 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 de aceite, siendo necesario realizar más investigaciones en cultivos que como el ajonjolí, puede convertirse en una buena fuente de alimentos.

Una alternativa sería la de aumentar el área de cultivo e incrementar los rendimientos del ajonjolí; esto es factible, realizando evaluaciones constantes de nuevos materiales prometedores. En tal virtud, se llevó a cabo la evaluación de 9 líneas y una variedad de ajonjolí.

Los objetivos de este trabajo fueron:

- Determinar el material o materiales con mejores rendimientos.
- Determinar cuál de los caracteres fenotípicos contribuyen a incrementar el rendimiento.

El estudio se efectuó en Jutiapa, La Máquina y Cuyuta utilizando en cada localidad un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. Se realizó un análisis combinado, además análisis de correlación en Cuyuta.

Los resultados indican que algunos materiales evaluados, Maporal, NR-468 y NR-423 no mantuvieron su rendimiento en las tres localidades.

El análisis combinado mostró a los materiales, Maporal, NR-2000 y R-188 con las medias de rendimiento más altas: 702, 697 y 663 kg/Ha, respectivamente.

Los caracteres, altura de planta, altura de frutos y número de cápsulas por planta, son los que más se asocian con el rendimiento, según el análisis de correlación efectuado.

La asociación longitud de cápsulas con altura de plantas y número de semillas por cápsulas, mostró coeficientes de correlación de 0.40 y 0.39 respectivamente.

I. INTRODUCCION:

De acuerdo con la tasa de crecimiento de la población Guatemalteca, se espera un crecimiento de ésta, que llegará a doce millones de habitantes para el año dos mil, lo cual significa un aumento de las necesidades alimenticias, por lo menos, en la misma proporción.

La producción no guarda relación con la población ya que es necesario realizar importaciones, que implica una fuga de divisas.

Actualmente se confronta la escasez de uno de los productos básicos usados en la alimentación humana, como lo es el aceite vegetal. Esto se debe principalmente a una creciente necesidad de disponer de mayores volúmenes de aceite para consumo humano y de los subproductos derivados, así como a la reducción de áreas dedicadas al cultivo del algodón que ha sido la principal oleaginosa que surte a esa industria. En 1966 hubo una disminución del 12.1o/o (12.4 mil hectáreas de la superficie sembrada con algodón (16). En 1980 el área reducida fue de 24,500 hectáreas y en 1981 se dejaron sin sembrar 28,000 hectáreas. Esta crisis podría solventarse mediante el incremento en la producción de otros cultivos oleaginosos, tal el caso del ajonjolí, que puede convertirse a corto plazo en una mejor fuente de alimentos y divisas, por lo que se hace necesario e imperativo efectuar una mayor investigación en este cultivo.

Actualmente se calcula poco mas de 4.5 millones de hectáreas sembradas de ajonjolí en el mundo, de las cuales, se obtiene una producción de 1.750 mil toneladas.

Guatemala ha realizado exportaciones durante los años 1977 a 1979, principalmente hacia Estados Unidos de Norte América y Japón, con un promedio de 5.978,730.33 Kg. y 3.073,905 Kg., respectivamente.

El total de exportaciones fueron como sigue:

En 1977 un total de 9.179,879 Kg.

En 1978 un total de 14.388,138 Kg.

En 1979 un total de 12.803,836 Kg. (8, 9, 10)

La semilla de ajonjolí también puede utilizarse en la elaboración de margarinas, dulces, galletas, jabones, pinturas, cosméticos y productos farmacéuticos; aunado a esto, después de la extracción del aceite, queda la pasta residual, que es muy utilizada en la alimentación del ganado, aves de corral y otros.

Con el presente estudio investigativo, no se pretende dar una solución al problema de la escasez del aceite; únicamente contribuir con la evaluación y prueba de materiales prometedores de buen rendimiento, que mejoren la producción. También se desea saber un poco más acerca de algunos caracteres y la relación que ellos tienen en este cultivo, tratando de establecer si alguna de esas características es más importante que el resto y contribuye fuertemente al rendimiento.

1.1 OBJETIVOS:

- Determinar qué material o materiales son los mejores para incluirlos en futuras investigaciones.

- Determinar cuál de los caracteres es el más importante en su contribución al rendimiento.

1.2 HIPOTESIS:

Para el desarrollo de este ensayo se plantearon las hipótesis siguientes:

- Todos los materiales a evaluar tendrán un comportamiento similar.
- En ajonjolí se ha observado que las correlaciones entre algunos caracteres es baja, pero se cree que el carácter "número de cápsulas por planta", está fuertemente asociado con el rendimiento.

2. REVISION DE LITERATURA

El ajonjolí (*Sesamun indicum L.*) es conocido también como Sésamo, Alegría, etc. (24).

Pertenece a la familia Pedaliaceae que está formada por dieciséis géneros y sesenta especies. No hay acuerdo entre las autoridades sobre el lugar exacto de su origen geográfico debido a la gran diversificación del género *Sesamun* por toda Asia Central. (25)

2.1 ORIGEN DEL CULTIVO:

2.1.1 ORIGEN GEOGRAFICO:

De acuerdo con la teoría de Vavilov citado por Robles (25) respecto al origen de las especies cultivadas y su localización de los centros primarios, se cree que el ajonjolí tuvo su origen inicialmente en Etiopía y como centros secundarios, regiones o países enclavados en Asia Central, Asia Menor, India, Japón, China y en los últimos años llevado después del descubrimiento de América a México, a países centro y sudamericanos con temperaturas altas; es decir, regiones cálido-húmedas.

El Sésamo llegó al continente Americano probablemente en el siglo XVI, introducido al Brasil por los navegantes portugueses. (21)

2.1.2 ORIGEN CITOGENETICO

La especie en general puede agruparse en sub-especie bicarpelatum y en sub-especie tetracarpelatum. *Sesamun indicum* tiene un número cromosómico con $2n = 26$. Existen también especies silvestres con $2n = 32$ (prostratum) y $2n = 64$ cromosomas (occidentale y radiatum).

La importancia primordial de las especies silvestres radica en que constituyen fuente de germoplasma útil en trabajos de mejoramiento para incorporar caracteres de rusticidad y principalmente resistencia a plagas y a enfermedades del ajonjolí cultivado. Entre otras especies, se mencionan a alatum, angolense, laciniatum, indicum diploide y tetraploide. Se han realizado investigaciones para duplicar el número de cromosomas de las especies y así se han obtenido ajonjolíes tetraploides con $2n = 52$. El origen citogenético se desconoce. (25).

2.2 CLASIFICACION TAXONOMICA Y MORFOLOGIA DE LA PLANTA.

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Sub-división	Pteropsidæ
Clase	Angiospermae
Sub-clase	Dicotyledoneae
Orden	Tubiflorae
Familia	Pedaliaceae
Género	Sesamun
Especie	Indicum (orientale)
Sub-especie	Bicarpellatum
Sub-especie	Tetracarpellatum (25)

El ajonjolí es una planta anual, erecta, herbácea, con el ciclo vegetativo variable, entre 60 hasta 150 días, dependiendo de las variedades y de las condiciones ecológicas y edáficas. La altura de las plantas también tiene variabilidad según la fuente de germoplasma, existiendo variedades con 60 cms. y otras hasta con 3 metros de altura.

El tallo no es completamente cilíndrico a todo lo largo del mismo. En algunas variedades, en la parte inferior es obtusamente cuadrangular o irregular en diferentes formas. (25).

