

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

Evaluación agronómica de 14 cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum L*) con fines de selección de materiales promisorios en Las Cruces, La Libertad, Petén.

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



EN

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, MAYO DE 2,007

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
T(34)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

VOCAL PRIMERO

VOCAL SEGUNDO

VOCAL TERCERO

VOCAL CUARTO

VOCAL QUINTO

SECRETARIO

Dr. Ariel Abderraman Ortiz López

Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel

Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila

Br. Douglas Antonio Castillo Álvarez

P. Agr. José Mauricio Franco Rosales

Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

GUATEMALA, MAYO DE 2,007

Guatemala, 2 de mayo de 2007

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables Miembros:

De conformidad con lo establecido por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado

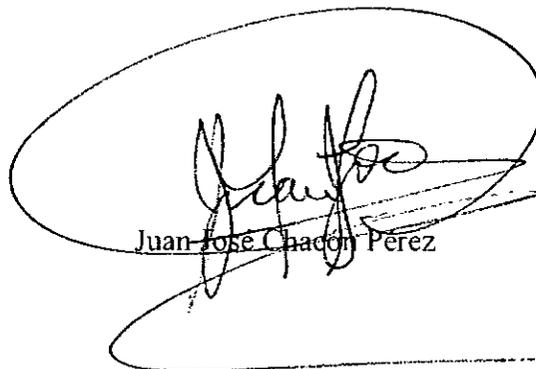
Evaluación agronómica de 14 cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum L*) con fines de selección de materiales promisorios en Las Cruces, La Libertad, Petén.

como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Juan José Chacón Pérez

ACTO QUE DEDICO

A:

MI MADRE: Josefina Pérez, por ser la principal guía de mi vida.

MI PADRE: Por su herencia en educación y por enseñarnos la honradez como religión.

MIS HERMANAS: María Elena, Ana Maria y Silvia Patricia por sus ejemplos y por su apoyo incondicional.

MIS HERMANOS: Alejandro, Leonidas, Balvino y Julio César por sus consejos espirituales.

MIS SOBRINAS: Por todo su amor.

MIS TIOS Y TIAS: Por su apoyo.

TESIS QUE DEDICO

A:

Los agricultores de Guatemala, pero  
especialmente a los agricultores de Petén.

Antombrán.

## AGRADECIMIENTO

A:

Los agricultores de Los Batres, especialmente a  
Don Gruz Galindo

Los ingenieros agrónomos Francisco Vásquez  
y Salvador Bolaños, por su paciencia y sabios  
consejos.

## TABLA DE CONTENIDO

Índice de cuadros.....	i
Índice de figuras.....	i
RESUMEN .....	ii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
3.1 MARCO CONCEPTUAL.....	3
3.1.1 Historia y origen.....	3
3.1.2 Distribución geográfica.....	5
3.1.3 Importancia de la especie a nivel nacional.....	5
3.1.4 Utilidad de la planta.....	5
3.1.5 Característica botánicas.....	6
3.1.6 Citotaxonomía.....	6
3.1.7 Morfología de la planta.....	6
3.1.8 Variedades.....	8
3.1.9 Condiciones ecológicas.....	8
3.1.10 Condiciones edáficas.....	8
3.1.11 Manejo del cultivo.....	8
3.1.12 Producción y rendimiento.....	12
3.1.13 Características que los productores de ajonjolí de la región de Las Cruces, La Libertad, Petén, toman en cuenta para seleccionar un cultivar.....	13
3.1.14 Análisis de estabilidad.....	15
3.2 MARCO REFERENCIAL.....	17
3.2.1 Zonas de vida.....	17
3.2.2 Suelos.....	18
3.2.3. Descripción de los materiales genéticos a evaluar.....	20
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
4.1 Objetivo general.....	21
4.2 Objetivos específicos.....	21
<b>5. HIPOTESIS.....</b>	<b>21</b>
<b>6. METODOLOGÍA.....</b>	<b>22</b>
6.1 Localización.....	22
6.2 Tratamientos.....	22
6.3 Diseño del experimento.....	22

6.3.1. Modelo estadístico.....	23
<b>6.4 Manejo del experimento.....</b>	<b>24</b>
6.4.1 Preparación del terreno.....	24
6.4.2 Siembra.....	24
6.4.3 Fertilización.....	24
6.4.4 Control de malezas.....	24
6.4.5 Control de plagas y enfermedades.....	24
6.4.6 Cosecha.....	25
<b>6.5 Variables de respuesta.....</b>	<b>25</b>
6.5.1 Variables cualitativas.....	25
6.5.2 Variables cuantitativas.....	27
<b>6.6 Análisis de información.....</b>	<b>28</b>
<b>6.7 Transferencia de resultados a los productores.....</b>	<b>29</b>
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
7.1 Variables cualitativas.....	29
7.2 Variables cuantitativas.....	33
7.2.1 Variables cuantitativas constantes.....	33
7.2.2 Variables cuantitativas no constantes.....	35
7.3 Análisis de estabilidad.....	42
7.3.1 Grupo 1.....	42
7.3.2 Grupo 2.....	42
7.3.3 Grupo 3.....	42
7.3.4 Grupo 4.....	42
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>9. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>47</b>
<b>11. ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

<b>INDICE DE CUADROS</b>	Página
Cuadro 1. Producción estimada de Ajonjolí en Guatemala, período 1974/75 a 2001/2002. Miles de quintales.	14
Cuadro 2. Descripción de los materiales genéticos a evaluar	20
Cuadro 3. Variables cualitativas observadas constantes en la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí ( <i>S. indicum L.</i> ). 1994.	30
Cuadro 4. Variables cualitativas observadas no constantes en la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí ( <i>S. indicum L.</i> ).1994	30
Cuadro 5. Variables cuantitativas observadas constantes en la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí ( <i>S. indicum L.</i> ).1994.	34
Cuadro 6 Variables cuantitativas observadas no constantes en la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí ( <i>S. indicum L.</i> ).1994.	39
Cuadro 7. Resumen de las variables cuantitativas observadas no constantes en la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí ( <i>S. indicum L.</i> ).1994.	40
Cuadro 8. Ubicación de los materiales genéticos según su rendimiento e interacción con el ambiente, basados en la figura 6. Evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí ( <i>S. indicum L.</i> ).1994.	43

<b>INDICE DE FIGURAS</b>	Página
Figura 1. Áreas aptas para sembrar Ajonjolí en Guatemala.	11
Figura 2. Consumo interno y exportación de Ajonjolí en Guatemala. Años 1975 a 2002.	13
Figura 3. Diagrama de distribución de unidades experimentales y arreglo de tratamientos en el campo, para la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí ( <i>S. indicum L.</i> ). 1994.	23
Figura 4. Altura promedio de planta	36
Figura 5. Rendimiento promedio en Kg/Ha	38
Figura 6. Análisis de Componentes Principales, para la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí ( <i>S. indicum L.</i> ). 1994.	43

**Evaluación agronómica de 14 cultivares de ajonjolí (*Sesamum indicum L*) con fines de selección de materiales promisorios, en Las Cruces, La Libertad, Petén.**

**Evaluation of 14 genetic materials of Sesame (*Sesamum indicum L*) in Las Cruces, La Libertad, Peten.**

**RESUMEN**

El estudio consistió en la evaluación de 14 cultivares de ajonjolí (*S. indicum L*) en la Cruces, La Libertad, Petén en noviembre de 1994. De estos materiales genéticos 12 fueron proporcionados por la Gremial de Exportadores de Ajonjolí y dos son materiales que los productores del área utilizan para el cultivo, que fueron utilizados como testigo.

De los materiales genéticos proporcionados por la Gremial de Exportadores de Ajonjolí, algunos materiales son de origen nacional (Cuyuta C -8, Cuyuta C - 3, Cuyuta C - 2E, R - 198 Zacapa, Estrella y R - 198 ICTA) y otros provienen del extranjero (Venezuela) (Línea RGB -1, Línea RGB -2, Línea RGB -3, Línea RGB - 4, Línea RGB -5 y Línea RGB -6), que fueron importantes con el objetivo de ser evaluados a nivel nacional como parte un programa de la institución.

El objetivo principal de la investigación fue identificar a través del análisis de estabilidad los materiales genéticos de ajonjolí que reporten las mejores características agronómicas y sean los más estables en las tres localidades de estudio, para la selección de materiales promisorios que contribuyan a solventar los problemas que afrontan los productores de ajonjolí del área de Las Cruces.

Para esta investigación se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones en tres localidades. La investigación se llevó a cabo bajo las condiciones de las fincas de los productores, es decir se utilizaron los mismos terrenos que los productores locales utilizan para la producción de ajonjolí, se establecieron los ensayos en la misma fecha que se establecieron las plantaciones de los productores y el manejo que se le dio al experimento fue el mismo que los productores locales le dan al cultivo.

Para la toma de datos y recolección de información se utilizó el Descriptor de Ajonjolí, desarrollado por el Instituto Internacional de Recursos Genéticos Vegetales (IIGPR por sus siglas en inglés).

La información obtenida en la investigación fue sometida al análisis siguiente: a las variables cualitativas se les realizó el análisis crítico comparativo para concluir cuales pudiesen ser las mejores características de los diferentes materiales genéticos evaluados. A las variables cuantitativas que manifestaron un comportamiento no constante se les practicó el Análisis de Varianza, Prueba de Medias y Análisis de estabilidad por medio del método AMMI.

Los principales resultados son: los materiales identificados como Cuyuta C - 3 (465 Kg/Ha), RGB-5 (415 Kg/Ha), y RGB-6 (443 Kg/Ha), manifestaron mejores características de rendimiento que los materiales utilizados como testigos (R - 198 Petén 350 Kg/Ha y Chicote (Petén) 379 Kg/Ha). Así también, que los materiales identificados como Línea RGB-5 (415 Kg/Ha) y Cuyuta C -3, fueron los mas estables en las tres localidades.

## 1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, el ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) es un cultivo de mucha importancia, tanto para el mercado nacional como para la exportación, siendo, además, importante porque es utilizado por la industria panadera y en la elaboración de dulces, es una valiosa fuente de aceite vegetal de gran estabilidad (10).

El ajonjolí, en el departamento de Petén, es una fuente considerable de ingresos ya que en el municipio de La Libertad, se cultivan alrededor de 700 ha anuales.

La investigación agrícola a nivel nacional para esta especie de cultivo a sido muy pobre a pesar de su importancia. Uno de los problemas que afronta el ajonjolí es la poca diversidad y disponibilidad de materiales genéticos, esto es consecuencia, de la poca importancia que se le da en los programas de investigación. Por lo anteriormente expuesto, es importante para mejorar el cultivo de ajonjolí, caracterizar, evaluar y seleccionar debidamente los mejores materiales con que se cuenta para posteriormente, dar solución a otra serie de problemas como, selección de semillas, densidad de siembra, fertilizaciones, control de plagas y enfermedades, fecha de siembra, etc.

El presente trabajo forma parte de un programa de investigación a cargo de la Gremial de Exportadores de Ajonjolí, que consistió en evaluar a nivel nacional, 14 cultivares de ajonjolí, 8 de origen nacional y 6 provenientes del extranjero. Se utilizó un diseño experimental de Bloques al Azar con cuatro repeticiones en tres localidades.

El presente trabajo se llevó a cabo en la aldea Las Cruces, municipio de La Libertad, departamento de Petén, a partir del mes de noviembre del 1,994 y finalizó en el mes de enero de febrero del 1,995. Las condiciones de manejo de la investigación, fueron las condiciones de las fincas de los productores seleccionados y el manejo que se le dio al cultivo fue el mismo que los productores le dieron a su propio cultivo. Para la toma de datos y recolección de información se utilizó el Descriptor de Ajonjolí, desarrollado por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI por sus siglas en inglés).

La información obtenida se manejó así: Las variables cualitativas se les realizó el análisis crítico comparativo para concluir cuales pudiesen ser las mejores características de los diferentes materiales genéticos evaluados. Doce de las variables cualitativas manifestaron un comportamiento constante, es decir su comportamiento para todos los materiales genéticos evaluados. Estas son: a. Crecimiento, b. Forma del tallo, c. Color de la hoja, d. Forma de la hoja basal, e. Glándulas en la base de la hoja, f. Color exterior de la corola, g. Vellosoidad de la corola, h. Forma de la cápsula, i. Color de la cápsula seca, j. Grosor del pericarpio, k. Color de la cubierta y l. Textura de la cubierta.

Así también seis de las variables cuantitativas manifestaron comportamiento constante, estas son: a. Número de flores por axila foliar, b. Número de carpelos por cápsula, c. Días a emergencia, d. Días a floración, e. Días a la madurez fisiológica y f. Largo de vellos de la cápsula.

A las variables cuantitativas que manifestaron un comportamiento no constante se les practicó el Análisis de Varianza, Prueba de Medias y Análisis de estabilidad por medio del método AMMI. Los principales

resultados son que los materiales identificados como Cuyuta C - 3 (465 Kg/Ha), RGB-5 (415 Kg/Ha) y RGB-6 (443 Kg/Ha), manifestaron mejores características de rendimiento que los materiales utilizados como testigos (R - 198 Petén 350 Kg/Ha y Chicote (Petén) 379 Kg/Ha). Así también, que los materiales identificados como Línea RGB-5 (415 Kg/Ha), R - 198 ICTA y Cuyuta C -3, fueron los mas estables en las tres localidades.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En un alto porcentaje los suelos de Petén son de vocación forestal y los mejores suelos para uso agrícola se localizan al oeste del departamento, en las proximidades de los ríos La Pasión y Usumacinta, región importante no sólo por el potencial productivo sino también por la comercialización de productos agropecuarios.

Entre las especies que se cultivan en esta área, conocida como el "Area de Las Cruces", se puede mencionar: maíz, frijol, maní, ajonjolí, sandía, pepino, tomate y chile entre otros.

El maíz y el frijol son los cultivos de consumo que más se cultivan en la región, y que por su baja rentabilidad, no generan los suficientes recursos económicos para satisfacer las necesidades básicas de los productores.

Los factores que más influyen en la baja rentabilidad de los cultivos de maíz y frijol son: bajos rendimientos, bajos precios y problemas de almacenamiento, de transporte y comercialización.

Simultáneamente a la producción de maíz y frijol en la región de Las Cruces, La Libertad, Petén, está la producción de ajonjolí como la actividad económica más importante en el sistema de producción agrícola. Producción que está limitada por factores como el uso de materiales genéticos de baja calidad, tecnología rudimentaria, bajos rendimientos y susceptibilidad a plagas y enfermedades.

La semilla de ajonjolí utilizada por los agricultores, en esta zona, es el material criollo conocido como **Chicote** (no ramificado), la que, en términos generales, presenta problemas como bajo rendimiento y susceptibilidad a plagas y enfermedades, paralelamente se presenta el hecho que los productores de ajonjolí no realizan ningún tipo de selección de semillas, sino que únicamente se toma una parte de la última cosecha y es lo que se utiliza para realizar la próxima siembra.