La superficie del tallo puede ser glabra como en la variedad "Morada" y en *Sesamun radiatum*, o vellosa como en la variedad "Inamar", o pilosa como el ajonjolí tetraploide. (21)

Las hojas tienen peciós largos y según la colocación de ellos en la planta, se encuentran las hojas generalmente lobuladas y muy grandes en la parte inferior; sin embargo a medida que las hojas se observan hacia la parte superior, van siendo menos lobuladas y tendiendo a la forma lanceolada. Al aproximarse el periodo de la madurez de las plantas, las hojas que primero caen, lógicamente, son las de la parte inferior, dejando una cicatriz pronunciada. Inmediatamente arriba de la cicatriz se localizan las cápsulas.

Las flores son gamopétalas, por formar los pétalos una estructura tubular, siendo los pétalos en número de cinco. En la parte superior de la flor, estos pétalos se presentan en forma bilabiada y están colocados de tal manera, que cierran completamente la flor y en esta forma se impide la entrada de polen por insectos o por el viento. La cantidad de anteras en la mayor parte de variedades cultivadas generalmente son cuatro pero ocasionalmente pueden ser 5 ó 6. El color de los estambres es blanco o blanco verdoso. El color de las corolas es blanco en algunas variedades, violeta o violáceo en otras y en algunas con color ligeramente rosado. Por tener la flor del ajonjolí el cáliz, la corola, el androceo y el gineceo con su ~~perianto~~ perianto completo, se dice que es perfecta y hermafrodita.

Botánicamente el fruto de la planta se describe como una cápsula erecta, oblonga, canaliculada y con dehiscencia loculicida. Su longitud es variable de acuerdo con las variedades comerciales, el diámetro tiene diferentes dimensiones según las variedades; sin embargo, en general se puede decir que los frutos o cápsulas se pueden clasificar en tres grandes grupos: a) cápsulas cortas, b) cápsulas intermedias y, c) cápsulas largas. (25).

Los frutos tienen cuatro celdas llenas de semilla. Se encuentran también frutos dobles con ocho celdas llenas de semillas, a menudo en plantas que tienen además hojas, flores y tallos dobles o múltiples, por efecto de fasciación. La longitud de los frutos llega hasta 8 cms. y su grosor máximo de 1 cm. También es variable el número de frutos sobre la planta, los cuales van desde unas docenas hasta un millar. (21)

Las semillas son de forma ovoidea, ligeramente achatadas en el extremo superior. El color va desde blanco, blanco sucio, rubio, café y así sucesivamente hasta llegar a color negro. Cada semilla es el producto de un óvulo fecundado; en consecuencia, en el caso del ajonjolí, se encuentra el ovario con una gran cantidad de óvulos y en esta forma se obtendrán en las cápsulas numerosas semillas. (25)

En Guatemala se conocen dos tipos de plantas: el ramificado, con muchas o pocas ramas, y el no ramificado, de vara, chicote o un solo tallo, a los cuales Toboada, citado por Robles (25) denomina plantas tipo 3 y 1, respectivamente.

La composición química de la semilla de ajonjolí obviamente es diferente de acuerdo con las variedades y la región ecológica en donde se obtiene dicha semilla; sin embargo, en términos generales y de acuerdo con análisis químicos realizados en diferentes localidades, se obtiene un promedio de 50o/o de aceite, 25o/o de proteínas, 11o/o de hidratos de carbono, 5o/o de cenizas, 4o/o de materia fibrosa y 5o/o de humedad. (25)

2.3 COMPOSICION QUIMICA Y USOS DE LA SEMILLA DE AJONJOLI

Las semillas se utilizan para la producción de un aceite vegetal ino-

doro, de alta calidad que puede sustituir al aceite de oliva. (24)

El aceite es muy apreciado, debido a que tiene un sabor agradable y además es de los aceites más fácilmente digeribles en la alimentación humana. Después de la extracción del aceite queda la pasta residual, muy usada en la alimentación del ganado, aves de corral y otros animales. Esta pasta residual, después de la extracción del aceite contiene alrededor de 45 a 50o/o de proteína.

La semilla de ajonjolí tiene usos en la preparación de algunos alimentos y también de dulces, galletas y confitería en general. El aceite también se utiliza en la elaboración de margarinas y en ingredientes para la industria farmacéutica; por otra parte, también se realiza la fabricación de jabones, cosméticos y en la industria de pintura sobre todo por ser de buena estabilidad.

Los ácidos grasos de la semilla de ajonjolí son el oleico y el linoleico. De acuerdo con los informes de análisis, en algunos se menciona más o menos 45o/o de oleico y 40o/o de linoleico, en otros reportes de análisis se encuentra 60o/o de oleína y 25 o poco más de porcentaje de linoleína. El peso específico es de 0.92 (más o menos) y el índice de yodo se reporta de 100 a 130 de acuerdo con la variedad de que se trate o la localidad en donde se obtuvo la cosecha. El aceite es semi-secante. (25)

Según Kinman, citado por Robles (25) la semilla de ajonjolí presenta el siguiente contenido bioquímico:

CONTENIDO	VARIACION		PROMEDIO
Humedad	4.19	a 5.97	53.53
Aceite	45.15	a 63.68	26.25
Proteína cruda	16.69	a 31.56	00.00
Ceniza total	5.01	a 6.14	00.00
Oxido de calcio	1.32	a 1.76	00.00
Fósforo (P ₂ O ₅)	1.42	a 1.78	
Carbohidratos	0.00	a 12.76	
Fibra cruda	2.88	a 15.70	
Niacina (mg por kg)	83.97	a 127.09	
Riboflavina (mgs por kg)	0.48	a 0.73	

Mazzani (21) reporta los siguientes componentes en las cenizas de la semilla:

Calcio	(CaO)	0.35
Fósforo	(P ₂ O ₅)	0.30
Hierro	(FeO ₃)	0.03
Potasio	(K ₂ O)	0.11
Sodio	(Na ₂ O)	0.02
Magnesio	(MgO)	0.13
Azufre	(SO ₃)	0.009
Silicio	(SiO ₂)	0.03
Cloro	(Cl)	0.002

COMPOSICION DE LA TORTA RESIDUAL DEL AJONJOLI:

Humedad	6.24o/o	
Grasa	4.42o/o	
Nitrógeno	7.50o/o	
Proteína (Nx6.25)	46.80o/o	(25)

Todos los aminoácidos esenciales están presentes en cantidades suficientes en la torta de ajonjolí. Además, ésta es rica en minerales y vitaminas del grupo B₁. (21)

EN EL ACEITE SE REPORTAN LOS ACIDOS GRASOS SIGUIENTES:

Palmítico	9.00o/o
Estearico	5.00o/o
Oleico	38.00o/o
Linoleico	48.00o/o

Entre los constituyentes menores del aceite de Sésamo se mencionan la sesamina, sesamolina, sesamol, etc. El sesamo con sus propieda-

des antioxidantes confiere al aceite de Sésamo una elevada estabilidad. Se encuentra en el aceite en una concentración máxima de 0.2 o/o.

En la elaboración industrial, algunos procesos, como la decoloración y la hidrogenación, aumentan la estabilidad, mientras que otros, como la desodorización, remueven una parte del sesamol y reducen la estabilidad del aceite.

El aceite de ajonjolí posee actividad sinérgicas con ciertas sustancias insecticidas, cuyos efectos tóxicos son aumentados en su presencia. (21)

El ICTA (12) ha promocionado algunas variedades para su venta comercial y uso de los agricultores, cuyos componentes bioquímicos son los siguientes:

Variedad	Humedad	Grasa	Proteína	Cenizas, Carbohidratos y Fibra Cruda
Maporal	4.2	58.4	19.0	18.4
Cuyumaqui	6.2	57.9	22.8	13.1
Aceitera	5.8	55.1	20.4	18.7
Local	4.0	54.4	21.6	20.0

2.4 SITUACION DEL CULTIVO DE AJONJOLI:

2.4.1 SITUACION MUNDIAL DEL CULTIVO:

De acuerdo con datos estadísticos de la producción mundial de la semilla de ajonjolí, se observa que en las últimas décadas no han ocurrido cambios considerables en la superficie cultivada, así como tampoco en la producción mundial total.

Se calcula actualmente cerca de 5 millones de hectáreas de las cuales, se obtiene una producción de 1.750 mil toneladas. El promedio mundial de la producción de ajonjolí es relativamente bajo (388 Kg/Ha), si se compara con los rendimientos por unidad de superficie de otros cultivos oleaginosos.

Una de las razones fundamentales por las cuales no ha existido aumentos considerables en superficies y en rendimientos es porque la planta de ajonjolí tiene el problema de la dehiscencia de las cápsulas, esto motiva que se pierda gran cantidad de semilla. En el mercado internacional, se tienen precios bastante atractivos para la semilla del ajonjolí, debido a que se obtiene aceite de muy buena calidad para el consumo humano. (25)

A continuación se mencionan los principales productores de ajonjolí, respectivamente, la superficie cosechada en miles de toneladas, el rendimiento productivo en miles de toneladas para el año 1977.

PAIS	SUPERFICIE COSECHADA EN Has.	PRODUCCION EN TONS.
Mundo	6 485,000	1 952,000
Asia	4 395,000	1 188,000
India	2 300,000	450,000
Africa	1 643,000	499,000
China	942,000	361,000
N.C. de América	250,000	154,000
México	219,000	127,000
Sudamérica	189,000	107,000
Venezuela	146,000	80,000
Europa	8,000	3,000 (25)

2.4.2 SITUACION NACIONAL DEL AJONJOLI:

El cultivo empezó a tomar auge aproximadamente en 1964. Anteriormente la producción se reducía al consumo que de esta oleaginoso hacían las panaderías y una exportación anual más o menos constante que oscilaba entre los 15 y 20 mil quintales.

La demanda interna estimada de semilla de ajonjolí para el año de 1966, fué de 18,000 quintales. El 22o/o aproximadamente fue consumido por las panaderías y el resto por la industria para la elaboración de aceites. (16)

DEPARTAMENTOS PRODUCTORES DE AJONJOLI:

Santa Rosa: Taxisco, Guazacapan, Chiquimulilla.

Escuintla: Iztapa, San Jose, Masagua, La Gomera y Tiquisate.

Jutiapa: Moyuta y Pasaco.

Quezaltenango: Coatepeque.

Suchitepéquez: Cuyotenango, Mazatenango.

San Marcos: Ocós.

Retalhuleu: San Andrés Villa Seca. (11)

En algunas regiones del país, se acostumbra sembrar ajonjolí entre el maíz todavía en pie, lo que determina una densidad de plantas relativamente baja y en consecuencia, rendimientos por unidad de área también bajos; se estima un rendimiento promedio de 12 quintales por manzana a nivel nacional. (3)

Las exportaciones de semilla durante 1960 a 1966, han sido canalizadas hacia Estados Unidos de Norte América, Canadá, El Salvador, Nicaragua, Puerto Rico y Japón. (11)

El ICTA (14) mediante registros económicos conducidos en La Máquina en 1980 encontró que del área agrícola de 24,000 hectáreas, aproximadamente el 25.4o/o es sembrado con ajonjolí, por el 50o/o de los agricultores. En promedio se utiliza el 20o/o de semilla mejorada de ICTA. Según datos en 1979 los agricultores tuvieron los resultados

económicos siguientes:

Rendimiento por manzana:	4.6 quintales
Precio por quintal:	33.56 Q.
Ingreso neto:	46.00 Q.
Costos totales por manzana:	108.30 Q.
o/o rentabilidad:	43
o/o semilla mejorada:	23

EXPORTACIONES DE AJONJOLI EN 1977:

Total: 9 179,879 Kg (peso bruto) con un valor de Q. 5.803,357.

Los países importadores fueron: Estados Unidos, Japón, Alemania R.F., Canadá, El Salvador, Francia, Holanda, Nicaragua, Polonia, Puerto Rico, República Dominicana, Reino Unido y Suecia; siendo los más importantes:

Estados Unidos	5,855,230 Kg	3,772,068 Quetzales
Japón	994,930 Kg	587,634 Quetzales
Alemania R.F.	807,699 Kg	586,387 Quetz. (8)

EXPORTACIONES DE AJONJOLI EN 1978:

Total: 14 388,138 Kg con un valor de Q. 9 374,728.00

Los países importadores fueron Alemania R.D., Alemania R.F., Bélgica, Canadá, Dinamarca, El Salvador, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Países Bajos, Puerto Rico, Reino Unido y Suecia, figurando entre los de mayor consumo:

Estados Unidos	5 826,281 Kg	5 270,928 Quetzales
Japón	4 680,637 Kg	2 624,085 Quetzales
Kuweii	1 221,194 Kg	190,000 Quetzales
Alemania R.F.	1 027,558 Kg	603,694 Quetz. (9)

EXPORTACIONES DE AJONJOLI EN 1979:

Total: 12 803,836 Kg con un valor de Q. 12 022,575.00

Las exportaciones fueron realizadas hacia los mismos países del año 1978, a excepción de Kuweii, siendo los de mayor consumo:

Estados Unidos	6 254,680 Kg	5 806,114 Quetzales
Japón	3 546,148 Kg	3 272,477 Quetzales
Alemania R.F.	1 542,280 Kg	1 552,912 Quetz. (10)

2.5 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIONES EN AJONJOLI:

Algunas observaciones indican que el cultivo del ajonjolí se inició en Guatemala poco antes de la Segunda Guerra Mundial a partir de 1940, según Santamaría. (27)

En aquellos tiempos se sembraba casi exclusivamente semillas de origen desconocido, aunque en la Estación Agronómica de Guazacapán del Ministerio de Agricultura y en las plantaciones de la United Fruit Company, Tiquisate, se experimentó con variedades mejoradas, en particular la Venezuela 51 y 52.

El Instituto de Fomento de la Producción, condujo trabajos experimentales en ajonjolí y logró producir mediante selección una nueva variedad, la 3/8, luego le llamó Cuyuta 3/8. En 1965 se efectuaron ensayos de evaluación de 8 variedades en la estación experimental Cuyuta, Escuintla. (27)

En 1975 el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola realizó varios experimentos: "Ensayo de once variedades de ajonjolí bajo condiciones del Parcelamiento La Máquina", con el objetivo de encontrar variedades resistentes a las enfermedades más comunes de la región y con características agronómicas deseables, entre los materiales utilizados figuró la variedad Maporal. Además, se realizaron experimentos sobre "Evaluación de 6 variedades de ajonjolí, bajo dos sistemas de siembra con los siguientes materiales: Maporal, Acarigua, Chicote, La Máquina, Blanquina seleccionada, Aceitera y PZ-6. (6)

De la experimentación en Venezuela se han obtenido variedades tales como "criollo", Venezuela 51, 52, Acarigua, Inamar, Aceitera y Glauca. En las experimentaciones realizadas se han incluido variedades como Margo, Dulce y Llano, introducidas de Estados Unidos de América. (21)

El ajonjolí responde a la aplicación de fertilizantes, según experimento que se realizó en Venezuela por la Estación Experimental de Araure. (21)

Mazzani (21) también lo demostró en un experimento que realizó con la variedad aceitera.

En Venezuela (Turén y Maracay) se hicieron pruebas con 14 líneas con buena resistencia a *Phytophthora*, *Macrophomina* y *Fusarium*. Las tres mejores líneas fueron la 71-184-1, 71-129-2 y la 71-145-2. Estas 14 líneas se compararon con la variedad Aceitera. Las tres selecciones tuvieron un rendimiento muy semejante a "Aceitera".