En este proceso aunque la especie es predominantemente autógama, existe polinización cruzada por insectos, alterando la composición genética de los materiales, provocando la contaminación genética de los mismos, ya que al mezclarse con otros de características no deseables, paulatinamente se pierde las características importantes.

La Gremial de Exportadores de Ajonjolí evaluó en el sur y en el oriente de Guatemala, específicamente en los departamentos de Escuintla y Zacapa, materiales genéticos con características óptimas de alta productividad.

Conociendo la importancia agrícola del Area de Las Cruces y la importancia del cultivo de ajonjolí en esta zona, se coordinó con la Gremial de Exportadores de Ajonjolí para realizar este trabajo de investigación, para conocer la adaptación de estos materiales genéticos de ajonjolí en esta zona y así conocer su comportamiento en las condiciones propias de esta área. Así también responder a la necesidad de los productores de la región en cuanto a la posibilidad de contar con otros materiales genéticos más promisorios.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 Historia y origen

Villatoro JE, (2000), citado por Escobar B. (8) En los países de clima cálido del Viejo Mundo, el ajonjolí (*S. indicum L.*) se cultiva desde tiempos inmemoriales (siglo XVI). La antigüedad de este cultivo se pone de manifiesto al revisar obras de historiadores tales como: Heródoto, Teofrasto, Dioscórides, Hipócrates, Plinio, Estrabón, etc; quienes mencionan esta planta en sus escritos. Antes de la Era Cristiana, sus productos se consumían en la India, China, Japón, Egipto, Norte de Africa, etc..

Este autor indica que en el siglo XVI fue traído al continente americano, primero a Brasil por los navegantes portugueses. Posteriormente en el siglo XVII, se principió a cultivar en los Estados Unidos, con semilla importada de Africa. China ha producido más que el resto del mundo, aún cuando se pueden encontrar superficies menores en muchos otros países. El cultivo nunca alcanzó la importancia de otros aceites vegetales, en lugares de mano de obra escasa y de alto costo, principalmente a las dificultades involucradas en la cosecha mecánica de la semilla.

##### a. Historia del cultivo en Guatemala

Morales G, (1972), citado por Escobar Barrera (8), reporta que el cultivo de ajonjolí se inició en el país a partir de 1940, con semillas en su mayoría de origen desconocido. Años después a través del Ministerio de Agricultura se realizaron algunos ensayos de adaptación, rendimiento y rentabilidad en la estación agronómica de Guazacapán, Santa Rosa y en Tiquisate, Escuintla.

En la United Fruit Company, en los años 1948-49, se produjeron 911 kg/ha en ensayos realizados en Tiquisate, lo que sirvió para sembrar 20 ha en 1959. Para luego en la década de los 60 producirlo a nivel comercial.

Morales G. también reporta que, en 1962, se realizaron algunos ensayos de rendimiento en la Estación Experimental de Cuyuta, para que luego en 1965, la Sección de Cultivos Económicos de la Estación Experimental repitiera el ensayo, evaluando aspectos como: días a germinación, días a floración, rendimientos, incidencia de plagas y enfermedades, entre otros aspectos, en donde se determinó que la variedad "**Acarigua**", de procedencia venezolana era la mejor. En 1967-68, La Dirección General de Investigaciones y Extensión Agrícola, trabajó en Cuyuta con 86 variedades en 7 ensayos, un año después, también en Cuyuta, se trabajó con 52 variedades luego de haber eliminado 32 el año anterior. De donde se seleccionaron 5 variedades y 2 cruces, identificadas como: Criollo de Venezuela, Ciano 23, Pardo de Huétano, Verde Haillo, Venezuela 52, Do-327 \* Instituto 71, Instituto 25 \* Selección Colorado, como las mejores.

##### b. Origen

Simmonds (1976) (22) cita que el ajonjolí es la planta oleaginosa más vieja conocida por el hombre, sin embargo, información arqueológica dice que es la linaza, la oleaginosa más antigua.

El mismo autor cita que existe numerosa información arqueológica y prehistórica de Medio Este, Egipto, Irán e India, de hace unos 4300 años. Todo esto confirma la teoría que tanto el aceite como la semilla eran utilizados por la gente de estas regiones para cocinar, medicina y actos rituales. Hay información en las Tablas Sirias, los escritos de Herodes, Xenofón, Teofrasto, Plinio, Marco Polo y en crónicas de otros navegantes que ya utilizaban el ajonjolí. Información arqueológica demuestra que el ajonjolí se cultivó en Siria y Palestina, en los años 3000 A.C.

Algunos antiguos escritores (Hiltebrendt, Burkill, Dalziel y Porteres) consideran a Africa como la más antigua fuente del cultivo, este punto de vista está basado en la presencia de cerca de dos tercios de especies de *Sesamum* en Africa Tropical y en la dominante posición económica del cultivo en varios países de Africa. Aunque se conoce que en el Este Medio existió ajonjolí en tiempos prehistóricos, no existe en esta región ningún material silvestre de *Sesamum*, por lo que se supone que el cultivo fue introducido a Africa. Las más grandes plantaciones de ajonjolí están en la India y Burma, la planta presenta gran variabilidad en ambos países.

De Candolle creyó que la India pudo haber recibido el ajonjolí del Lejano Este, pero ahora se sabe que no fue así. Watt y Vavilov creyeron que el origen del cultivo es de varios lugares, entre ellos Etiopía y Asia Central. No hay ninguna razón para creer que el ajonjolí es originario de Asia Central o del Este Medio, excepto que es utilizado en estas áreas desde tiempos prehistóricos. No existen ancestros silvestres en estas áreas y la variabilidad encontrada en cultivos de *Sesamum* no es tan grande como la encontrada en otras regiones.

Nayar y Mehra (1970), citados por Simmonds propusieron que el ajonjolí puede ser originario de Etiopía o de la India o de ambos independientemente. Las dos regiones se consideran, botánicamente contiguas, tanto que comparten varios géneros y especies, han tenido largos contactos comerciales y culturales y allí están las dos especies silvestres (*capense* y *schrenckii*). Y el taxón descrito como *S. indicum* ssp. *malabaricum*, el que es completamente fertilizado por *S. indicum*, se encuentra en la costa de Malabar, lo que pudiera ser una fuga del cultivo o una maleza acompañante del ajonjolí. Las especies progenitoras de *S. indicum* son desconocidas, ya que no se conocen materiales silvestres de *Sesamum*, solamente el *malabaricum*. Muchos materiales silvestres de las especies *capense* y *schrenckii* se encuentran en Africa, India y el Lejano Este, y son los que más amplia distribución poseen. Ambos tienen el mismo número de cromosomas como el *indicum* ( $2n = 2x = 26$ ) y ambos han producido híbrido viables de F1 con *indicum*. Ambos híbridos F1 son estériles, pero *schrenckii indicum* ha mostrado un poco de fertilidad al final del período. Tomando en cuenta las diferencias morfológicas de las semillas de *capense* e *indicum*, Nayar y Mehra proponen que *schrenckii* es el ancestral más parecido, de lo cual todavía no se tiene certeza.

Simmond, (22) cita también que, el Sesame muestra un amplio rango de variación, lo que ha sido ampliamente documentado en todo el mundo. Desde que Africa Tropical, el Medio Este, la India y la China, cultivan ajonjolí desde tiempos remotos, el cultivo se introdujo al este de Africa y a América en los últimos 200 años. El cultivo es predominantemente de autopolinización, aunque se da en bajo porcentaje la polinización cruzada y no se conoce que haya polinización por el viento.

La producción y la resistencia a enfermedades (especialmente al virus *phylloidy*) han sido los principales objetivos de las investigaciones en ajonjolí y en segundo orden mejoramiento del contenido de aceite y uniformidad en la madurez para facilitar la cosecha mecánica.

### **3.1.2 Distribución geográfica**

Ochse, JJ, (1986), (17) hace referencia a que Africa tenía los tipos primitivos de Ajonjolí, luego fueron llevados a la India, donde se diferenciaron gran número de variedades y formas, después pasó a China y Japón, de allí regreso al Oeste, estableciéndose con nuevas formas en Asia Central, Rusia, países del Mediterráneo y Africa del Norte.

### **3.1.3 Importancia de la especie a nivel nacional**

Menéndez, BE, 1979, (16) indica que el cultivo de ajonjolí se inició en Guatemala desde la época de la Colonia, cultivado principalmente por pequeños agricultores en la Costa Sur, en donde se tenía al maíz como actividad principal y al ajonjolí como actividad secundaria. A partir de 1960, el contenido y calidad de la proteína y aceite de ajonjolí despertó el interés en mercados extranjeros y se iniciaron las exportaciones, lo que ayudó a mejorar el ingreso de los productores y a estimular a pequeños agricultores a ensayar con ajonjolí como monocultivo con mecanización.

En 1973, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, se hizo cargo de la Investigación para el mejoramiento del cultivo de ajonjolí y para el efecto, se escogió el Parcelamiento La Máquina.

### **3.1.4 Utilidad de la planta**

Robles Sánchez, 1980, (20) describe algunos de los usos que se le pueden dar al ajonjolí.

#### **a. 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 mucilaginoso que se ingiere para el tratamiento de disentería y diarreas.

#### **b. Usos de la semilla**

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

La semilla de ajonjolí puede utilizarse para la extracción de aceite y para la elaboración de torta.

#### **c. Usos del aceite**

Por ser este de gran calidad se usa en la preparación de alimentos, en la fabricación de jabones y productos de perfumería, entre otros. Recientemente se descubrió que al combinar aceite con piretro, le confiere a este mayor grado de toxicidad contra las moscas (la sustancia sesamina de aceite no es venenosa en sí, pero tiene la propiedad de activar la toxicidad del piretro). También se descubrió que la penicilina puede ser tomada vía oral mezclándola con aceite de ajonjolí.

La semilla de ajonjolí, contiene de 45 - 60 %, el cual de gran calidad y estabilidad y es usado mayormente para cocinar. El aceite, las semillas y hasta las hojas poseen propiedades curativas y medicinales.

#### **d. Usos de la torta residual**

La torta que es el sobrante de la semilla luego de la extracción de aceite, es de gran valor nutritivo para el ganado, especialmente para vacuno y porcino. En ganado lechero tiene la propiedad de aumentar la producción

de leche, sin que ésta adquiriera el olor característico de la torta, aun administrándolo en grandes cantidades. En estado de descomposición la torta también puede ser utilizada como abono, contiene 60 partes por mil de nitrógeno, 33.2 de ácido fosfórico y 14.7 de potasa.

### 3.1.5 Característica botánicas

El ajonjolí pertenece a la familia de las pedaliáceas, que está formada por 16 géneros y 60 especies, encontrados en regiones tropicales y subtropicales (12).

La clasificación botánica del ajonjolí es:

Reino	Vegetal
Sub-Reino	Embryobiontha
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-Clase	Asteridae
Orden	Sorophulariales
Familia	Pedaliaceae
Género	Sesamum
Especie	Sesamum indicum L.
Sub-Especies	Tetracarpellatum, Bicarpellatum.

### 3.1.6 Citotaxonomía

Simmond, (1976) (22) Cita que aproximadamente 37 especies de esta familia, han sido descritas en *Sesamum*. A la par de *S. indicum* (la especie mas cultivada) también se cultivan en Africa *S. angustifolium*, *S. radiatum* y *Ceratotheca sesamoides*. La mayoría de especies están en tres regiones: Africa Tropical, India, incluyendo Sri Lanka y el Viejo Este. Unos 25 taxas están distribuidos en Africa Tropical, 9 en la India, 4 en la Indias del Este, y una en Brasil y otra en Creta. Pocos taxas se encuentran en más de una o dos regiones, *capense* y *schcenckii*, están en las tres regiones principales.

Solamente se conoce la citogenética de un pequeño grupo y solamente a tres géneros se les conoce el número de cromosomas. Se determinaron números de cromosomas somáticos de 9 taxas de *Sesamum*, así:  $2n = 2x = 26$  en 5 casos;  $2n = 4x =$  en 32 casos;  $2n = 8x = 64$  en 2 casos. Los números básicos son  $x = 8, 13$ . La predominante especie cultivada, *indicum*, y las dos formas ampliamente distribuidas, *capense* y *schcenckii*, son diploides compartiendo la base  $x = 13$ . Se han intentado cruces interespecificos en 24 combinaciones, incluyendo *indicum*, *schcenckii*, *grandiflorum*, *alatum*, *capense* (todos de  $2n = 26$ ), *prostratum*, *laciniatum*, *angolense* (todos de  $2n = 32$ ), *radiatum* y *occidentale* (ambos de  $2n = 64$ ), y solamente se ha tenido éxito en dos o tres. Los resultados de estas investigaciones y la información de morfología y distribución que existe sugieren que hay estrecha afinidad entre *radiatum* y *occidentale*, lo mismo entre *prostratum* y *laciniatum* y entre *indicum* y su sub-especie *malabaricum*.

### 3.1.7 Morfología de la planta

Robles Sánchez, 1980, (20) describe las principales características morfológicas de la planta de ajonjolí: es una planta anual erecta de aproximadamente 1 metro de altura, el tallo puede ser simple o ramificado, raramente piloso o glabro, hojas pecioladas, los pecíolos mas o menos pilosos, las hojas son variables, las de arriba unas comúnmente lanceoladas y otras ovado-lanceoladas, las de abajo usualmente son ovadas y algunas veces trilobuladas, en su mayoría de 7 - 15 cm de largo, acuminadas, acotadas en la base, márgenes enteros, bastimente dentadas o sinuosa dentada, glabra o glabra hacia arriba, las superficies inferiores puntuadas

diminutamente y poco densas, con 4 celdas, pubescencia mucilaginosa, hojas e inflorescencia en su mayoría reducidas, flores axilares, el pedicelo en su mayoría de 2 - 5 mm de largo, el cáliz está partido cerca de la base, los segmentos son lineares o Lineares lanceolados de 5 - 8 mm de largo, corola de color rosado, lila, blanco o crema de 2 - 3 mm de largo, mas o menos vellosa por el lado de afuera, el cuello de mas o menos 1 - 1.5 mm de ancho, la cápsula es oblonga, la semilla es ovalada, un poco comprimida de mas o menos 3 mm de largo.

El ajonjolí es una planta anual, herbácea, con ciclo vegetativo de 60 a 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 un metro de altura, presentan los menores rendimientos y las de mas de 2 metros tienen problemas de acame.

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

Existen variedades de un sólo tallo, sin ramas, (conocidos como no ramificados) este tipo de material genético es el que mejores resultados ha dado en la producción de grano, debido a que presenta mayor uniformidad en la madurez que las variedades que tienen un tallo y dos ramas o un tallo y muchas ramas (conocidos como ramificados).

Las hojas tienen peciolo largos y según la colocación de éstos en la planta, se encuentran hojas lobuladas y muy grandes en la parte inferior; sin embargo, a medida que están más altas, van siendo menos lobuladas y tendiendo a la forma lanceolada.