La mezcla de las tres líneas destacadas, constituyó la variedad "Aceitera resistente" a los 3 patógenos del suelo que más afectan los rendimientos del ajonjolí en Venezuela. (22)

El ICTA durante el año 1977 en el Parcelamiento La Máquina realizó varios ensayos con quince variedades de ajonjolí. Los resultados fueron variables. La variedad Acarigua (2a. prueba) rindió 719 Kg/Ha como el mejor promedio de rendimiento, destacando además, Peluda, Inamar, Glauca, Turén y PZ-7. También se efectuaron "Parcelas de prueba" en el mismo parcelamiento, incluyendo variedades y fertilización, los resultados fueron los siguientes:

TRATAMIENTO	REND. (Kg/Ha.)
SIN FERTILIZACION	
Maporal	602.50
Aceitera	544.50
Criolla	440.00
CON FERTILIZACION	
Aceitera	688.25
Maporal	661.75
Criolla	545.25 (13)

El ICTA en 1977, en el parcelamiento La Máquina efectuó cuatro ensayos sobre densidad de población. Se concluyó que es mejor utilizar 40 cms entre matas. Cuando se utilizan variedades de chicote, es aconsejable un máximo de población de 185,000 plantas por hectárea.

En el Parcelamiento La Blanca el ICTA estableció cuatro ensayos para evaluar 16 variedades de ajonjolí. La variedad Acarigua presentó posibilidades para la región.

También se realizó un ensayo para evaluar el rendimiento con tres densidades de población y seis variedades, en dos localidades. Del resultado de una localidad se pudo inferir la existencia de diferencias altamente significativas para variedades y significativas para densidades. Las mejores variedades fueron PZ-6 y Aceitera. La interacción variedades por densidades, se reflejó solamente en la variedad PZ-5 con una densidad de 166,666 plantas/Ha. (13)

Se realizaron dos ensayos de finca con el objeto de evaluar varios genotipos de ajonjolí y su respuesta a la fertilización con N y P. No se pudieron derivar conclusiones porque los ensayos fueron afectados por condiciones adversas, sin embargo, la variedad Inamar rindió 1.15 Tm/Ha en comparación con blanquina que rindió 0.32 Tm/Ha. (13)

Lemus (19) realizó un estudio sobre Evaluación de niveles de N -P-K en ajonjolí y concluyó que éste cultivo, responde positivamente a la aplicación de fertilizantes, y según análisis económico realizado, los mejores niveles fueron 90-60-30 kg/Ha., con un rendimiento promedio de 0.939 y 1.045 toneladas métricas por hectárea.

En Sonora, México se evaluaron 6 variedades de ajonjolí durante 3 ciclos de prueba, 1974 a 1976. La media de rendimiento de los 3 años de las 6 variedades fueron:

**Pachanqueño:	1398 Kg/Ha.	**Ciano 16:	1679 Kg/Ha.
**Ciano 27:	1732 Kg/Ha.	**Instituto 15:	2162 Kg/Ha.
*Teras '77:	2199 Kg/Ha.	*Yori '77:	2459 Kg/Ha.

* Nuevas variedades liberadas en 1977.

** Variedades testigos comerciales.

La variedad Yori '77 se obtuvo en el CIANO, de la cruce: Canasto x Instituto 101-B-3-1.

La variedad Teras '77 a partir de la línea IGUALA 101. (23)

Romero, citado por Robles (25) en Apodaca, N.L. México, realizó un estudio sobre "Ensayo de adaptación y de rendimiento de 17 variedades de ajonjolí" encontrando que las mejores variedades, respecto a rendimiento de semilla por Ha. fueron Oro con 2262.5 Kg/Ha. CIANO -27 1987.5 Kg/Ha. Instituto 101 1912.5 Kg/Ha. CIANO -96 1862.5 Kg/Ha. y Regional Canasto con 1825 Kg/Ha.

En el campo agrícola Experimental del Instituto Tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, México, se llevó a cabo un trabajo referente a la selección de líneas de ajonjolí, conducido por Durant, citado por Robles (25) para lo cual, se proyectó un programa de mejoramiento genético para realizar selección individual en germoplasma de procedencia nacional o extranjera, con el objetivo inmediato de for-

mar líneas de ajonjolí.

Ruiz (26) y Dávila (7) estudiaron en control químico de malezas en ajonjolí, determinando, respectivamente, que la aplicación de herbicidas provocó un alto índice de daño, debiéndose ésto a la alta precipitación pluvial que ocurrió después de la aplicación. Dávila señala que en siembra mateada, los tratamientos que incluyeron atrazina (excepto atrazina más terbutrina) fueron fitotóxicos al ajonjolí; en siembra al chorro los residuos de los tratamientos evaluados no presentaron efectos fitotóxicos sobre el cultivo.

Según Weiss (30), en Japón se obtuvo correlaciones entre 43 variedades de diferentes regiones del mundo, encontrándose los siguientes resultados:

El peso de grano tuvo asociación positiva con número de estomas y días a flor pero no fué significativo. Con los caracteres contenido de aceite, longitud de cápsulas y altura de planta la correlación fué significativa con valores de coeficientes de 0.81, 0.33 y 0.38, respectivamente.

También la altura de planta tuvo coeficientes de correlaciones significativos con contenido de aceite, número de estomas, días a floración y longitud de cápsulas. Por el contrario, la asociación entre longitud de cápsula y días a floración fué negativa con valor de -0.12.

Anides en 1964 (1) encontró correlación entre madurez tardía y rendimiento de grano. Las variedades con diferentes tasas de crecimiento y maduración sembradas al mismo tiempo tuvieron alta correlación lineal entre días a madurez y producción.

Estudios conducidos en la India por Sikka y Gupta (28), han demostrado que de 3 caracteres que afectan al rendimiento, el que más contribuye es el número de cápsulas, luego el número de ramas y finalmente, la altura de planta.

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES.

El presente estudio, consistente en la evaluación de 9 líneas y una variedad de ajonjolí, se llevó a cabo en los centros de producción del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, I.C.T.A., localizados en Jutiapa, Cuyuta (Escuintla), y La Máquina (Suchitepéquez).

3.1.1 ENSAYO No. 1 (Jutiapa)

Altitud: 2,971.68 p.s.n.m. (906 m) y entre las coordenadas geográficas 14° 18' 25" latitud norte y 99° 53' 50" longitud oeste. (17)

Según Simmons et al (29) el ensayo fué sembrado en suelos pertenecientes a la serie Culma que se caracterizan por ser ondulados a fuertemente ondulados, buen drenaje interno, el suelo superficial es de color café oscuro, con una textura y consistencia franco-arcillosa, pedregosa friable y un espesor aproximado de 25 a 30 cms. Su fertilidad natural es moderada.

Según Holdridge Et al (18) el área ecológica corresponde a la zona subtropical seca o bosque seco subtropical. Tiene una precipitación media anual de 1093 mm.

3.1.2 ENSAYO No. 2 (La Máquina)

El parcelamiento está comprendido entre las coordenadas geográficas siguientes:

Latitud: 14° 23' (N)

Longitud: 91° 35' (W)

UBICACION POLITICA:

Se encuentra en la jurisdicción del municipio de Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez.

CLIMA:

Comprendido dentro de la zona tropical seco y tropical húmedo.
(15)

PRECIPITACION PLUVIAL:

El ICTA mediante sus estaciones metereológicas reporta 1860 mm anuales. (6)

La precipitación pluvial aumenta gradualmente de 2219 mm a 4000 mm anuales, distribuidos en los meses de mayo a octubre. La época más lluviosa corresponde a junio, septiembre y octubre con un promedio de 114 días de lluvia.

ALTITUD:

Va desde 6 a 152 m.s.n.m.

SUELOS:

Corresponden a la serie Ixtán, de origen volcánico, cementado aluvial, relieve casi plana, drenaje bueno, textura arcillosa-plástica, color café oscuro. Esp. 10 cms., también arcillo-arenoso.

TOPOGRAFIA:

Plana, con ligeras ondulaciones, desniveles de 3-4o/o y en algunos casos hasta del 30o/o. (15)

3.1.3 ENSAYO No. 3 (Cuyuta)

UBICACION GEOGRAFICA:

El parcelamiento Cuyuta se encuentra ubicado en el municipio de Masagua, Escuintla y dentro de las coordenadas geográficas siguientes:

Latitud: N: 14° 07'

Longitud: W: 91° 09'

UBICACION POLITICA:

Está situado bajo la jurisdicción del municipio de Masagua del Departamento de Escuintla.

CLIMA:

Comprendido dentro de la zona tropical seca.

PRECIPITACION PLUVIAL:

La precipitación pluvial aumenta gradualmente de 702 mm a 2063 mm anuales, distribuidos en los meses de junio a octubre, correspondiendo a septiembre y octubre la época más lluviosa del año y contando con un promedio general de 108 días de lluvia.

TEMPERATURA:

Mínima: 21° C.

Máxima: 34° C.

ALTITUD O ELEVACION:

Va desde 38 a 45 m s.n.m.

SUELOS:

Corresponden a la serie Tiquisate, de origen aluvial, drenaje moderado, color café, textura franco-arenosa, espesor del horizonte "A" de 40 a 50 cms. Estructura granular, con bajo contenido de materia orgánica, suelos Paximaná asociados con la serie Bucul y Tiquisate.

TOPOGRAFIA:

Plana, con desniveles de 3 a 4o/o. (15)

3.2 DESCRIPCION DE LOS MATERIALES:

En la evaluación se incluyeron 2 tipos de materiales:

3.2.1 Materiales de origen Venezolano con aproximadamente 3 años de estudios de adaptación en Guatemala y que en este experimento se utilizó como testigo: Maporal.

3.2.2 Líneas derivadas de aproximadamente 6 generaciones de selección masal de germoplasma local y otro ya existente anteriormente.

Los materiales se identifican de acuerdo a su hábito de crecimiento, ramificado (R) y no ramificado (NR).

Los materiales que se evaluaron en el presente estudio investigativo fueron los siguientes:

1. R - 207
2. R - 342
3. R - 188
4. R - 302
5. M.APORAL (testigo)

6. NR - 288
7. NR - 468
8. NR - 423
9. NR - 294
10. NR - 2000

DESCRIPCION DE LA VARIEDAD MAPORAL:

Hábito erecto. Ramas generalmente seis, en tres partes. Porte alto. Entrenudos medianos y largos. Tallo delgado, sumamente flexible, de color variable al madurar (morado oscuro, morado claro y amarillo) de forma canaliculada, susceptible a vientos fuertes.

Hojas caducas, pequeñas, de color verde oscuro que se tornan moradas o amarillas al madurar.

Flores completamente blancas o con un ligero tinte lila, con marcas internas que son entre débiles y muy pronunciadas.

Frutos de mediana longitud, glabros o casi glabros; de cuatro lóculos, dehiscentes, morados o rojos al madurar.

Semilla pequeña de color blanco sucio, con un rafe que atraviesa longitudinalmente en una de sus caras

Plantulas de hipocotilo corto, de cotiledones pequeños y crecimiento inicial más lento que el de otras variedades. (4)

Dentro de los materiales utilizados por I.C.T.A., la variedad Maporal, se sabe que posee una mejor tolerancia a las enfermedades fungosas.

Ha sido estudiada ampliamente en Venezuela con el objetivo de obtener un material resistente a *Phytophthora parasitica*, causante de la Pata Negra y *Macrophomina phaseoli*, causante del tallo negro, hongos del suelo que afectan enormemente los rendimientos. (4)

El germoplasma del cual proceden las líneas evaluadas en el presente estudio, se originó de una colección de variedades regionales y material segregante de introducción antigua, en las cuales se efectuó una selección de plantas (selección individual) escogiendo aquellas que presentaron los caracteres deseados, tales como número de frutos por planta, tamaño de la cápsula, longitud de nudos, altura de primeros frutos, altura de planta y ciclo vegetativo.

En la siguiente generación, cada planta seleccionada formó un surco.

En generaciones sucesivas, se realizó la mezcla de cinco plantas seleccionadas siguiendo los criterios anteriores.

Así se llegó a la sexta generación, dando origen a los materiales (nueve líneas) que se evaluaron en este experimento.

Se considera que el método de Selección Individual es el más indicado, pues el ajonjolí es una planta autógama, y además tiene más o menos 30/o de cruzamiento natural, que puede variar de 5 al 150/o, dependiendo de la época y de la capacidad que tengan los materiales de cruzamiento. (25)

MEJORAMIENTO GENETICO EN AJONJOLI:

Antes de iniciar un programa de mejoramiento genético, se debe primero hacer una introducción de germoplasma que puede ser mediante la colección de variedades regionales, variedades a nivel nacional o variedades a nivel internacional. En ocasiones, por simple introducción y ensayos de rendimiento, se puede determinar una variedad a nivel regional, nacional o internacional que supere en rendimiento, en caracteres agronómicos e inclusive en calidad a la que se siembre en cierta localidad. Puede ser que la variedad de esa localidad supere a todas las demás, en cuyo caso, definitivamente ya se puede decir que esa variedad es con la que se debe iniciar el programa de mejoramiento genético.

Para recomendar una nueva variedad por medio de introducción de germoplasma, lo más recomendable es realizar cuando menos tres ensayos consecutivos de rendimiento, porque puede suceder, como ya se ha comprobado en muchos casos, que en un año o en un ciclo agrícola se tengan ciertas condiciones ecológicas, y lógicamente en otro año, o en otro ciclo agrícola, las condiciones ecológicas podrán ser diferentes, por ejemplo, en lo que se refiere a temperaturas máximas, mínimas o presencia de heladas, granizos, u otros riesgos. También puede influir el porcentaje de humedad relativa, el fotoperíodo y otras influencias del medio ambiente, que darán por resultado el que en un año o ciclo agrícola se considere a una variedad como la mejor, y en otro año o ciclo agrícola puede ser diferente variedad; de acuerdo con lo anterior, esa es la razón de porqué debe hacerse cuando menos tres ciclos de ensayo de rendimiento entre las variedades, para poder dar una buena recomendación al agricultor. (25)

4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

4.1 DISEÑO EXPERIMENTAL:

El presente estudio se realizó empleando el diseño de Bloques al azar, con cuatro repeticiones para cada una de las localidades: Jutiapa, La Máquina y Cuyuta.

ANALISIS:

LA METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE RESULTADOS FUE LA SIGUIENTE:

- a) Análisis de correlación entre caracteres.
- b) Análisis combinado entre localidades.
- c) Análisis individual de rendimiento en cada localidad.

El análisis de varianza individual en cada localidad se hizo con base al modelo estadístico propuesto para el Diseño de Bloques al azar, cuyas observaciones se representan así:

$$Y_{ij} = M + B_j + T_i + E_{ij}$$

en donde:

$i = 1, 2, \dots, t$: $t =$ Número de tratamientos.

$j = 1, 2, \dots, r$: $r =$ Número de repeticiones.

$Y_{ij} =$ Valor del carácter estudiado de la i -ésima observación en la j -ésima repetición.

$M =$ Media general del carácter.

$T_i =$ Efecto del i -ésimo tratamiento.

$B_j =$ Efecto de la j -ésima repetición.