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

Las flores son gamopétalas, porque los pétalos forman una estructura tubular, siendo los pétalos 5 en total, los que se presentan en forma bilabiada y están colocados de tal forma que encierran la flor. Técnicamente no hay polinización entomófila, si existe es en porcentaje muy bajo.

El fruto de ajonjolí se describe como una cápsula erecta, oblonga, canículada y con dehiscencia loculicida. Su longitud y diámetro varían 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 varía de blancas, rubias, café hasta negro.

A los primeros días de germinado el ajonjolí, es de crecimiento lento, debido al tamaño de la semilla, donde el contenido de reservas de la semilla se agotan al momento de germinar, por lo que la planta tiene que sintetizar

energía a temprana edad. Después de los 20 días de la germinación la tasa de crecimiento aumenta, debido a su raíz pivotante bien desarrolla, que crece lo suficiente para extraer los nutrientes necesarios del suelo.

### 3.1.8 Variedades

Agricultura de las Américas, citado por García Caballeros, 1987, (10) cita que las variedades de ajonjolí se clasifican por el tipo de cápsulas en **dehicientes e indehicientes** y por la arquitectura de la planta en **ramificadas y no ramificadas (o de chicote)**. La desventaja de las dehicientes es que gran cantidad de la semilla cae al suelo y se pierde ya que su madurez no es uniforme, en tanto que las variedades indehicientes permiten incluso la cosecha mecanizada.

Las variedades de un solo tallo o de chicote, presentan mayor uniformidad en la madurez; en cambio las variedades ramificadas son menos uniformes en la madurez.

Existen muchas variedades, tipos y partidas de semillas de ajonjolí que se pueden obtener en países como: Estados Unidos, Venezuela, Sudán y otros, que tienen colección de variedades mejoradas y de nuevos tipos, particularmente de los dehiscentes, que pueden resultar útiles a cualquier país que busque materiales más productivos.

### 3.1.9 Condiciones ecológicas

Ochse, JJ, (1986), (17) describe que el ajonjolí se desarrolla mejor en regiones con clima cálido-húmedo ó cálido-seco. Los mejores rendimientos se han obtenido en países situados entre el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio o sea en la zona Ecuatorial. Existen regiones situadas entre 40° Latitud Norte y otras entre los 30° Latitud Sur, donde se adapta fácilmente.

La temperatura media óptima es de 25° C, con variaciones máxima y mínima de 40° y 10° C respectivamente, fuera de esos límites el ajonjolí no tiene buena adaptación. El ajonjolí se desarrolla en regiones templadas durante el verano, de igual manera que en las tierras bajas tropicales, bajo condiciones semiáridas.

El ajonjolí crece en el trópico y subtropical, lo que podría ser la causa de su poca productividad (332 kg/ha de semilla, 1972), lo que lo coloca en el noveno lugar de los trece cultivos oleaginosos que producen el 90 % de la producción mundial.

### 3.1.10 Condiciones edáficas

Ochse, JJ, (1986), (17) describe que el ajonjolí se desarrolla mejor en suelos francos y franco-arcillosos, profundos y bien drenados, con pH de 5.5 a 7.5; requiere topografía plana; es susceptible al exceso de humedad.

Geográficamente las regiones aptas para el cultivo de ajonjolí en Guatemala son la Costa Sur, Oriente y Sur-Occidente de Petén, (ver figura 1).

### 3.1.11 Manejo del cultivo

#### a. Preparación del terreno

Robles Sánchez, 1980, (20) recomienda preparar bien el terreno, para disponer de la mejor cama posible para las semillas, ya que la semilla de ajonjolí es muy pequeña y se necesita que el terreno este bien mullido, para facilitar el desarrollo radicular, con buena aireación para facilitar el aprovechamiento de los nutrientes del suelo.

Las razones principales por las que se necesita buena preparación del suelo son: tamaño de la semilla y crecimiento lento de las plántulas en las primeras semanas de vida

### **b. Siembra**

Según Robles Sánchez, 1980, (20) la época de siembra depende del régimen de lluvias y del ciclo vegetativo del material, así la época varía de una región a otra ya que el exceso de humedad provoca problemas con hongos y con poca humedad el ajonjolí no se desarrolla bien. Las formas de siembra utilizadas son mateado y chorro continuo, este segundo ofrece mayores ventajas agronómicas para el manejo de la plantación, facilita el control de malezas y de plagas y enfermedades.

### **c. Densidad de la población**

Robles Sánchez, 1980, (20) detalla que el hecho de que existen variedades ramificadas y no ramificadas no ha permitido determinar con exactitud el número de plantas por unidad de área. Sin embargo en una forma muy general se recomienda para las variedades no ramificadas una distancia de 75 cm entre surcos y 5 a 10 cm entre plantas y para variedades ramificadas 90 cm entre surcos y 10 cm o más entre plantas; para obtener una población de 150,000 a 200,000 plantas por hectárea, dependiendo de las distancias de siembra y de la variedad, con menos de 1 kg de semilla por hectárea sería suficiente, sin embargo se recomienda para siembras comerciales 2, 3 y hasta 5 kg/ha, porque la semilla de ajonjolí es muy pequeña y tiene dificultad al momento de emerger y además porque la siembra al chorro permite raleo posterior.

### **d. Fertilización**

Jacob, A. (1973), citado por Calderón Rosales, (3) cita que fertilizantes nitrogenados son importantes como complemento a la fertilidad natural del suelo, para satisfacer las necesidades del cultivo y aumentar los rendimientos; la cantidad a usar debe determinarse en ensayos de campo. Para los 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 la interacción con el suelo, lo que puede volver inerte los fosfatos. Un método práctico para lograr la colocación efectiva del fertilizante consiste en abrir un surco poco profundo, esparcir el fertilizante 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 los elementos esenciales como: calcio, magnesio y azufre, sin embargo, si se emplea superfosfato concentrado o fosfato de amonio, conviene tener presente que estos no contienen azufre, por lo que debe proporcionarse por otros medios.

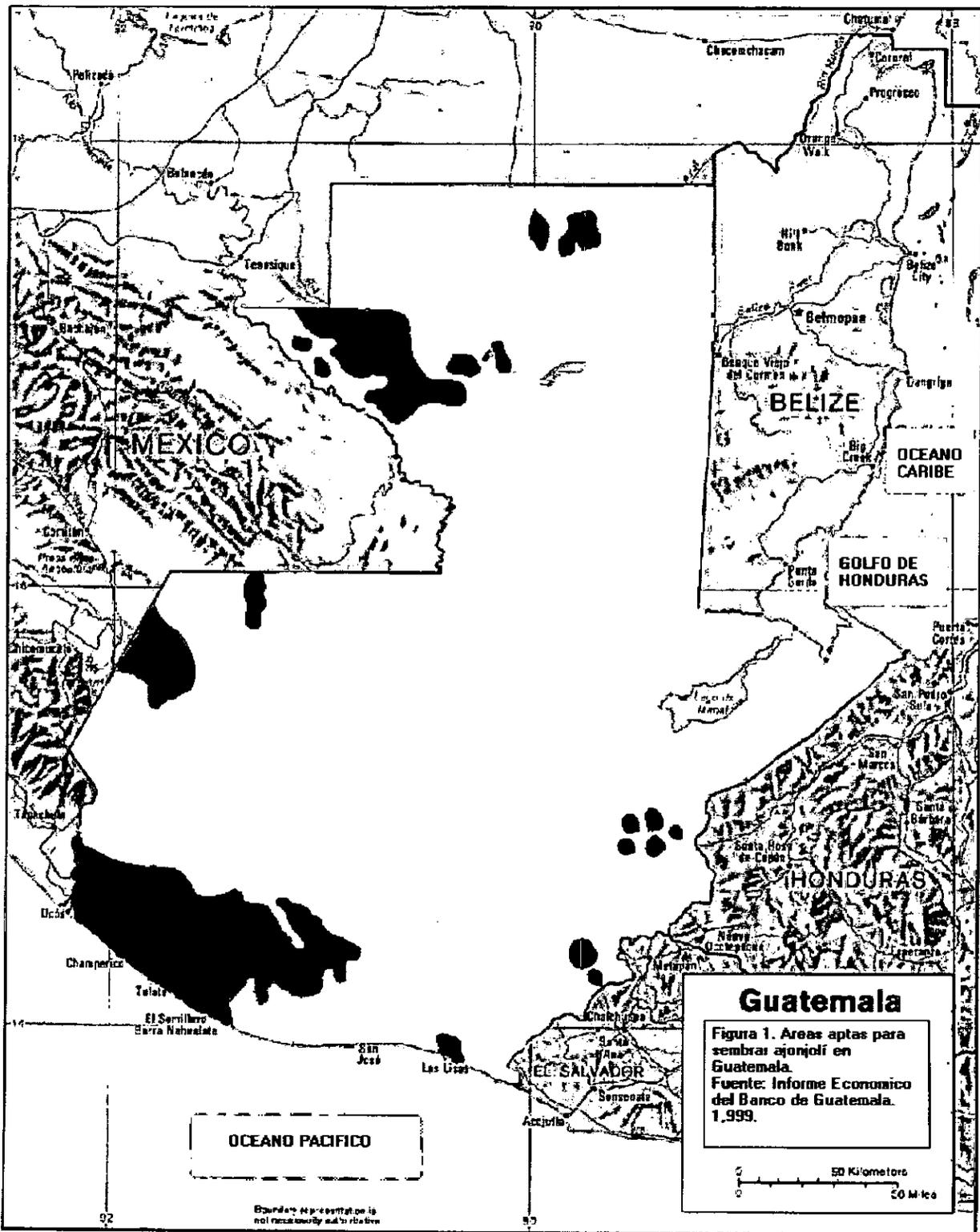
Además en los trópicos y sub-trópicos debe considerarse el suministro de elementos menores, tales como: Manganeso, Hierro, Cobre, Zinc, Boro y Molibdeno, para asegurar la efectividad de los fertilizantes (3).

Lemus Alarcón (1980) citado por Girón Zuñiga (13) reporta que del análisis económico, se desprende que el mejor tratamiento fue de 90 Kg de nitrógeno, 60 Kg de fósforo y 30 Kg de potasio por hectárea, arrojando un rendimiento promedio de 0.939 T.M./ha y una relación beneficio costo de 2.00 y 1.65 quetzales respectivamente; de acuerdo con este estudio, todas las relaciones beneficio costo fueron positivas, por lo tanto, se concluyó que cualquier aplicación de fertilizante resultó beneficiosa.

**e. Control de plagas**

Litzamberger, S. (1976) recomienda algunas medidas para el control de plagas y enfermedades que puedan afectar las plantaciones de ajonjolí, recomendando que si se siembra inmediatamente después de un período seco, se evitará la mayoría de problemas que provocan los insectos. Otras prácticas que deben implementarse son:

- a. Sembrar variedades que sean resistentes a las plagas predominantes.
- b. Eliminar todos los residuos del cultivo inmediatamente después de la cosecha.



Base 504917 (547183); 2-R2

Figura 1. Áreas aptas para sembrar Ajonjolí en Guatemala.  
Fuente: Informe Económico del Banco de Guatemala. 2004.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

## **f. Control de enfermedades**

Las lluvias frecuentes y la alta humedad relativa pueden provocar brotes de enfermedades en ajonjolí, en zonas con lluvias moderadas, la prevención de enfermedades es factible mediante las siguientes prácticas:

- a. Sembrar variedades que sean resistentes a las enfermedades predominantes.
- b. Rotación de cultivos y eliminación de residuos del cultivo anterior.

## **g. Control de malezas**

El control de malezas es la principal razón para la labranza del ajonjolí, aún cuando no se asfixia fácilmente, se reducen los rendimientos por la competencia que representan las malezas en cuanto a humedad y nutrientes.

El problema es más importante en los primeros 40 días después de la germinación, si durante este período se mantiene el cultivo libre de malezas no se tendrán problemas posteriores.

## **h. Cosecha y trilla**

Robles Sánchez, 1980, (20) describe el proceso de cosecha, citando que las variedades difieren en cuanto a la duración del período de crecimiento, el cual puede oscilar entre 60 y 150 días, por lo que hay que ponerle mucha atención a la época de maduración. Algunas variedades al madurar se les cae gran número de hojas o se les ponen amarillas, principalmente en la parte inferior, pero existen otras variedades en las cuales maduran las cápsulas y las hojas permanecen verdes y no se caen. Lo más importante es inspeccionar periódicamente la plantación cuando se aproxima la época de madurez y hacer el corte cuando las cápsulas principien a abrirse, haciendo manojos de 30 cm de diámetro, para evitar pudriciones de las cápsulas y lograr buen secamiento en las plantas.

Luego de amarrar los manojos se paran en el suelo, con una pequeña inclinación, formando gavillas, las que se amarran en la parte superior. En algunas regiones con vientos fuertes, se acostumbran poner estacas en el suelo, al centro de la gavilla, para evitar pérdidas ocasionadas por las caídas de los manojos, por la acción del viento.

El corte de las plantas, debe hacerse preferentemente en horas de la mañana, para evitar la caída de la semilla, al hacer el corte y acomodar las plantas; después de acomodar las plantas se dejan de 8 a 15 días las gavillas expuestas al sol, cuando se han secado lo suficiente, se pone una lona y se voltean y golpean los manojos para que suelten la semilla en su mayor parte, en algunas regiones se acostumbra volver a poner los manojos y dejarlos al sol durante otros ocho días, para volver a sacudir, con lo cual se obtienen la semilla de las cápsulas que no habían secado lo suficiente.

### **3.1.12 Producción y rendimiento**

Palencia, JA. (1985) citado por Calderón Rosales, (1989), (3) describe que los rendimientos de ajonjolí en el país, se han mantenido por un período de 10 años en promedio de 454.54 Kg. por hectárea.

En el parcelamiento La Blanca (San Marcos) el rendimiento promedio por hectárea es de 583.64 Kg., en La Máquina (Suchitpeque) de 447.829 Kg./ha y en Nueva Concepción (Escuintla) 315.9 Kg./ha.

### 3.1.13 Características que los productores de ajonjolí de la región de Las Cruces, La Libertad, Petén, toman en cuenta para seleccionar un cultivar

- Rendimiento (519 - 649 Kg/Ha. como mínimo rendimiento)
- Hábito de ramificación (ramificados)
- Altura de la planta (plantas altas)
- Número de cápsulas por planta (entre mas cápsulas por planta, mejor)
- Tamaño de la cápsula (cápsulas grandes)
- Tamaño y color de la semilla (semillas de colores claros y semillas grandes o medianas)
- Dehiscencia (que no sean dehiscentes)

Como lo muestra la figura 2 y el cuadro 1, la exportación de ajonjolí ha aumentado de 1975 a la fecha. Únicamente en las temporadas 1982/1983 y 1998/1999 la exportación se redujo, tanto que prácticamente el consumo interno fue igual a la exportación de estas temporadas.

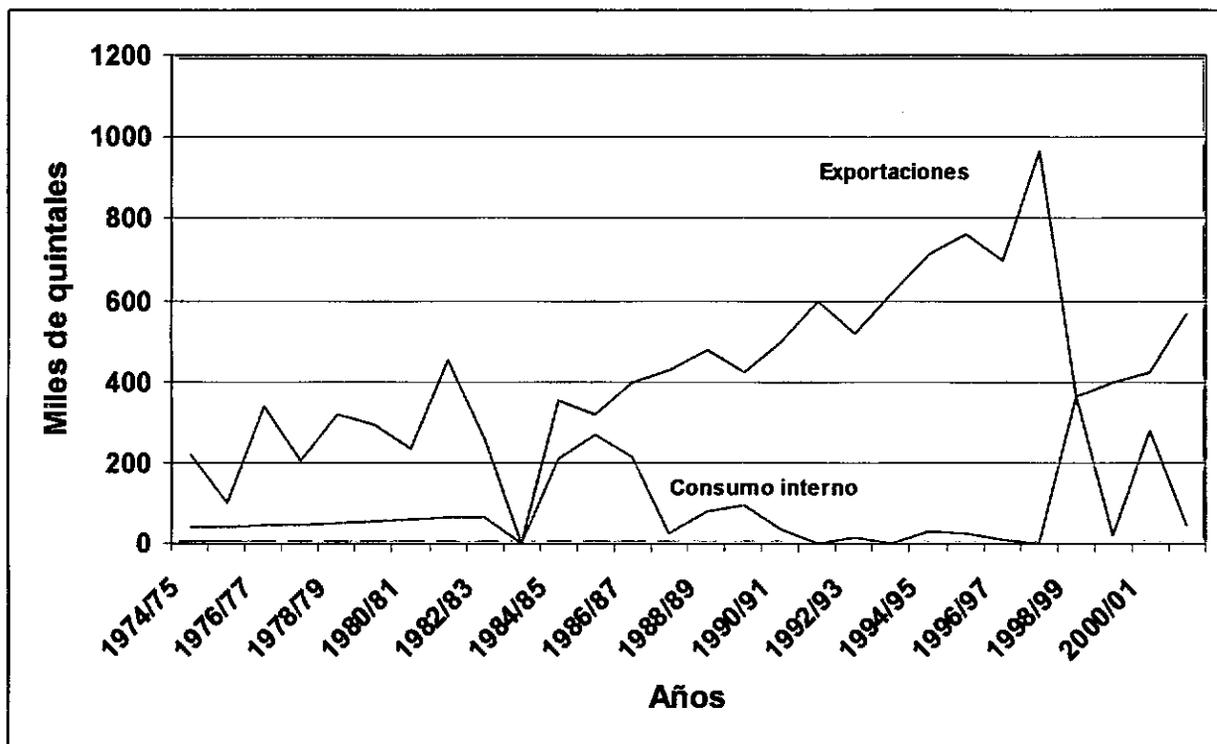


Figura 2. Consumo interno y exportación de Ajonjolí en Guatemala. Años 1975 a 2002.

Cuadro 1. Producción estimada de Ajonjolí en Guatemala, período 1974/75 a 2001/2002.  
Miles de quintales.

Año Agrícola	Exportaciones	Utilización Interna
1,974/75	218.6	37.8
1,975/76	99.4	39.9
1,976/77	337.5	43.8
1,977/78	202.4	46.9
1,978/79	317.2	50.9
1,979/80	291.5	54.9
1,980/81	235.4	58.5
1,981/82	453.6	63.9
1,982/83	258.1	65.8
1,983/84	0	43.0
1,984/85	352.4	209.9
1,985/86	320.0	269.6
1,986/87	396.6	213.2
1,987/88	427.3	23.4
1,988/89	480.0	80.8
1,989/90	421.5	94.2
1,990/91	496.7	32.9
1,991/92	598.7	27.5
1,992/93	516.5	15.8
1,993/94	618.0	18.0
1,994/95	709.9	30
1,995/96	761.0	23
1,996/97	699.3	10.7
1,997/98	966.4	21.7
1,998/99	362.3	361.1
1,999/2000	398.86	21.13
2000/2001	421.46	278.54
2001/2002	568.73	45.27

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

Estadísticas de Producción. Departamento de Estadísticas Económicas. Sección de Cuentas Nacionales.  
Banco de Guatemala. 1998-1999, 2001-2002.

### 3.1.14 Análisis de estabilidad

Gauch y Zobel, 1989, (11) citan que agrónomos y fitomejoradores frecuentemente reúnen información de rendimientos de un número conocido de genotipos en distintos ambientes (localidades) (tiempo y área) para analizarlos en tablas de dos vías. El Modelo de los Efectos Principales Aditivos e Interacción Multiplicativa (AMMI) combinan el típico Análisis de Varianza (ANDEVA) para los Efectos de la Sumatoria de Medias con los Análisis de Componentes Principales (ACP) para una estructura multiplicativa con la interacción (que es con el residual del ANDEVA).

Estos autores indican que el AMMI es efectivo para:

1. Entender la interacción genotipo/ambiente.
2. Aumentar la probabilidad de estimaciones en el rendimiento.
3. Aumentar la probabilidad de éxito en genotipos con las más altas producciones.
4. Datos faltantes.
5. Aumentar la flexibilidad y eficiencia del diseño experimental.

Además, estas ventajas implican avances más grandes en selección en investigaciones de mejoramiento y recomendaciones más puntuales en investigaciones agronómicas. AMMI es ordinariamente un método estadístico utilizable cuando son importantes el Efecto Principal y la Interacción.

Los rendimientos de ensayos frecuentemente tienen efecto principal significativo y significativa interacción genotipo/ambiente (GE). La interacción complica a los agrónomos o fitomejoradores porque los rendimientos son poco entendibles y poco predecibles en base a un simple efecto aditivo del genotipo principal y ambiente principal, y más aún cuando un genotipo difiere de un ambiente a otro. Los tradicionales análisis estadísticos son frecuentemente insatisfactorios en el manejo de tablas grandes de datos, donde AMMI normalmente ofrece excelentes resultados. El uso efectivo de los resultados de interacción puede proporcionar importante información a cerca del estudio que se está efectuando y puede aumentar la probabilidad de las estimaciones de rendimiento.

Según Gauch y Zobel (11) la información requerida para la aplicación del AMMI es:

1. Los datos deben de organizarse en una tabla de dos vías, como por ejemplo genotipos y localidades o tratamientos y localidades o más generalmente hileras y columnas, nunca en tablas de una entrada o de tres entradas. La parte del ANDEVA de AMMI es flexible, pero la parte del ACP requiere una estructura de dos entradas. Sin embargo una tabla de tres entradas como localidades, genotipos y tiempo puede aprovecharse eficientemente como uno o más problemas de dos entradas (combinando por ejemplo localidades y tiempo para formar ambientes). Para propósitos de modelo, el ensayo puede repetirse o no, pero si el error del cuadrado medio y la prueba de F se desconocen, entonces se necesitan repeticiones. Un eficiente uso del modelo AMMI puede tolerar trabajar con datos faltantes.
2. Las dimensiones de la matriz de datos tiene que ser de por lo menos 3 por 3, ya que con uno menos no se podrá realizar la interacción por el método AMMI. Sin embargo ya que muchos de los valores prácticos de AMMI provienen de descartar un residual (error) con muchos grados de libertad pero una relativa pequeña

sumatoria de cuadrados, las dimensiones más grandes mínimas de 5 por 5 o preferentemente de 10 por 10, caracterizan el análisis por generar resultados confiables y reales.

3. La información debe ser de un tipo, por ejemplo rendimiento, no se permite que en una matriz de datos aparezcan en una misma hilera diferentes datos y unidades, como concentración de nutrientes en el suelo, humedad y temperatura. Una mezcla provocará que las columnas en el modelo no tengan una media principal. También datos con rangos muy amplios en la hilera, típicamente encontrados como datos, crearán hileras con tan pequeña varianza, que serán prácticamente ignoradas en el análisis. También los datos deberán ser de tipo cuantitativo, no datos abstractos o asumidos y tampoco información cualitativa o categórica (por ejemplo colores o nacionalidades). Una escala pequeña p.e. de 0 a 5 para incrementar los niveles de daño de insectos, es aceptable cuando, incrementar los valores significa incrementar niveles de una sola cosa (en contraste con códigos de diferentes valores para diferentes entidades como nacionalidades, que no tiene una relación lógica).

En resumen, la información para analizarla por AMMI tiene que ser de dos vías con repeticiones o no, con dimensiones de por lo menos de 3 por 3 y que sea de un solo tipo. Una supervisión momentánea nos dirá, si la información a analizar reúne estas características o no.

Según Gauch y Zobel (11), para que el AMMI pueda ser utilizado, se requieren dos condiciones adicionales:

1. La estructura de datos debe conformar, algunos grados sustanciales, para la ecuación del modelo AMMI. Mas específicamente, los datos deberán tener efecto principal significativo e interacción significativa. De todas maneras no se puede determinar a simple vista si la información reúne estas características o no, pero el AMMI debe ser aplicado a los datos y al rendimiento buscado. Sin embargo, aún cuando el AMMI no es apropiado y otro modelo es mejor, un análisis inicial por AMMI es el más sencillo para diagnosticar que sub-modelo o modelo podrá utilizarse.

2. Para propósitos de investigación deberán encontrarse parámetros, despliegues, estimados o cualquier información del tipo de AMMI. Sin embargo, estas condiciones casi siempre se reúnen porque el modelo AMMI puede ser utilizado para una amplia gama de objetivos.

Este análisis caracteriza a ensayos de producción agrícola, y más específicamente a ensayos de variedades en varias localidades. Sin embargo el modelo AMMI es aplicable y puede ser usado en una muy diversa gama de experimentos desde que el arreglo de dos entradas con un tipo de datos es una estructura de datos común a la tecnología y la ciencia.

Márquez (1976), citado por Bolaños J. 1972 (2) menciona que la interacción genotipo -ambiente es el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les somete a diferentes condiciones ambientales. Córdoba (1991), citado por Bolaños J. 1972 (2) señala que los fitomejoradores frecuentemente enfrentan un problema de gran magnitud cuando seleccionan en presencia del fenómeno de interacción genotipo-ambiente (GxA). Para evitar esta interferencia se han diseñado modelos de estabilidad que contribuyen a disminuir el riesgo involucrado en la selección al realizar estimaciones empíricas imperfectas. Un modelo para analizar la interacción genotipo x ambiente es el modelo AMMI, (efectos principales aditivos e interacción multiplicativa) (Gauch y Zobel, 1989, Crossa *et al.*, 1988). AMMI integra algunos modelos estadísticos comúnmente aplicados a series de ensayos de rendimiento, que incluye el análisis de varianza (ANDEVA), cuyo modelo es aditivo, el análisis de componentes principales (ACP), el cual es multiplicativo y el modelo de regresión lineal de Finlay -Wilkinson (Crossa *et al.*, 1988). El modelo AMMI ajusta primero los factores

aditivos de genotipo (G) y ambiente (A) usando ANDEVA y lo que es la interacción G x A, y lo ajusta a través de ACP. Crossa *et al*, (1988), encontró que AMMI basado en dos repeticiones es tan preciso en predicción como la media de tratamientos estimada con 8.61 repeticiones en un diseño de bloques al azar.

## **3.2 MARCO REFERENCIAL**

Los ensayos fueron establecidos en la aldea Las Cruces, Municipio de La Libertad, en Petén (ver anexo 2). El área de Las Cruces se localiza en las hojas cartográficas 1:50,000 "Las Cruces" y "Sayaxché", del Instituto Geográfico Nacional.

De La Cruz, (1982) (7), describe que las zonas de vida de la región de Las Cruces, son: Bosque Húmedo Subtropical (cálido) (bh-S(s)) y Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) (bmh- S (c)).

A continuación se describen las zonas de vida del área de Las Cruces y las características de sus suelos.

### **3.2.1 Zonas de vida**

#### **A. Bosque húmedo subtropical (cálido) (bh-S(c))**

##### **a. Localización y extensión**

La zona comprende una faja de 10 a 22 Km de ancho, que va desde El Salvador a México en la Costa Sur. También comprende la parte norte del departamento de Petén que limita de este a oeste con una línea que va desde el norte de Melchor de Mencos pasando por El Remate (final lago Petén Itzá), luego se dirige hacia el sur, hasta la laguneta Ijá, para luego seguir al oeste y bordear la montaña Chiquibul hasta el río Usumacinta, frontera con México.

La superficie total de esta zona de vida es de 27,000 km<sup>2</sup>, lo que representa el 24.81 por ciento ocupando el segundo lugar en extensión de la superficie total del país.

##### **b. Condiciones climáticas**

En la zona norte de Petén, el régimen de lluvia va de 1,160 a 1,700 mm como promedio total anual en las distintas estaciones registradas.

Las biotemperaturas son de alrededor de 22° C para la zona norte.

La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.95.

##### **c. Topografía y vegetación**

Los terrenos correspondientes a esta zona de vida poseen generalmente topografía suave.

La elevación en la parte norte de Petén varía entre 50 y 275 msnm.

La vegetación indicadora en esta zona está constituida especialmente por: *Byrsonima crassifolia*, *Curatella americana*, *Xylopia frutescens*, *Bombax ellipticum*, *Metopium brownei*, *Quercus oleoides* especialmente en las sabanas y sus alrededores que son suelos muy pobres.

En los suelos mejores y más al norte, por el parque nacional Tikal se encuentran especies como: *Sabal morisiana*, *Manilkara zapota*, *Pimienta dioica*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Alseis yucateensis* y otras que también son vistas en el bosque muy húmedo.

#### **d. Consideraciones generales sobre uso**

En la parte norte de Petén, por poseer suelos poco profundos, el uso apropiado sería el de manejo forestal combinado con la ganadería.

### **B. Bosque muy húmedo subtropical (cálido) (bmh-S (c))**

#### **a. Localización y extensión**

En el norte del país abarca el departamento de Izabal, norte de Alta Verapaz y parte del departamento de Huehuetenango, asimismo la parte sur del departamento de Petén (Sayaxché, San Luis, Poptún y Dolores).

La superficie total de esta zona de vida es de 40,700 km<sup>2</sup>, lo que representa el 37.41 % de la superficie del país.

#### **b. Condiciones climáticas**

Son variables por la influencia de los vientos. El régimen de lluvias es de mayor duración; por lo que influyen grandemente en la composición florística y en la fisonomía de la vegetación.

En la zona sur de Petén se reportan precipitaciones de 1,587 a 2,066 mm anuales.

#### **c. Topografía y vegetación**

Los terrenos de esta zona de vida son de topografía desde plana hasta accidentada. La elevación varía desde 80 a 1,600 msnm.

La vegetación natural es una de las más ricas en su composición florística, sin embargo podemos citar como indicadores las siguientes: *Brosimum alicastrum*, *Lonchocarpus*, *Virola*, *Cecropia*, *Ceiba pentandra*, *Vochysia hondurensis*, *Pinus caribea*, para la parte Sur de Petén y Departamentos del Norte del país.