$E_{ij} =$ Efectos aleatorios asociados a la ij -ésima observación.

En el cuadro No. 1 se muestra el análisis de varianza para bloques al azar con " i " tratamientos y " r " repeticiones.

CUADRO 1. Análisis de varianza para el diseño de Bloques al Azar.

F.V.	G.L.	C.M.	E.C.M.
Repeticiones	$r-1$	CM_1	$\sigma^2 + tK_r$
Tratamientos	$t-1$	CM_2	$\sigma^2 + rK_t^2$
Error	$(r-1)(t-1)$	CM_3	σ^2

$r =$ repeticiones, $t =$ tratamientos,

$\sigma^2 =$ Varianza poblacional

4.2 COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS:

Este tipo de análisis se utilizó para efectuar la comparación de medias cuando el análisis de varianza demostró diferencias estadísticas significativas. La prueba que se utilizó fue la comparación múltiple de Duncan.

$$DMS = T_{50/o} (n-1) gl \sqrt{\frac{2cme}{r}}$$

T = En tablas de valores de student.

cme = Cuadro medio del error.

r = Réplicas.

gl = Grados de libertad del error.

La diferencia mínima significativa se obtuvo al multiplicar el error estandar por cada uno de los comparadores obtenidos en una tabla de factores studentizados significativos. Así se ve el comportamiento de cada variedad sobre las demás a un nivel de significancia del 50/o de probabilidad. (5)

4.3 ANALISIS COMBINADO:

Se efectuó este análisis para determinar la interacción de cada material experimental a través de las tres localidades.

Dicho análisis se efectuó como un diseño experimental de bloques al azar, cuyo modelo de efectos fijos es el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + T_i + B_j(k) + L_k + (LT)_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Valor del carácter estudiado de la parcela en la i-ésima observación, en la j-ésima repetición de la k-ésima localidad.

M : Media general del carácter.

T_i : Efecto del i -ésimo tratamiento.

$B_j(k)$: Efecto de la j -ésima repetición dentro de la k -ésima localidad.

TL_{ik} : Efecto de la ik -ésima observación asociada a la interacción variedad por localidad.

E_{ijk} : Efecto aleatorio asociado a la ijk -ésima observación.

$i = 1, 2, \dots, t$: t = Número de variedad o tratamientos.

$j = 1, 2, \dots, r$: r = Número de repeticiones.

$k = 1, 2, \dots, k$: k = Número de localidades.

En el cuadro 2 aparece el análisis de varianza combinado que se utilizó para el modelo descrito anteriormente.

CUADRO 2: Análisis de varianza combinado bajo un diseño de bloques al azar.

F.V.	G.L.	C.M.	E.C.M.
Localidad	$\ell - 1$	CM_1	
Rep (Loc)	$\ell (r-1)$	CM_2	
Variedades	$t-1$	CM_3	$\sigma_e^2 + r\ell K_t^2$
Var x Loc	$(t-1) (\ell-1)$	CM_4	$\sigma_e^2 + rK_{t\ell}^2$
Error	$\ell (r-1) (t-1)$		σ_e^2
Total	$rt\ell-1$		

Al realizar el análisis anterior se encontró diferencias significativas entre medias por lo que se procedió a realizar la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

4.4 ANALISIS DE CORRELACION:

La estimación de las correlaciones se hizo con base a la fórmula:

$$r_F(y) = \frac{S_F^2(xy)}{\sqrt{S_F^2(x) S_F^2(y)}}$$

Donde:

$r_F(y)$ = Coeficiente de correlación fenotípica.

$S_F^2(xy)$ = Covarianza de los fenotipos x é y.

$S_F^2(x)$ = Varianza de valores x.

$S_F^2(y)$ = Varianza de valores y.

S^2 = Varianza muestral.

El análisis de correlación con el rendimiento, se efectuó entre los caracteres siguientes:

- a) Altura de planta.
- b) Altura de los primeros frutos. (cápsulas)
- c) Número de cápsulas por planta.
- d) Número de semillas por cápsula.
- e) Longitud de las cápsulas.
- f) Peso de planta, y
- g) Número de semillas por gramo.

Las mediciones de éstos caracteres fenotípicos se realizaron con base a 5 plantas de cada parcela experimental, a excepción del dato del peso de planta, que se obtuvo dividiendo el peso total de las plantas entre el número de plantas existentes en la parcela. De la semilla obtenida se tomó una muestra consistente en un gramo, determinando el número de semillas. (SEM/GR).

5. MANEJO DE LOS EXPERIMENTOS

5.1 PREPARACION DEL TERRENO:

Esta actividad consistió en un paso de arado y dos de rastra, luego se hizo el surcado, dejando una distancia de 0.75 m entre surcos, para las localidades de Jutiapa y Cuyuta en las cuales no había maíz. En La Máquina se efectuó una limpia entre las calles de maíz.

5.2 SIEMBRA:

La siembra se realizó en forma manual y al chorro, teniendo el cuidado de no tapar la semilla con una capa gruesa de tierra, para las localidades de Jutiapa y Cuyuta. En La Máquina fue mateado, a 40 cms entre posturas.

La unidad experimental fue constituida por 4 surcos, con un espaciamiento entre ellos de 0.75 m y con 5 m de longitud, dando un área bruta de 15 m cuadrados por parcela, dejando 1.5 m de calles entre cada bloque, lo que nos hizo un área total de 735 metros cuadrados por ensayo.

Los datos fueron tomados de los 2 surcos centrales.

5.3 FERTILIZACION:

En Cuyuta y Jutiapa se aplicó urea a razón de 1.5 quintales por

manzana, 50o/o durante la siembra y 50o/o inmediatamente después del raleo, dejando 10 a 12 plantas por metro lineal, en banda lateral, incorporando el fertilizante. En La Máquina en una sola aplicación después del raleo.

5.4 CONTROL DE ENFERMEDADES:

No se efectuó ningún tipo de control, ya que se pretendió establecer la tolerancia por parte de las líneas a evaluar.

5.5 CONTROL DE PLAGAS EN EL FOLLAJE:

Se efectuaron aplicaciones de Lannate 90o/o a razón de 300 gramos por hectárea.

5.6 COSECHA:

La cosecha se efectuó al llegar la planta a su madurez fisiológica, cuando las primeras cápsulas empezaron a abrirse, se cortaron y se formaron gavillas. Se dejaron secar por espacio de 15 días, luego se sacudieron en lonas, limpiando la semilla pasándola en zarandas.

5.7 TOMA DE DATOS:

FLORACION: Se anotó el número de días transcurridos a partir de la siembra hasta cuando el 50o/o de plantas tuvo la primera flor blanca.

ALTURA:

- a) Planta: Se tomó la altura en cms, del suelo a la parte alta de la planta, cuando ésta dejó de florecer.
- b) Fruto: Altura en cms, a partir del suelo hacia el primer fruto.

los diferentes ambientes.

Al encontrar diferencia significativa entre tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Rango Múltiple de Duncan, que se muestra en el cuadro 11.

Con base a los resultados obtenidos en las tres localidades se calcularon los rendimientos promedio en kg por hectárea, los cuales se presentan en los cuadros 9 y 10. Los resultados se calcularon con una humedad de grano de 70/o en kilogramos por hectárea.

De acuerdo a los análisis estadísticos, se encontró que existen diferencias significativas para tratamientos al nivel 10/o de probabilidad en cada localidad, al igual que al combinar sus resultados, los efectos de localidades y la interacción trat. x loc., tuvieron diferencias altamente significativas. (Cuadros 3, 4 y 8).