#### **d. Consideraciones generales sobre su uso apropiado**

En el departamento de Petén por poseer suelos poco fértiles, la agricultura no es muy diversificada, dedicándose más al cultivo de maíz y frijol, por lo que es conveniente determinar áreas para manejo sostenido de los bosques.

### **3.2.2 Suelos**

Según Simmons *et al.* (23), La comunidad Las Cruces se encuentra en la serie de suelos Quinil (QI), cuyas características son:

Suelos profundos, con buen drenaje, desarrollados sobre rocas calcáreas y material proveniente de ellas, en zonas tropicales húmedas, en partes planas o ligeramente onduladas y entre 60 y 150 metros de altura asociados con los suelos Chacalté, Joljá, Sarstún, y Sotz principalmente. Están relacionados con los suelos Sotz y Sebol, pero se diferencian de los primeros porque son más rojos, de arcilla más dura y adhesiva en la superficie, tienen

menos concreciones y la parte moteada se encuentra a menos profundidad. De los Sebol se diferencian por ser menos profundos y menos ácidos en las capas superficiales. La vegetación está constituida por bosques densos, integrados por especies de gran desarrollo principalmente, entre los cuales hay alta proporción de maderas preciosas.

### **A. Perfil del suelo: Quinil arcilla**

- a. Sobre la superficie hay un manto de 2 a 4 cm, de grueso, de desechos vegetales en proceso de descomposición.
- b. El suelo superficial, que tiene un espesor de 15 ó 20 m., es arcilla de color café rojizo oscuro, con estructura granular, densa población de raíces, moderado contenido de materia orgánica, transición gradual y reacción neutra, pH alrededor de 7.0.
- c. De 20 a 50 cm, el perfil está constituido por arcilla plástica, de color café rojizo, con estructura cúbica, en agregados pequeños, tiene ocasionalmente algunas concreciones esféricas de color café oscuro y de 0.2 a 0.5 cm de diámetro. Tiene transición gradual y reacción medianamente ácida, pH alrededor de 6.0.
- d. El subsuelo desde 50 cm hasta 120 cm, es arcilla plástica de color café rojizo moteado de amarillo y gris en la parte profunda, tiene estructura cúbica en agregados pequeños, que se separan fácilmente al estar secos. Algunas de las caras de los agregados a más de 80 cm de profundidad, están manchadas de un color negro opaco. La reacción es fuertemente ácida, pH alrededor de 5.5.

### **B. Variaciones e inclusiones**

Varía de un sitio a otro la tonalidad del color del perfil, siendo a veces más rojo en todo su espesor. En las áreas de contacto con los suelos Chacalté y Joljá, hay alguna pedregosidad. Están incluidas en los suelos Quinil áreas chicas de suelos Joljá, Yaxá y Chacalté. También están incluidas pequeñas extensiones de suelos de perfiles poco profundos, con unos 40 cm de espesor, con textura de arena fina franca y de reacción alcalina que fueron clasificados con el nombre de "Macabil".

### **C. Usos y recomendaciones**

Se encuentran cubiertos de grandes bosques, en los que hay mucha madera de alto valor, sus características denotan capacidad para producir caña de azúcar, arroz, maíz, legumbres, cacao, hule y cítricos, entre otros. Sin embargo el trabajo de habilitación será costoso, dada la magnitud de los bosques, aunque parecen propios para el uso de maquinaria agrícola. Como otros suelos de Petén tiene el inconveniente de ser muy arcilloso, estar expuestos a largos períodos de fuertes lluvias y mala distribución de las mismas.

### **D. Topografía**

Ocupan áreas de terreno plano y ondulado en un "karst" viejo que ha tenido fuerte denudación. Se destacan en el relieve, pequeños conos que son vestigios de prominencias rocosas. Estos son generalmente de altura no mayor de 60 metros, tienen fuertes declives y es muy común que tengan cortos verticales de rocas calcáreas masivas, al descubierto. En algunas partes del extremo noroeste de Petén, esos conos cobran densidad y altura importantes. Las corrientes permanentes y continuas de agua son escasas, habiendo sin embargo, algunas

masivas, al descubierto. En algunas partes del extremo noroeste de Petén, esos conos cobran densidad y altura importantes. Las corrientes permanentes y continuas de agua son escasas, habiendo sin embargo, algunas

lagunas y lagunetas importantes. Donde el drenaje interno opera sin obstrucción, es frecuente observar "embudos" en las depresiones.

### E. Localización y extensión

Están en la parte norte de Guatemala, en el lado occidental de Petén, en la región comprendida entre el río Usumacinta, el río San Pedro y las sabanas de La Libertad. Ocupan un área de 272,757 Ha, o sea el 2.5 % del área de la República,

#### 3.2.3. Descripción de los materiales genéticos a evaluar

Los materiales genéticos enumerados del uno al doce, fueron colectados y proporcionados por la Gremial de Exportadores de Ajonjolí, los materiales genéticos enumerados como trece y catorce, fueron materiales proporcionados por los agricultores de Petén y fueron utilizados como testigos. Los materiales genéticos a evaluar son de tipo ramificado, exceptuando los testigos (R -198 Petén y Chicote) (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Descripción de los materiales genéticos a evaluar

	Material Genético	Procedencia		Material Genético	Procedencia
1	Línea RGB - 1	Venezuela <sup>1</sup>	8	Cuyuta C - 2E	Nacional
2	Línea RGB - 2	Venezuela	9	R - 198 Zacapa	Nacional
3	Línea RGB - 3	Venezuela	10	Estrella	Nacional
4	Línea RGB - 4	Venezuela	11	R - 198 ICTA	Nacional
5	Cuyuta C - 8	Nacional	12	Línea RGB - 6	Venezuela
6	Línea RGB - 5	Venezuela	13	R - 198 Petén	Nacional
7	Cuyuta C - 3	Nacional	14	Chicote Petén	Nacional

<sup>1</sup> Todos los materiales genéticos de procedencia venezolana, fueron aportados por la Facultad de Agronomía de Universidad Centro Occidental de Barquisimeto, Venezuela, en el marco del convenio de cooperación entre esta universidad y la Gremial de Exportadores de Ajonjolí de Guatemala.

## **4. OBJETIVOS**

### ***4.1 Objetivo general***

Identificar los materiales genéticos de Ajonjolí que reporten las mejores características agronómicas y sean los más estables en las localidades de estudio.

### ***4.2 Objetivos específicos***

1. Evaluar agronómicamente 14 cultivares de ajonjolí en la región de Las Cruces, La Libertad, Petén.
2. Identificar a través del análisis de estabilidad los materiales genéticos con mejores características agronómicas.
3. Identificar a través del análisis de estabilidad los materiales genéticos más estables en las tres localidades de estudio.

## **5. HIPOTESIS**

1. Al menos uno de los materiales genéticos a evaluar reportará mejores características agronómicas que el resto de materiales.
2. Al menos uno de los materiales genéticos será más estable que el resto de los materiales.

## 6. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la investigación se establecieron tres ensayos en finca de agricultores, en la aldea Las Cruces, municipio de La Libertad, departamento de Petén. Los cuales se establecieron en la primera semana de noviembre de 1,994.

### 6.1 Localización

Los ensayos se establecieron en:

- Aldea Las Cruces, situada a 16°39'00 Latitud Norte y 90° 17'30 Longitud Oeste
- Aldea Los Batres, situada a 16°39'50 Latitud Norte y 90° 19'00 Longitud Oeste y
- Parcelamiento Pucté, situado a 16°39'30 Latitud Norte y 90° 14'30 Longitud Oeste. Municipio La Libertad, departamento de Petén, ubicados a 450 psnm. (ver anexo 2)

### 6.2 Tratamientos

Los tratamientos corresponden a los materiales genéticos que se utilizaron en la investigación, siendo estos los siguientes:

- Tratamiento 1. Línea RGB - 1
- Tratamiento 2. Línea RGB - 2
- Tratamiento 3. Línea RGB - 3
- Tratamiento 4. Línea RGB - 4
- Tratamiento 5. Cuyuta C - 8
- Tratamiento 6. Línea RGB - 5
- Tratamiento 7. Cuyuta C - 3
- Tratamiento 8. Cuyuta C - 2E
- Tratamiento 9. R - 198 Zacapa
- Tratamiento 10. Estrella
- Tratamiento 11. R - 198 ICTA
- Tratamiento 12. Línea RGB - 6
- Tratamiento 13. R - 198 Petén
- Tratamiento 14. Chicote Petén<sup>2</sup>

La unidad experimental utilizada fue de 5 surcos espaciados a 0.75 metros de 5 metros de largo, para una área de parcela bruta de 18.75 metros<sup>2</sup> y una área de parcela neta de 9.45 metros<sup>2</sup>, la distancia entre posturas fue de 0.25 metros (ver figura 3).

### 6.3 Diseño del experimento

El diseño experimental que se utilizó es el de **Bloques al Azar**, con cuatro repeticiones, para un total de 56 unidades experimentales por localidad.

<sup>2</sup> R - 198 Petén y Chicote son dos materiales que pueden considerarse como criollos ya que son materiales que los agricultores del área de Las Cruces utilizan desde hace aproximadamente 10 años, caracterizándose por que no producen ramas secundarias.

52.5 Metros.															
Bloques															
IV	13	8	12	6	10	11	4	2	5	9	3	1	7	14	1 mt
III	4	8	2	14	6	1	3	12	11	9	13	7	10	5	23 mt
II	12	11	6	7	8	4	1	10	3	2	5	9	14	13	5 mt
I	5	9	3	1	10	4	6	2	12	7	8	14	13	11	3.75 mt

Figura 3. Diagrama de distribución de unidades experimentales y arreglo de tratamientos en el campo, para la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí (*S. indicum L.*). 1994.

### 6.3.1. Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado por AMMI es: (11)

$$Y_{ij} = \mu + g_i + e_j + \sum \lambda_k i_k y_{jk} + R_{ij}$$

en donde:

$Y_{ij}$  = Predicción del genotipo  $i$  en ambiente  $j$ .

$\mu$  = Efecto de la media general.

$g_i$  = diferencia de un genotipo  $i$  y el promedio general

$e_j$  = diferencia de un ambiente  $j$  y el promedio general

$\sum$  = Sumatoria de

$\lambda_k$  = raíz cuadrada de la suma de cuadrados (SC) del eje PCA  $k$ .

(la SC de la fuente de variación PCA  $k$  = raíz cuadrada de  $k$  al cuadrado)

$i_k$  = PC puntaje (score) de un genotipo para eje  $k$

$y_{jk}$  = PC puntaje (score) de un ambiente para eje k

$R_{ij}$  = Error residual.

El modelo estadístico utilizado por el diseño bloques al azar es: (19)

$$Y = \mu + b_i + t_j + e_{ij}$$

en donde:

$Y$  = Media general.

$\mu$  = Efecto medio.

$b_i$  = Efecto del  $i$ ésimo bloque

$t_j$  = Efecto del  $j$ ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = Efecto de la unidad experimental en el  $i$ ésimo bloque que está sujeta al  $j$ ésimo tratamiento

## **6.4 Manejo del experimento**

El manejo que se dio al experimento es similar al manejo que el agricultor le da tradicionalmente al cultivo de ajonjolí.

### **6.4.1 Preparación del terreno**

Esta se llevó a cabo en forma mecánica, con dos pasadas de rastra.

### **6.4.2 Siembra**

Se realizó en forma manual, depositando de 10 a 15 semillas cada 0.40 mt

### **6.4.3 Fertilización**

No se llevó cabo ninguna fertilización ya que en la región el ajonjolí no se fertiliza. En cada ensayo se tomaron muestras de suelo para análisis de fertilidad.

### **6.4.4 Control de malezas**

Se realizaron dos, una con azadón, aproximadamente 20 días después de la germinación y otra con machete a los 20 días después de la primera.

### **6.4.5 Control de plagas y enfermedades**

Se llevó a cabo con prácticas para el control de plagas y enfermedades, con la misma frecuencia, dosis y metodología que el agricultor utiliza.

En los ensayos, se realizaron dos aplicaciones de insecticidas sistémicos y de contacto para el control de chinches, larvas de lepidópteros y algunos insectos masticadores.

#### **6.4.6. Cosecha**

Se realizó aproximadamente a los 105 días después de la germinación, lo que varió de 1 a 3 días de un cultivar a otro.

### **6.5 Variables de respuesta**

Las variables fueron analizadas y observadas siguiendo los lineamientos del Descriptor de ajonjolí del Instituto Internacional de Recursos Genéticos Vegetales –IPGRI- (14).

Para facilitar el análisis de las de las variables estudiadas se procedió a agruparlas en variables cualitativas y variables cuantitativas. A continuación se describe cada uno de los descriptores y sus respectivos estados.

#### **6.5.1 Variables cualitativas**

a. Hábito de ramificación, a la floración:

- 1 No ramificado
- 2 Ramificado en la base
- 3 Ramificación en la parte de arriba

b. Crecimiento, a la floración:

- 1 Determinado
- 2 Indeterminado

c. Vellosidad del tallo, cuando las plantas hallan alcanzado la madurez fisiológica:

- 0 Glabra
- 3 Esparcidos
- 7 Peludo
- 9 Muy peludo

d. Forma del tallo en corte transversal, a la floración:

- 1 Redondo
- 2 Cuadrado

e. Color de la hoja, a la floración:

- 1 Verde
- 2 Verde con mancha amarillas
- 3 Verde con mancha azules
- 4 Verde con mancha moradas

f. Vellosidad de la hoja, en la superficie ventral de las hojas de la base, a la floración:

- 1 Glabra
- 2 Esparcidos
- 7 Peluda
- 9 Muy peluda

## g. Posición de la hoja, a la floración:

- 1 Opuestas
- 2 Alternas
- 3 Mixtas

## h. Forma de la hoja basal, a la floración:

- 1 Entera
- 2 Lobulada

## i. Glándulas en la base de las hojas, a la floración:

- 0 Ausentes
- + Presentes

## j. Angulo de las hojas, a la floración:

- 3 Acotado
- 5 Horizontal
- 7 Caído

## k. Color exterior de la corola, a la floración:

- 1 Blanco
- 2 Blanco-Violeta (sombra)
- 3 Blanco-Violeta (borde)
- 4 Violeta
- 5 Morado

## l. Vellosidad de la corola, a la floración:

- 0 Glabra
- + Peluda

## m. Forma de la cápsula, a la cosecha:

- 1 Puntiaguda
- 2 Estrechamente Oblonga
- 3 Ampliamente Oblonga
- 4 Cuadrada

## n. Vellosidad de la cápsula, a la cosecha:

- 0 Glabra
- 3 Esparcidos
- 7 Profusos

## o. Color de la cápsula seca, a la cosecha:

- 1 Café
- 2 Café oscuro
- 3 Morado

p. Grosor de pericarpio, a la cosecha:

- 3 Delgado
- 7 Grueso

q. Color de la cubierta de la semilla, a la cosecha:

- 1 Blanca
- 2 Café claro
- 3 Café
- 4 Café rojizo
- 5 Gris
- 6 Negra
- 7 Otra

r. Textura de la cubierta, a la cosecha:

- 1 Lisa
- 2 Aspera

s. Carga a la madurez, a la cosecha:

- 3 Liviana
- 5 Intermedia
- 7 Pesada

t. Presencia de plagas y enfermedades, en todo el ciclo:

### 6.5.2 Variables cuantitativas

a. Días a emergencia:

Número de días cuando emergió el 50 % de las plantas.

b. Días al 50 % de floración:

Número de días a los cuales el 50 % de las plantas produjeron la primera flor.

c. Días a madurez fisiológica:

Número de días a los cuales el 75 % de las plantas llegó a la madurez fisiológica, después de la germinación.

d. Altura de las plantas, a la floración:

Se tomó la altura en centímetros de cinco plantas, para cada tratamiento, de en medio de la parcela, al azar.

e. Número de flores por axila foliar, a la floración:

- 1 Una
- 2 Más de una

f. Número de nudos a la primera flor en el tallo principal, a la floración:

Se tomó el número de nudos a la primera flor en el tallo principal, para cada tratamiento de cinco plantas al azar en medio de la parcela.

g. Largo de entrenudos, a la floración:

Se tomó el largo de entrenudos en centímetros, en el tallo principal, para cada tratamiento de cinco plantas al azar en medio de la parcela.

h. Tamaño de la cápsula en milímetros, a la cosecha:

Se tomó el tamaño de tres cápsulas por planta, para cada tratamiento, de cinco plantas al azar en medio de la parcela.

i. Número de carpelos por cápsula, cosecha:

1 Dos

2 Más de dos

j. Largo de vellos de la cápsula, a la cosecha:

3 Cortos

7 Largos

k. Semillas por cápsula, a la cosecha:

Se contó el número de semillas de tres cápsulas, para cada tratamiento, de cinco plantas al azar en medio de la parcela.

l. Número de cápsulas por planta, a la cosecha:

Se contó el número de cápsulas, para cada tratamiento, de cinco plantas al azar.

m. Porcentaje de peso de la cubierta, a la cosecha:

Porcentaje de peso de la cubierta con relación a la semilla, en base seca.

n. Peso de 1000 semillas, en gramos, a la cosecha:

Se pesaron 1000 semillas al azar.

o. Producción por planta, en gramos, a la cosecha:

Se tomó el rendimiento por planta, de 10 plantas al azar.

p. Producción por parcela neta, en gramos, a la cosecha:

Se tomó el rendimiento por parcela neta.

q. Fotosensibilidad, a la floración, en todo el ciclo:

Se contó el número de horas luz, durante el ciclo del cultivo.

## **6.6 Análisis de información**

A las variables cualitativas se les realizó el análisis de frecuencias para concluir cuales pudiesen ser las características predominantes de los diferentes materiales genéticos evaluados.

A las variables cuantitativas se les realizó análisis de varianza, si existían diferencias significativas se realizó prueba de medias y para las variables de rendimiento se realizó el análisis de estabilidad por medio del método AMMI.

### **6.7 Transferencia de resultados a los productores**

Se realizó días de campo con aproximadamente 400 productores de 12 comunidades y técnicos de campo de instituciones de la región.

En la fase de ensayos se realizó un día de campo, en donde se les explicó a los participantes la importancia de la investigación y porqué es necesaria esta fase de trabajo, así también se explicó el arreglo de bloques y parcelas, posteriormente los productores recorrieron el área experimental, observando cada uno de los cultivares previamente identificados para finalizar la actividad con una evaluación en donde los diferentes grupos expusieron las razones (Altura de planta, habito de ramificación, número de cápsulas por planta, tamaño de cápsula y color del follaje, entre otras) por las que prefirieron uno u otro cultivar.

## **7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Producto de los resultados de la investigación, en próximo ciclo de cultivo (1995), se establecieron parcelas de transferencia de tecnología con algunos productores (10 productores) a quienes se les proporcionó semilla de los Líneas RGB para su establecimiento. En esta fase se realizó un día de campo en donde los productores recorrieron las parcelas, observando cuidadosamente cada uno de los cultivares.

### **7.1 Variables cualitativas**

De las veinte variables cualitativas, evaluadas en este estudio, se encontraron algunas variables que no manifestaron comportamiento diferente en los cultivares y se les denominó "Variables Cualitativas Constantes", encontrándose doce de ellas en esta condición. Estas son: a. Crecimiento, b. Forma del tallo, c. Color de la hoja, d. Forma de la hoja basal, e. Glándulas en la base de la hoja, f. Color exterior de la corola, g. Vellosoidad de la corola, h. Forma de la cápsula, i. Color de la cápsula seca, j. Grosor del pericarpio, k. Color de la cubierta y l. Textura de la cubierta. Estas se listan y describen en el Cuadro 3. A estas variables por su comportamiento no se les aplicó ningún análisis estadístico, ya que estas variables no aportan ninguna información relevante para la evaluación per se de los 14 cultivares de ajonjolí, debido a que tuvieron un comportamiento similar en todos los materiales genéticos evaluados en las tres localidades.

Cuadro 3. Variables cualitativas observadas constantes en la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí (*S. indicum L.*). 1994.

Variable	Estado del descriptor	Código del descriptor
Crecimiento	Determinado	1
Forma del tallo	Cuadrado	2
Color de la hoja	Verde con manchas amarillas	2
Forma de la hoja basal	Lobulada	2
Glándulas en la base de la hoja	Presente	+
Color exterior de la corola	Blanco violeta (sombra)	2
Vellosidad de la corola	Peluda	+
Forma de la cápsula	Puntiaguda	1
Color de la cápsula seca	Café	1
Grosor del pericarpio	Delgado	3
Color de la cubierta de la semilla	Blanco	1
Textura de la cubierta	Lisa	1

Se identificaron ocho variables cualitativas que se manifestaron en diferentes estados del descriptor. Estas variables son a. Hábito de ramificación, b. Vellosidad del tallo, c. Vellosidad de la hoja, d. Posición de la hoja, e. Angulo de la hoja, f. Vellosidad de la cápsula, g. Carga a la madurez y Presencia de plagas y enfermedades. Por sus características a este grupo de variables solamente se les realizó análisis por medio de la estadística descriptiva. En el Cuadro 4 se listan estas variables con las principales características.

Cuadro 4. Variables cualitativas observadas no constantes en la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí (*S. indicum L.*). 1994.

Variable	Estado del Descriptor	Localidad 1	Localidad 2	Localidad 3
Hábito de ramificación	No ramificado (1)	---	---	Líneas RGB 2, 3 y 5, Cuyuta C-3, R-198 Zacapa y Chicote (Petén)
	Ramificado en la base (2)	---	---	Líneas RGB 1, 4 y 6, Cuyuta C-8, Cuyuta C-2E, Estrella, R-198 ICTA y R -198 Petén
	Ramificado en la parte de arriba (3)	Todos los tratamientos	Todos los tratamientos	---
Vellosidad del tallo	Glabra (0)	Línea RGB 1, Línea RGB - 5 y Línea RGB - 6	---	
	Esparcidos (3)	Líneas RGB 2, 3 y 4, Cuyuta C-8, Cuyuta C-3, R-198 Zacapa, Estrella, R-198 Petén y Chicote (Petén).	Todos los tratamientos, excepto Cuyuta C - 2E.	Todos los tratamientos

	Peludo (7)	---	Cuyuta C - 2E	---
	Muy peludo (9)	---	---	---
Vellosidad de la hoja	Glabra (1)	Líneas RGB 1, RGB 2, RGB 3, RGB 4, RGB 5, RGB 6, Cuyuta C -3 y Chicote (Petén)	Línea RGB - 5	Líneas RGB-1, RGB-2, RGB-4, RGB-6 y Cuyuta C - 2E.
	Esparcidos (2)	Cuyuta C -8, Cuyuta C-2E, R - 198 Zacapa, Estrella, R - 198 ICTA y R - 198 Petén	Todos los tratamientos, excepto la Línea RGB - 5	Líneas RGB-3, RGB-5, Cuyuta C-8, Cuyuta C-3, R-198 Zacapa, Estrella, R-198 ICTA, R-198 Petén y Chicote (Petén).
	Peluda (7)	---	---	---
	Muy peluda (9)	---	---	---
Posición de la hoja	Opuesta (1)	Todos los tratamientos, excepto el tratamiento R -198 Petén	Todos los tratamientos, excepto el tratamiento Cuyuta C - 2E	Todos los tratamientos.
	Alterna (2)	--	--	--
	Mixta (3)	R -198 Petén	Cuyuta C-2E	--
Angulo de la hoja	Acotado (3)	--	--	--
	Horizontal (5)	Líneas RGB-3, RGB-4, RGB-5, Cuyuta C-3 y Cuyuta C-2E	Líneas RGB-2, RGB-3, RGB-6, Cuyuta C-3, Cuyuta C-2E R-198 Petén y Chicote (Petén)	Líneas RGB-1, RGB-4, Cuyuta C-8 y Cuyuta C-2E, R-198 Zacapa, Línea RGB-6, R-198 Petén y Chicote (Petén)
	Caído (7)	Líneas RGB-1, RGB-2, RGB-6, Cuyuta C-8, R-198 Zacapa, Estrella, R-198 ICTA, R-198 Petén y Chicote (Petén)	Líneas RGB-1, RGB-4, RGB-5, Cuyuta C-8, R-198 Zacapa, Estrella y R-198 ICTA.	Líneas RGB-2, RGB-3, RGB-5, Cuyuta C-3, Estrella y R-198 ICTA.
Vellosidad de la cápsula	Glabra (0)	---	---	---
	Esparcidos (3)	La mayoría de los tratamientos, excepto los tratamientos Cuyuta C-8, Cuyuta	Línea RGB-4 y R-198 Zacapa	Líneas RGB-1, RGB-3, RGB-4, RGB-6, Cuyuta C-8, Estrella, R-198 ICTA y R-198 Petén

		C-3 y Cuyuta C-2E		
	Profusos (7)	Cuyuta C-8, Cuyuta C-3 y Cuyuta C-2E	Todos los tratamientos, excepto los tratamientos Línea RGB-4 y R-198 Zacapa	Líneas RGB-2, RGB-5, Cuyuta C-3, Cuyuta C-2E, R-198 Zacapa y Chicote (Petén)
Carga a la madurez	Liviana (3)	Todos los tratamientos, excepto el tratamiento Línea RGB - 4	Todos los tratamientos, excepto el tratamiento Línea RGB - 2	Todos los tratamientos.
	Intermedia (5)	Línea RGB - 4	Línea RGB - 2	---
	Pesada (7)	---	---	---
Presencia de plagas y enfermedades	Las plagas mas comunes fueron algunos insectos como Diabrotica sp. Y larvas de lepidopteros. Las enfermedades mas comunes fueron Manchas en las hojas y Pata Negra (Phytophthora sp), sin llegar a producir daños significativos			

De la información que ofrecen las variables descritas en el Cuadro 3, sobresalen algunos detalles como:

#### a. Hábito de ramificación

Las localidades uno y dos presentan el mismo patrón de ramificación, para todos los tratamientos que es "ramificado en la parte de arriba" mientras que la localidad tres presenta un patrón distinto, manifestando para algunos tratamientos ninguna ramificación y para otros ramificación en la base del tallo.

#### b. Velloso del tallo

En la localidad uno nueve de los catorce tratamientos manifestaron vellos esparcidos, tres tratamientos se manifestaron sin velloso en el tallo y dos tratamientos manifestaron tallos peludos, en las localidades dos y tres todos los tratamientos fueron "esparcidos" o "muy peludos".

#### c. Velloso de la hoja

En la primera localidad ocho tratamientos se manifestaron sin velloso mientras que seis tratamientos manifestaron vellos esparcidos. En la segunda localidad la mayoría de tratamientos manifestó vellos esparcidos, con excepción de un tratamiento que se manifestó sin velloso. En la tercera localidad cinco tratamientos se manifestaron sin velloso, mientras que nueve tratamientos manifestaron velloso esparcida.

En cuanto a velloso del tallo y velloso de la hoja la localidad mas uniforme es la dos, ya que para ambas variables únicamente un tratamiento no mostró algún tipo de velloso, que fue el tratamiento Línea RGB - 5.

#### **d. Posición de la hoja**

Esta variable se manifestó con gran similitud en las tres localidades, con hojas opuestas. Excepto en las localidades uno y dos que un tratamiento por localidad manifestó la posición de la hojas mixta, en la localidad uno fue el tratamiento R – 198 Petén y en la localidad dos fue el tratamiento Cuyuta C – 2E.

#### **e. Angulo de la hoja**

La característica “ángulo de la hoja” parece ser una característica poco consistente, al menos en estos tratamientos, ya para las tres localidades el comportamiento fue distinto repitiendo el mismo ángulo de la hoja, un tratamiento solamente para dos localidades, a excepción del tratamiento R-198 ICTA que manifiesta para las tres localidades ángulo de la hoja caído.

#### **f. Vellosoidad de la cápsula**

En la localidad uno once de los catorce tratamientos manifestaron vellos esparcidos en la cápsula y solamente tres tratamientos manifestaron vellosoidad profusa en la cápsula. En la localidad dos doce tratamientos manifestaron vellosoidad profusa y dos tratamientos vellos esparcidos y en la localidad tres ocho tratamientos manifestaron vellos esparcidos y seis tratamientos vellosoidad profusa.

Para esta variable todos los tratamientos en las tres localidades manifestaron algún tipo de vellosoidad.

#### **g. Carga a la madurez**

Esta variable se manifestó con bastante similitud para las tres localidades, manifestando carga liviana la mayoría de los tratamientos para las tres localidades, exceptuando en las localidades uno y dos en las cuales un cultivar por localidad mostró carga intermedia.

#### **h. Presencia de plagas y enfermedades**

Esta característica no presentó variación entre tratamientos, pero si entre localidades y fueron las localidad uno y dos donde existió mayor presencia de plagas y enfermedades sin preferencia por algún tratamiento.

### **7.2 Variables cuantitativas**

Para este estudio evaluación de 14 cultivares de ajonjolí (*S. indicum L.*), se estudiaron diez y siete variables cuantitativas, de las cuales cuatro, manifestaron un comportamiento constante, mientras que trece variables manifestaron un comportamiento no constante.

#### **7.2.1 Variables cuantitativas constantes**

Entre las variables cuantitativas constantes están: Número de flores por axila foliar, b. Número de carpelos por cápsula, c. Días a emergencia y d. Días a floración (ver cuadro 5), por lo que no presentan información relevante para el comportamiento de los diferentes tratamientos.

Cuadro 5. Variables cuantitativas observadas constantes en la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí (*S. indicum L.*), 1994.