Algunos materiales (líneas), como la NR - 2000, R - 188, NR - 468 y R - 342 rindieron en forma similar al testigo mejorado, Maporal. Se notó también que algunas líneas rindieron en una localidad, no así en los demás ambientes. Esto indica que es necesario incluir más de un ambiente cuando se pretende seleccionar materiales por su rendimiento. (Cuadro 9).

CUADRO 9: Rendimiento promedio de los 10 tratamientos en las tres localidades, en kilogramos/hectáreas.

Material Experimental	Jutiapa	La Máquina	Cuyuta	\bar{X}
R - 207	287	665	533	495
R - 342	368	752	812	644
R - 188	341	1027	621	663
R - 302	398	728	712	613
MAPORAL	599	1046	462	702
NR - 288	486	655	500	547
NR - 468	355	1115	479	650
NR - 423	473	795	479	583
NR - 294	283	753	421	486
NR - 2000	566	820	704	697

CUADRO 5. Comparación de medias de rendimiento de los 10 tratamientos evaluadas en la localidad de Jutiapa, en kilogramos por hectárea.

MATERIAL EXPERIMENTAL	RENDIMIENTO	DUNCAN
Maporal	599	
NR - 2000	566	
NR - 288	486	
NR - 423	473	
R - 302	398	
R - 342	368	
NR - 468	355	
R - 188	341	
R - 207	287	
NR - 294	283	

Los tratamientos comprendidos dentro de la misma línea, no difieren significativamente al nivel de 5o/o de probabilidad.

CUADRO 6. Comparación de medias de rendimiento de los 10 tratamientos evaluados en la localidad de La Máquina, en kilogramos por hectárea.

MATERIAL EXPERIMENTAL	RENDIMIENTO	DUNCAN
NR - 468	1115	
Maporal	1046	
R - 188	1027	
NR - 2000	820	
NR - 423	795	
NR - 294	753	
R - 342	752	
R - 302	728	
R - 207	665	
NR - 288	655	

Los tratamientos comprendidos dentro de la misma línea no difieren significativamente al nivel de 50/o de probabilidad.

CUADRO 7. Comparación de medias de rendimiento de los 10 tratamientos evaluados en la localidad de Cuyuta, en kilogramos por hectárea.

MATERIAL EXPERIMENTAL	RENDIMIENTO	DUNCAN
R - 342	812	
R - 302	712	
NR - 2000	704	
R - 188	621	
R - 207	533	
NR - 288	500	
NR - 468	479	
NR - 423	479	
MAPORAL	462	
NR - 294	421	

Los tratamientos comprendidos dentro de la misma línea no difieren significativamente al nivel de 5o/o de probabilidad.

6.1 ANALISIS COMBINADO:

Al efectuar los análisis de varianza por localidad, existe diferencias altamente significativas, por lo que fué necesario realizar éste análisis para determinar qué material o materiales son los más estables.

CUADRO 8. Análisis de varianza combinado para 10 tratamientos evaluados en las tres localidades.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Sig.
Localidades	2	3.5995	1.7997	160.680	**
Rep (Loc)	9	0.4164	0.0462	4.125	**
Trat.	9	0.6581	0.0731	6.526	**
Trat. x Loc	18	1.3980	0.0777	6.937	**
Error	81	0.9064	0.0112		
Total	119	6.9783			

C.V. = 17 o/o

** =Significativo al 1o/o de probabilidad.

El análisis de varianza combinado mostró diferencias altamente significativas en todas las fuentes de variación.

La significancia entre la interacción genética ambiental (trat. x loc.) indica que los materiales evaluados responden en diferente forma a

los diferentes ambientes.

Al encontrar diferencia significativa entre tratamientos, se procedió a realizar la prueba de Rango Múltiple de Duncan, que se muestra en el cuadro 11.

Con base a los resultados obtenidos en las tres localidades se calcularon los rendimientos promedio en kg por hectárea, los cuales se presentan en los cuadros 9 y 10. Los resultados se calcularon con una humedad de grano de 70/o en kilogramos por hectárea.

De acuerdo a los análisis estadísticos, se encontró que existen diferencias significativas para tratamientos al nivel 1o/o de probabilidad en cada localidad, al igual que al combinar sus resultados, los efectos de localidades y la interacción trat. x loc., tuvieron diferencias altamente significativas. (Cuadros 3, 4 y 8).

Algunos materiales (líneas), como la NR - 2000, R - 188, NR - 468 y R - 342 rindieron en forma similar al testigo mejorado, Maporal. Se notó también que algunas líneas rindieron en una localidad, no así en los demás ambientes. Esto indica que es necesario incluir más de un ambiente cuando se pretende seleccionar materiales por su rendimiento. (Cuadro 9).

CUADRO 9: Rendimiento promedio de los 10 tratamientos en las tres localidades, en kilogramos/hectáreas.

Material Experimental	Jutiapa	La Máquina	Cuyuta	\bar{X}
R - 207	287	665	533	495
R - 342	368	752	812	644
R - 188	341	1027	621	663
R - 302	398	728	712	613
MAPORAL	599	1046	462	702
NR - 288	486	655	500	547
NR - 468	355	1115	479	650
NR - 423	473	795	479	583
NR - 294	283	753	421	486
NR - 2000	566	820	704	697

CUADRO 10: Características agronómicas de los mejores 5 materiales incluyendo las tres localidades.

Tratamiento	Días a Flor	ALTURA EN CMS		Ciclo Días	Color
		Planta	Fruto		
MAPORAL	40	190	105	91	B
NR - 2000	40	190	75	85	C
R - 188	42	155	90	89	C
NR - 468	39	180	90	85	C
R - 342	38	185	75	86	C

CUADRO 11 Comparación de medias de rendimiento de los 10 tratamientos evaluados en Jutiapa, La Máquina y Cuyuta en kilogramos por hectárea.

MATERIAL EXPERIMENTAL	RENDIMIENTO	DUNCAN
MAPORAL	702	
NR - 2000	697	
R - 188	663	
NR - 468	650	
R - 342	644	
R - 302	613	
NR - 423	583	
NR - 288	547	
R - 207	495	
NR - 294	486	

Todos los tratamientos comprendidos dentro de una misma línea, no difieren significativamente entre, al nivel de 5o/o de probabilidad.

Es importante señalar que en la siembra de materiales no ramificados se notaron espacios, que el follaje no llegó a cubrir, lo que indica la posibilidad de utilizar distancias entre surcos más cortas, para mejorar rendimiento por incremento de población.

La prueba de rango múltiple de Duncan realizada en cada localidad, pone de manifiesto que los mejores tratamientos fueron: Maporal, NR-2000, NR-288, N-423 en Jutiapa; NR-468, Maporal y R-188 en La Máquina, y R-342, R-302 y NR-2000 en Cuyuta.

El análisis combinado de las tres localidades presentó a los mejores materiales, que en su orden son: Maporal, NR-2000, R-188, NR-468 y R-342.

6.2 ANALISIS DE CORRELACION LINEAL

Es importante mencionar que las mediciones fenotípicas de las plantas, no fué posible realizarlas en las tres localidades, por lo que se presentan los datos de Cuyuta, con los que se obtuvo los coeficientes de correlación entre algunos caracteres y con el rendimiento, los cuales se presentan en el cuadro 12.

CUADRO 12 Correlaciones lineales fenotípicas entre caracteres.
Localidad Cuyuta.

	Altura fruto	No. caps/ planta	No. sem/ caps.	Long. caps.	Peso planta	Sem/ gr.
Altura planta 1	0.12	0.04	0.01	0.40**	0.17	-0.11
Altura fruto 2		0.22	-0.16	-0.03	0.23	-0.22
No. caps. planta 3			-0.18	0.09	0.14	0.05
No. sem. caps. 4				0.39*	0.05	-0.15
Long. caps. 5					-0.22	-0.23
Peso de planta 5						-0.04

Con base en los resultados del cuadro 12, se determinó que la altura de planta está asociada a los caracteres 2, 5 y 6 positivamente; pero plantas de porte bajo pueden poseer muchas cápsulas y esto se manifiesta en el coeficiente 1 y 3.