Variable	Localidad uno	Localidad dos	Localidad tres
Número de flores por axila foliar	1	1	1
Número de carpelos por cápsula	2	2	2
Días a emergencia	4-5	4-5	4-5
Días a floración	37-42	37-42	37-42
Días a la madurez fisiológica			
98 días			Cuyuta C - 8 y R - 198 Zacapa
99 días			Cuyuta C - 3, Estrella y R - 198 ICTA
100 días			Cuyuta C - 2E
101 días	Todos los tratamientos, excepto dos	Todos los tratamientos, excepto dos	
102 días			Línea RGB - 4 y Chicote (Petén)
103 días	Línea RGB - 3 y Línea RGB - 4	Línea RGB - 3 y Línea RGB - 4	Líneas RGB - 1, 2, 3, 5 y 6 y R - 198 (Petén)
Largo de vellos de la cápsula			
Cortos	Línea RGB - 1, Línea RGB - 2, Línea RGB - 3, Línea RGB - 4, Cuyuta C - 8, Línea RGB - 5, R - 198 Zacapa, R - 198 ICTA, Línea RGB - 6 y Chicote (Petén)	Línea RGB - 1, Línea RGB - 2, Línea RGB - 3, Línea RGB - 4, Cuyuta C - 8, Línea RGB - 5, R - 198 ICTA, Línea RGB - 6 y Chicote (Petén)	Todos los tratamientos
Largos	Cuyuta C - 3, Cuyuta C - 2E, Estrella y R - 198 Petén	Cuyuta C - 3, Cuyuta C - 2E, R - 198 Zacapa, Estrella y R - 198 Petén	

La variable días a la madurez fisiológica y presenta un comportamiento que ofrece información importante como el hecho de que en la localidad tres, los tratamientos Línea RGB - 1, Línea RGB - 2, Línea RGB - 3, Línea RGB - 5 y Línea RGB - 6 manifestaron el mayor número de días a floración (103 días), por lo que debe

ser una característica a considerar al momento de la selección de materiales ya que los días cortos de fin de año pudiesen afectar el rendimiento de estos materiales.

El Largo de vellos de la cápsula, también presenta un comportamiento interesante ya que en las localidades uno y dos los tratamientos Cuyuta C -3, Cuyuta C - 2E, Estrella, R -198 Petén y R - 198 Zacapa (este último únicamente para la localidad dos) presentaron vellos largos en la cápsula, característica que puede ser relevante en la selección de materiales, por la acción que pudiese ejercer los vellos largos en la cápsula ante la presencia de insectos. Mientras que la localidad tres todos los tratamientos manifestaron vellos cortos.

## 7.2.2 Variables cuantitativas no constantes

En los cuadros 6 y 7 se presentan los resultados de las variables cuantitativas observadas no constantes

### a. Altura de planta

En la localidad 1, los tratamientos que manifestaron mayor altura son Líneas RGB 6 y 3, R - 198 ICTA y Líneas RGB 4 y 1, los tratamientos que manifestaron menor altura son R - 198 Petén, Ramificado Petén y R - 198 Zacapa.

En la localidad 2 los tratamientos de mayor altura son Líneas RGB 3, 1, 4 y 6 y R - 198 Petén, y los de menor altura son Ramificado Petén, R - 198 ICTA y R - 198 Zacapa.

En la localidad 3 los tratamientos de mayor altura son Cuyuta C - 8, Línea RGB - 5, R - 198 Petén, Estrella y Línea RGB - 4, los tratamientos de menor altura son Línea RGB -1, Ramificado Petén y Cuyuta C - 3, (ver figura 4).

### b. Número de nudos a la primera flor

En la localidad 1 los tratamientos que manifestaron mayor número de nudos a la primera flor son Líneas RGB 1 y 4 y Cuyuta C -8 y los que manifestaron menor número son Cuyuta C -3, R - 198 Petén y Cuyuta C - 2E.

En la localidad 2 los tratamientos con mayor número de nudos a la primera flor son Línea RBG - 6, R - 198 Petén, Líneas RGB - 1 y 4 y los tratamientos con menor número son Cuyuta C - 3, Cuyuta C - 2E y R - 198 Zacapa.

En la localidad 3 los tratamientos con mayor número de nudos a la primera flor son Líneas RGB - 6, 5 y 4 y los tratamientos con menor número son Cuyuta C - 2E, R - 198 Zacapa y Cuyuta C -3.

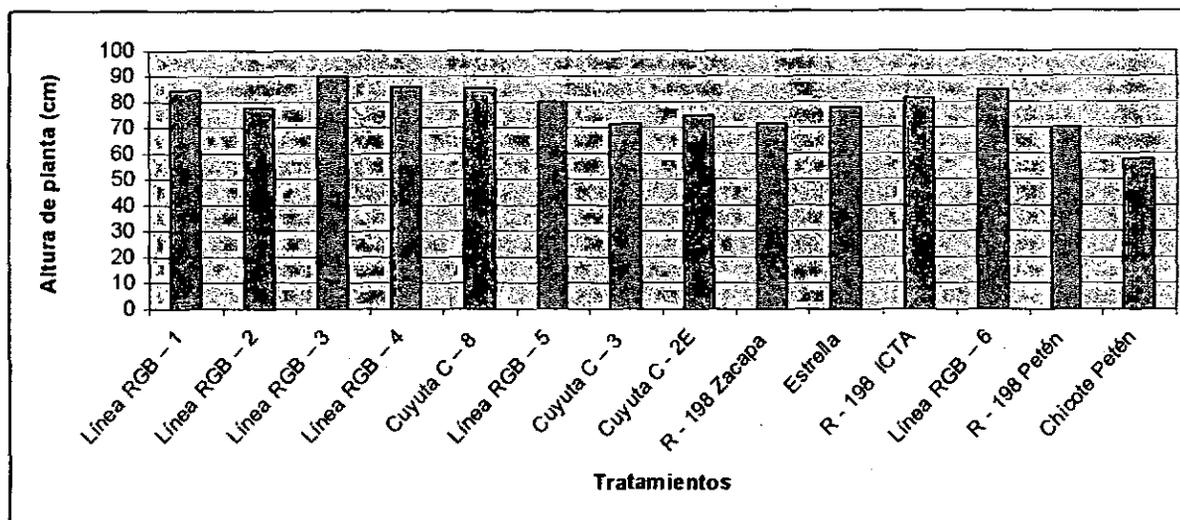


Figura 4. Altura promedio de planta. Evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí (*S. indicum* L.). 1994, en Las Cruces, La Libertad, Petén.

#### c. Largo de entrenudos

En la localidad 1 los tratamientos con mayor largo de entrenudos son Línea RGB - 5, Cuyuta C - 3, Cuyuta C - 8 y Chicote (Petén) y los tratamientos con menor número de nudos a la primera flor son R - 198 Petén, Cuyuta C - 2E y R - 198 Zacapa.

En la localidad 2 los tratamientos que manifestaron mayor largo de entrenudos son las Líneas RGB - 1, 3 y 5 y los tratamientos con menor largo de entrenudos son R - 198 Zacapa, Cuyuta C - 2E y Estrella.

En la localidad 3 los tratamientos con mayor largo de entrenudos son Cuyuta C - 8, Líneas RGB - 3, 4 y 5 y los tratamientos con menor largo de entrenudos son Línea RGB - 1, R - 198 Petén y Cuyuta C - 3.

#### d. Tamaño de la cápsula

En la localidad 1 los tratamientos con mayor tamaño de cápsula son Línea RGB - 1, Chicote (Petén) y las Líneas RGB - 4, 6 y 5 y los tratamientos con menor tamaño de cápsula son Cuyuta C - 2E, R - 198 Zacapa y Cuyuta C - 3.

En la localidad 2 los tratamientos con mayor tamaño de cápsula son Línea RGB - 1, Cuyuta C - 8, R - 198 ICTA y Línea RGB - 5 y los tratamientos con menor tamaño de cápsula son Estrella, Línea RGB - 2 y R - 198 Petén.

En la localidad 3 los tratamientos con mayor tamaño de cápsula son Chicote (Petén), Líneas RGB - 5, 1 y 4 y los tratamientos con menor tamaño de cápsula son R - 198 ICTA, Cuyuta C - 8, R - 198 Zacapa y Estrella.

#### e. Número de semillas por cápsula

En la localidad 1 los tratamientos con mayor número de semillas por cápsula son Línea RGB - 1, Cuyuta C - 3 y Línea RGB - 3 y los tratamientos con menor número de semillas por cápsula son Líneas RGB - 4 y 6, Estrella y R - 198 ICTA.

En la localidad 2 los tratamientos con mayor número de semillas por cápsula son Cuyuta C - 2E, Líneas RGB - 2, 6 y 4 y los tratamientos con menor número de semillas por cápsula son Cuyuta C - 8, R - 198 Zacapa y Estrella.

En la localidad 3 los tratamientos con mayor número de semillas por cápsula son Líneas RGB - 5 y 6, Cuyuta C - 3 y Líneas RGB - 1 y 3 y los tratamientos con menor número de semillas por cápsula son R - 198 ICTA, Estrella, R - 198 Petén y Línea RGB - 4.

#### **f. Número de cápsulas por planta**

En la localidad uno los tratamientos con mayor número de cápsulas por planta son R - 198 Petén, Líneas RGB - 6 y 2 y Estrella y los tratamientos con menor número de cápsulas por planta son R - 198 Zacapa, R - 198 ICTA y Cuyuta C - 3.

En la localidad dos los tratamientos con mayor número de cápsulas por planta son Estrella, Línea RGB - 3 y R - 198 ICTA y los tratamientos con menor número de cápsulas por planta son R - 198 Zacapa, Chicote (Petén) y las Líneas RGB - 2 y 4.

En la localidad tres los tratamientos con mayor número de cápsulas por planta son R - 198 Petén, Cuyuta C - 8 y la línea RGB - 4 y los tratamientos con menor número de cápsulas son Chicote (Petén) y las línea RGB - 1, línea RGB - 3 y línea RGB - 2.

#### **g. Porcentaje de peso de la cubierta**

En la localidad uno los tratamientos con mayor porcentaje de peso de la cubierta son Chicote (Petén), Cuyuta C - 8 y R - 198 ICTA y los tratamientos con menor porcentaje de peso de la cubierta son Línea RGB - 6, R - 198 Zacapa y Estrella

En la localidad dos los tratamientos con mayor porcentaje de peso de la cubierta son Cuyuta C - 2E, Cuyuta C - 8 y Chicote (Petén) y los tratamientos con menor porcentaje de peso son Cuyuta C - 3, Estrella y Línea RGB - 6

En la localidad tres los tratamientos con mayor porcentaje de peso de la cubierta son Línea RGB - 4, R - 198 Petén, y Línea RGB - 3 y los tratamientos con menor porcentaje de peso son Cuyuta C - 3, Estrella y Cuyuta C - 8.

#### **h. Peso de 1000 semillas**

En la localidad uno los tratamientos en los que el peso de 1000 semillas fue mayor son Cuyuta C - 3, Línea RGB - 5 y R - 198 ICTA y los tratamientos en los que el peso de 1000 semillas fue menor son Chicote (Petén), Línea RGB - 3 y Estrella.

En la localidad dos los tratamientos en los que el peso de 1000 semilla fue mayor son R - 198 ICTA, Línea RGB - 5 y Línea RGB - 1 y los tratamientos en los que el peso de 1000 semillas fue menor son R - 198 Petén, Cuyuta C - 8 y Estrella.

En la localidad tres los tratamientos en los que el peso de 1000 semilla fue mayor son Línea RGB - 5, Cuyuta C - 2E y R - 198 Petén y los tratamientos en los que el peso de 1000 semillas fue menor son Línea RGB - 1, R - 198 Zacapa C - 8.

#### i. Rendimiento

En la localidad 1, los tratamientos con mayor rendimiento por unidad de área son Línea RGB - 1, Línea RGB - 6 y Cuyuta C - 3 y los tratamientos con menor rendimiento son R - 198 Petén, Línea RGB - 2 y Línea RGB - 3.

En la localidad 2, los tratamientos con mayor rendimiento son R - 198 Petén, Cuyuta C - 3 y Línea RGB - 5 y los tratamientos con menor rendimiento son R - 198 Zacapa, Cuyuta C - 8 y Línea RGB - 2.

En la localidad 3, los tratamientos con menor rendimiento son R - 198 ICTA, Línea RGB - 6, Línea RGB - 4 y Cuyuta C - 3 y los tratamientos con mayor rendimiento son Línea RGB - 1, Línea RGB - 3 y Chicote (Petén), (ver figura 5).

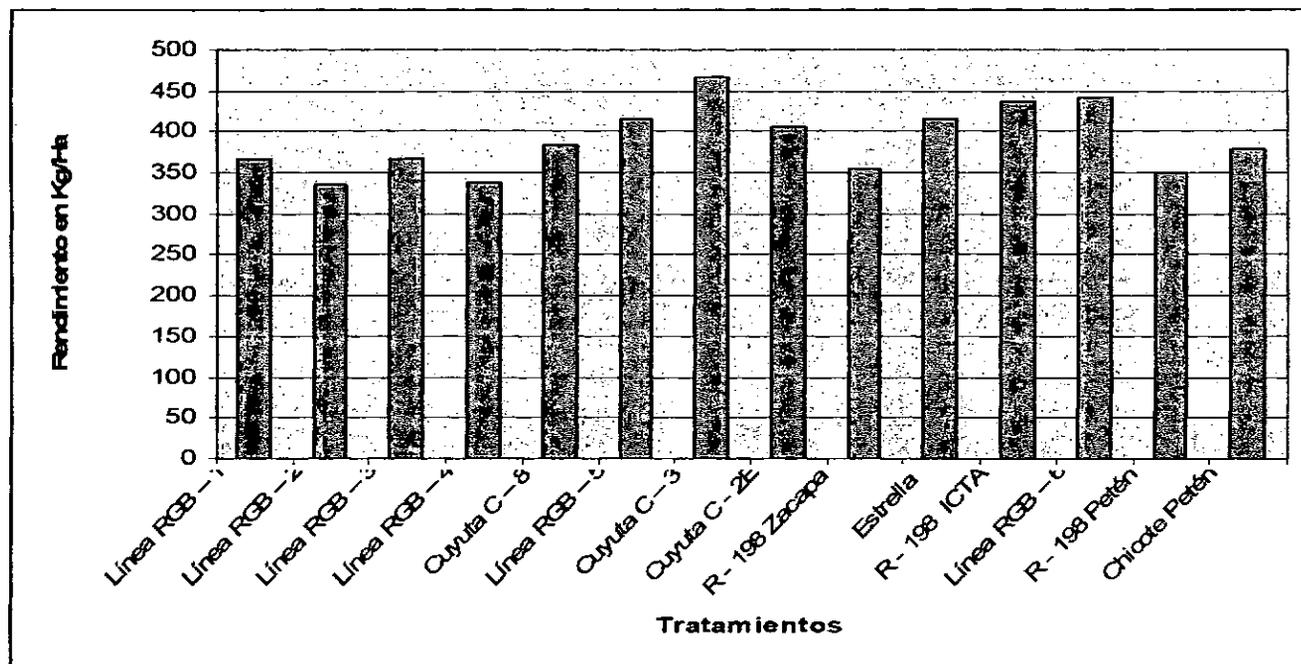


Figura 5. Rendimiento promedio en Kg/Ha. Evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí (*S. indicum L.*). 1994, en Las Cruces, La Libertad, Petén.