La longitud de cápsulas varía conforme la altura, lo que es altamente significativo según el coeficiente de correlación (0.40) determinado.

Altura de planta, altura de fruto y número de cápsulas por planta, tienen correlación positiva con rendimiento o peso por planta, con coeficientes de 0.17, 0.23 y 0.14, respectivamente.

La asociación del carácter, altura de frutos con los demás no aparece muy bien relacionados; el coeficiente de correlación de los caracteres 3 y 6, indican la forma en que se relacionan, siendo éste de suma importancia, ya que al seleccionar las plantas por el número de cápsulas, estaremos incrementando el rendimiento.

Según el coeficiente de correlación, -0.22, las cápsulas grandes no significan un mayor rendimiento. Las plantas altas con gran número de cápsulas son más rendidoras, no influyendo el tamaño de las cápsulas.

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Weiss (30), cuando altura de planta tuvo correlación positiva con peso de plantas y longitud de cápsulas. De las correlaciones obtenidas, solo fueron significativas cuando longitud de cápsulas se asoció con altura y número de semillas por cápsula.

Lo que parece tener mayor validez, es lo que se refiere a que plantas altas con gran número de cápsulas son las más rendidoras, sin tomar en cuenta la longitud de las mismas. Cuando las cápsulas son más largas, el grano posiblemente es más pequeño, aumentando el número de granos (semillas) por cápsula, lo cual se manifiesta en el valor del coeficiente de correlación 0.39 encontrado para ambos caracteres, que resultó ser significativo al 50/o de probabilidad.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES:

1. El análisis combinado de las tres localidades, Cuyuta, Jutiapa y La máquina identificó a la variedad Maporal en primer lugar, con la media de rendimiento más alta, con 702 kg/Ha. Algunos materiales de aceptable comportamiento en rendimiento fueron NR-2000 y R-188 .

Este mismo análisis mostró algunos materiales como Maporal, NR-468 y NR-423 que presentaron un rendimiento no mantenido en las tres localidades.

2. Los materiales ramificados, Maporal, R-188, R-342 y R-302, y los no ramificados, NR-2000 y NR-468, no difieren significativamente al 5o/o de probabilidad.
3. Promediando los ciclos de maduración, los materiales más precoces fueron NR-2000 y NR-468 con 85 días, mientras que los más tardíos fueron R-188 con 89 días y Maporal con 91 días.
4. Los caracteres, altura de planta, altura de frutos y número de cápsulas por planta son los que más se asocian con el rendimiento, con coeficientes de correlación de 0.17, 0.23 y 0.14, respectivamente, que no fueron significativos.
5. La longitud de cápsulas está asociada con la altura de plantas, y el número de semillas por cápsulas, expresando coeficientes de correlación de 0.40 y 0.39 respectivamente.

7.2 RECOMENDACIONES:

1. Es importante incluir más de un ambiente cuando se desea seleccionar a los materiales por su rendimiento.
2. Se recomienda efectuar ensayos de rendimiento en varias localidades con los materiales que mejor se comportaron en ésta evaluación: NR-2000, R-188, NR-468 y R-342, tomando en cuenta un mayor número de ambientes, para efectuar análisis de parámetros de estabilidad y obtener datos que informen sobre el rango de adaptación de los materiales.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ANIDES S; C. Correlación y regresión entre las características de días a maduración y rendimiento en grano del ajonjolí. *Agricultura técnica en México*. 2(4): 178-180. 1963-64.
2. ARIAS, C.L. *La redacción y presentación de informes*. Guatemala, IICA, 1977. 27 p.
3. BANCO DE GUATEMALA. *Informe económico*. Vol. 26 Abril-septiembre, 1979. 68 p.
4. CABARRUS, M. *Cultivo del ajonjolí en el Parcelamiento La Máquina*. Monografía EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976. 19 p.
5. CARBALLO, A. y QUIROGA, V. *Manual práctico para el análisis de experimentos de campo*. San José, Costa Rica. IICA. 1976. 113 p.
6. CASTRO, O.R. *Identificación, importancia y alternativas de control de la mancha negra de la base del tallo del cultivo de ajonjolí, en el Parcelamiento La Máquina*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 47 p.
7. DAVILA, M.A. *Control químico de malezas en maíz y evaluación de su efecto residual sobre el ajonjolí en el Parcelamiento La Máquina*. Tesis Ing Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 65 p.
8. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. *Anuario de comercio exterior*. Guatemala, 1977. 351 p.
9. ----- . *Anuario de comercio exterior*. Guatemala, 1978. 367 p.

10. ----- . Cifras preliminares de exportaciones. Guatemala, 1979. 146 p.
11. ----- . DIRECCIONES GENERALES DE DESARROLLO Y MERCADEO AGROPECUARIO. Ajonjolí, cultivo y comercialización. Guatemala, 1967. 26 p.
12. ----- . INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Informe anual 1981. Guatemala, 1981.
13. ----- . Memoria anual. Guatemala, 1977. 139 p.
14. ----- . Registros económicos de La Máquina, Guatemala, 1980-81.
15. ----- . INSTITUTO NACIONAL DE TRANSFORMACION AGRARIA. Recursos naturales renovables de las zonas de desarrollo agrario. 2a. ed. Guatemala, 1971. 83 p.
16. ----- . MINISTERIO DE AGRICULTURA. Proyecto de fomento para el cultivo del ajonjolí, Guatemala, 1966. 34 p.
17. ----- . OBSERVATORIO NACIONAL. Atlas climatológico. Guatemala, 1965. sp.
18. HOLDRIDGE, L.R. *et al.* Los bosques de Guatemala. Turrialba, Costa Rica, IICA/INFOP, 1950. 249 p.
19. LEMUS, R.A. Evaluación de 6 niveles de N-P-K en el cultivo del ajonjolí en San Manuel Chaparrón, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 47 p.

20. LITTLE, T. y HILLS, F. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, Trillas, 1976. 270 p.
21. MAZZANI, B. Mejoramiento del ajonjolí en Venezuela. Maracay, Ministerio de Agricultura y Cría. Centro de Investigaciones. Monografía No. 3, 1962. 127 p.
22. ----- . Pruebas con 14 líneas de ajonjolí, con buena resistencia a *Phytophthora*, *Macrophomina* y *Fusarium*. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 25(1):100, 1975.
23. MEXICO. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. Yori '77 y Teras '77. Nuevas variedades de ajonjolí para los distritos de riego del sur de Sonora. Folleto de divulgación. No. 24. México, SARH/CIANO. 1978.
24. OCHSE, J.J. *et al.* Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. México, Limusa-Wiley, 1965.
25. ROBLES S; R. Producción de oleaginosas y textiles. México, Limusa, 1980. 673 p.
26. RUIZ GODOY; M.R. Evaluación de la respuesta de ajonjolí de tipo ramificado y no ramificado, al control químico de malezas en el Parcelamiento Nueva Concepción. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 40 p.
27. SANTAMARIA MOLINA, G. Evaluación de material genético de ajonjolí y la factibilidad de su cultivo intensivo en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1970. 52 p.

28. SIKKA, A. and GUPTA, A. Correlation studios in *sesamun indicum*. Indian Jour. Genet. & Plant Breed. 9(1):1949.
29. SIMMONS, C. TARANO, J.M. y PINTO Z, J.H. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala, edit. José Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
30. WEISS, E.A. Castor, sesame and safflower. London, Leonard Hill, 1971.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1946

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

"IMPRIMASE"



DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
D E C A N O