#### j. Fotosensibilidad (Respuesta de la planta)

Se contabilizó el número de horas luz por ciclo del cultivo el cual osciló entre 1,127 y 1,197 horas por ciclo.



Continuación del Cuadro 6. Variables cuantitativas observadas no constantes en la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí (*S. indicum L.*).1994.

Variable	Localidad 3															
A	Altura de la planta (cm)	51	68,2	80	80,6	94,8	83,8	62,6	68,6	77,2	81,6	73,2	64	82	61,2	73,486
B	No. de nudos a la primera flor	5	5	5,2	5,16	5,4	5,6	4,4	4,2	4,4	5,2	4,6	5,6	5	5,2	4,9971
C	Largo de entrenudos (cm)	5,8	7,4	8,2	8,4	8,8	8,2	6,8	7,4	7,2	7,8	7,8	7,2	6,6	7,8	7,5286
D	Tamaño de la cápsula (mm)	30,3	30	28,6	33	28	32,3	26	32,6	28,3	27,6	27,6	29,3	29,3	31	29,564
E	Semillas por cápsula	69,82	51,87	68,38	45,56	58,63	54,34	46,14	51,66	54,17	67,2	60,58	55,71	68,8	61,31	58,155
F	No. de cápsulas por planta	11	12,8	12,6	21,2	32,3	14,2	16,6	17,6	13,8	21,2	18,2	17,6	45	9,2	18,807
G	% de peso de la cubierta	54,31	47,69	56,38	60,77	45,55	55,94	43,61	45,55	47,44	45,18	45,41	54,74	57,91	48,34	50,63
H	Peso de 1000 semillas (gr)	1,65	2,99	2,57	2,78	2,28	4,9	2,57	4,53	1,67	2,32	3,19	3,26	2,66	3	2,8836
I	Producción por planta (gr)	5,11	5,8	5,17	6,23	6,22	6,11	6,23	5,33	5,29	6,17	6,96	6,47	5,94	5,38	5,8864
J	Producción/parcela neta (gr)	321,93	365,4	325,71	392,49	391,86	384,93	392,49	335,79	333,27	388,71	438,48	407,61	374,22	338,94	370,85
K	Rendimiento en Kg/ hectarea	340,83	386,66	344,67	415,34	414,83	407,17	415,5	355,33	352,83	411,17	464	433,16	396	352,17	36,229
L	Fotosensibilidad (horas)	1196,7	1196,7	1196,7	1185	1138,4	1196,7	1150,1	1161,7	1138,4	1150,1	1150,1	1196,7	1196,7	1185	1174,2

Cuadro 7. Resumen de las variables cuantitativas observadas no constantes en la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí (*S. indicum L.*).1994.

Variables	ANDEVA	C.V.	Media	Tres cultivares con valores altos		Tres cultivares con valores bajos	
				Localidad 1.			
a	Altura de planta (cm)	**	14.19 %	96.41	Líneas RGB - 6, Línea RGB - 3, R - 198 ICTA	R - 198 Petén, Chicote (Petén), R - 198 Zacapa	
b	Nudos a la primera flor	**	20.84 %	3.81	Líneas RGB - 1, Línea RGB - 4, Cuyuta C - 8	Cuyuta C - 3, R - 198 Petén, Cuyuta C - 2E	
c	Largo de entrenudos (cm)	**	16.43 %	9.66	Línea RGB - 5, Cuyuta C - 3, Cuyuta C - 5	R - 198 Petén, Cuyuta C - 2E, R - 198 Zacapa	
d	Tamaño de cápsulas (mm)	**	14.54 %	29.12	Línea RGB - 1, Chicote (Petén), Línea RGB - 4	Cuyuta C - 2E, R - 198 Zacapa, Cuyuta C - 3	
e	Semillas por cápsula	**	9.98 %	71.09	Línea RGB - 1, Cuyuta C - 3, Línea RGB - 3	Línea RGB - 4, Línea RGB - 6, Estrella	
f	Cápsulas por planta	**	19.31 %	61.57	R - 198 Petén, Línea RGB - 6, Línea RGB - 2	R - 198 Zacapa, R - 198 ICTA, Cuyuta C - 3	
g	% peso de la cubierta	**	9.75%	51.21	Chicote (Peté), R - 198 ICTA, Cuyuta C - 8	Línea RGB - 6, Estrella, R - 198 Zacapa	
h	Peso de 1000 semilla (gr)	**	8.32%	3.26	Cuyuta C - 3, Línea RGB - 5, R - 198 ICTA	Chicote (Petén), Línea RGB - 3, Estrella	
i	Producción por planta (gr)	--	--	8.36	Línea RGB - 1, Cuyuta C - 2E, Línea RGB - 6	R - 198 Petén, Línea RGB - 2, Línea RGB - 4	
j	Producción por parcela neta (gr)	--	--	526.72	Línea RGB - 1, Cuyuta C - 2E, Línea RGB - 6	R - 198 Petén, Línea RGB - 2, Línea RGB - 4	
k	Rendimiento Kg/ha	**	12.07 %	495.13	Línea RGB - 1, Línea RGB - 6, Cuyuta C - E	R - 198 Petén, Línea RGB - 2, Línea RGB - 4	
l	Fotosensibilidad (horas)	--	--	1177.5	Línea RGB - 3, Línea RGB - 4	Todos, excepto dos tratamientos	

Continuación del Cuadro 7. Resumen de las variables cuantitativas observadas no constantes en la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí (*S. indicum L.*). 1994.

	Variables	ANDEVA	C.V.	Media	Tres cultivares con valores altos	Tres cultivares con valores bajos
	<b>Localidad 2.</b>					
a	Altura de planta (cm)	**	17.21 %	81.46	Línea RGB - 3, Línea RGB - 1, Línea RGB - 4	Chicote (Petén), R - 198 - ICTA, R 198 Zacapa
b	Nudos a la primera flor	**	18.50 %	3.55	Línea RGB - 6, R - 198 Petén, Línea RGB - 1	Cuyuta C - 3, Cuyuta C - 2E, R 198 Zacapa
c	Largo de entrenudos (cm)	**	15.25 %	9.01	Línea RGB - 1, Línea RGB - 3, Línea RGB - 5	R - 198 Zacapa, Cuyuta C - 2E, Estrella
d	Tamaño de cápsulas (mm)	**	8.13 %	29.42	Línea RGB - 1, Cuyuta C - 8, R - 198 ICTA	Estrella, Línea RGB - 2, R - 198 Petén
e	Semillas por cápsula	**	11.81 %	58.83	Cuyuta C - 2E, Línea RGB 2, Línea RGB - 6	Cuyuta C - 8, R - 198 Zacapa, Estrella
f	Cápsulas por planta	**	17.34 %	58.68	Estrella, Línea RGB - 3, R - 198 ICTA	R - 198 Zacapa, Chicote (Petén), Línea RGB - 2
g	% peso de la cubierta	**	15.43%	53.47	Cuyuta C - 2E, Cuyuta C - 8, Chicote (Petén)	Cuyuta C - 3, Línea RGB - 6, Estrella
h	Peso de 1000 semilla (gr)	**	17.04%	2.47	R - 198 ICTA, Línea RGB - 5, Línea RGB - 1	R - 198 Petén, Cuyuta C - 8, Estrella
i	Producción por planta (gr)	--	--	3.62	R - 198 Petén, Línea RGB - 5, Cuyuta C - 3	R - 198 Zacapa, Cuyuta C - 8, Chicote (Petén)
j	Producción por parcela neta (gr)	--	--	228.06	R - 198 Petén, Cuyuta C - 3, Línea RGB - 5	R - 198 Zacapa, Cuyuta C - 8, Chicote (Petén)
k	Rendimiento Kg/Ha	**	14.24 %	240.15	R - 198 Petén, Cuyuta C - 3, Línea RGB - 5	R - 198 Zacapa, Cuyuta C - 8, Chicote (Petén)
l	Fotosensibilidad (horas)	--	--	1130.9	Línea RGB - 3, Línea RGB - 4	Todos, excepto dos tratamientos
	<b>Localidad 3.</b>					
a	Altura de planta (cm)	**	16.01 %	73.49	Cuyuta C - 8, Línea RGB - 5, R - 198 Petén	Línea RGB - 1, Chicote (Petén), Cuyuta C - 3
b	Nudos a la primera flor	N.S.	16.91 %	4.99	Línea RGB - 6, Línea RGB - 5, Línea RGB - 4	Cuyuta C - 2E, R - 198 Zacapa, Cuyuta C - 3
c	Largo de entrenudos (cm)	**	14.89 %	7.53	Cuyuta C - 8, Línea RGB - 3, Línea RGB - 4	Línea RGB - 1, R - 198 Petén, Cuyuta C - 3
d	Tamaño de cápsulas (mm)	**	9.65 %	29.56	Chicote (Petén), Línea RGB - 5, Línea RGB - 1	R - 198 ICTA, Cuyuta C - 8, R - 198 Zacapa
e	Semillas por cápsula	**	15.78 %	58.15	Línea RGB - 5, Línea RGB - 6, Cuyuta C - 3	R - 198 ICTA, Estrella, R - 198 Petén
f	Cápsulas por planta	**	16.22 %	18.81	R - 198 Petén, Cuyuta C - 8, Línea RGB - 4	Chicote (Petén), Línea RGB - 1, Línea RGB - 3
g	% peso de la cubierta	**	11.81%	50.63	Línea RGB - 4, R - 198 Petén, Línea RGB - 3	Cuyuta C - 3, Estrella, Cuyuta C - 8
h	Peso de 1000 semilla (gr)	**	19.17%	2.88	Línea RGB - 5, Cuyuta C - 2E, Línea RGB - 6	Línea RGB - 1, R - 198 Zacapa, Cuyuta C - 8
i	Producción por planta (gr)	--	--	5.88	R - 198 ICTA, Línea RGB - 6, Línea RGB - 4	Línea RGB - 1, Línea RGB - 3, Cuyuta C - 2E
j	Producción por parcela neta (gr)	--	--	370.45	R - 198 ICTA, Línea RGB - 6, Línea RGB - 4	Línea RGB - 1, Línea RGB - 3, R - 198 Zacapa
k	Rendimiento Kg/Ha	**	16.51 %	392.12	R - 198 ICTA, Línea RGB - 6, Línea RGB - 4	Línea RGB - 1, Línea RGB - 3, Chicote (Petén)
l	Fotosensibilidad (horas)	--	--	1174.2	Línea RGB - 1, Línea RGB - 2, Línea RGB - 3	Cuyuta C - 8, R - 198 Zacapa, Cuyuta C - 3

\*\* = Altamente significativo. N.S. = No significativo

### 7.3 Análisis de estabilidad

Las medias de rendimiento de los diferentes materiales genéticos en el eje de las abscisas y los valores de los componentes principales en el eje de las ordenadas, se muestran en la figura 6. Los materiales genéticos que aparecen alineados en línea perpendicular al eje "X" tienen promedios de rendimiento similares y los que aparecen alineados perpendiculares al eje de las ordenadas tienen interacciones similares. Los materiales con valores altos de Componentes Principales (sean estos negativos o positivos) indica que tienen grandes interacciones con el ambiente, tal es el caso de los materiales genéticos R - 198 Petén, Línea RGB - 1 y Cuyuta C - 2E. En el mismo sentido los materiales con valores bajos de Componentes Principales (próximos a la línea cero) tienen pequeñas interacciones con el ambiente, tal es el caso de los cultivares Cuyuta C - 3, R - 198 ICTA, Estrella y Línea RGB - 3.

Tal como lo definiera Zobel *et al* (1988) (12), el rendimiento AMMI esperado para cualquier combinación entre tratamientos y ambiente se puede calcular a partir de la figura 6. La parte aditiva del modelo AMMI es simplemente la media de tratamientos mas la media de los ambientes (localidades) menos la media general. La parte de interacción de AMMI es simplemente los valores de Componentes Principales de las localidades por los valores de Componentes Principales de los tratamientos. Estas dos partes se agregan para producir el valor esperado de AMMI. De tal manera que los tratamientos con igual signo producen interacciones positivas, si el signo es positivo y negativas si el signo es negativo, las combinaciones de signos producen interacciones negativas.

Con el objetivo de relacionar los tratamientos o materiales genéticos evaluados con comportamiento similar, se agrupan de acuerdo a lo que se refleja en la figura 6 y estableciéndose los siguientes grupos (ver también cuadro 8):

#### 7.3.1 Grupo 1

Aparecen los materiales genéticos Línea RGB - 2, con 335 Kg/Ha, la Línea RGB -3, con 368 Kg/Ha y la Línea RGB - 4, con 338 Kg/Ha. Estos cultivares se caracterizan por tener una media de rendimiento por debajo de la media general (389 Kg/Ha) y una interacción positiva muy pequeña. Mientras que el cultivar R - 198 Petén, con 350 Kg/Ha, aparece también con un rendimiento menor a la media general pero con una interacción positiva muy grande.

#### 7.3.2 Grupo 2

Aparecen los materiales genéticos Línea RGB - 1, con 368 Kg/Ha), el material Cuyuta C - 8, con 385 Kg/Ha, el material R -198 Zacapa, con 354 Kg/Ha. y el material Chicote (Petén), con 379 Kg/Ha, con una media de rendimiento por debajo de la media general y una interacción negativa similar.

#### 7.3.3 Grupo 3

Aparecen los materiales Cuyuta C - 2E, con 405 Kg/Ha, el material Estrella, con 415 Kg/Ha. y la Línea RGB - 6, con 443 Kg/Ha) con una media de rendimiento mayor a la de media general, con interacciones similares.

#### 7.3.4 Grupo 4

Aparecen la Línea RGB - 5, con 415 Kg/Ha., Cuyuta C-3, con 465 Kg/Ha) y R - 198 ICTA, con 438 Kg/Ha. con una media de rendimiento por arriba de la media general, con poca interacción positiva.

Cuadro 8. Ubicación de los materiales genéticos según su rendimiento e interacción con el ambiente, basados en la figura 6.

Interacción	Cultivares con rendimiento menor a la media	Cultivares con rendimiento mayor a la media
Negativa	Línea RGB -1, Cuyuta C -8, R - 198 Zacapa y Chicote Petén.	Cuyuta C - 2 E, Estrella y Línea RGB - 6
Positiva	Línea RGB - 2, Línea RGB - 3, Línea RGB - 4 y R - 198 Petén.	Línea RGB - 5, Cuyuta C-3 y R - 198 ICTA

Del análisis AMMI de acuerdo a la ubicación de los materiales genéticos en la figura 6, se puede identificar claramente cuatro materiales genéticos que superan la media de rendimiento en Kg/Ha y su interacción con el ambiente fue baja, siendo estos: Línea RGB - 5, Cuyuta C-3 y R - 198 ICTA respectivamente.

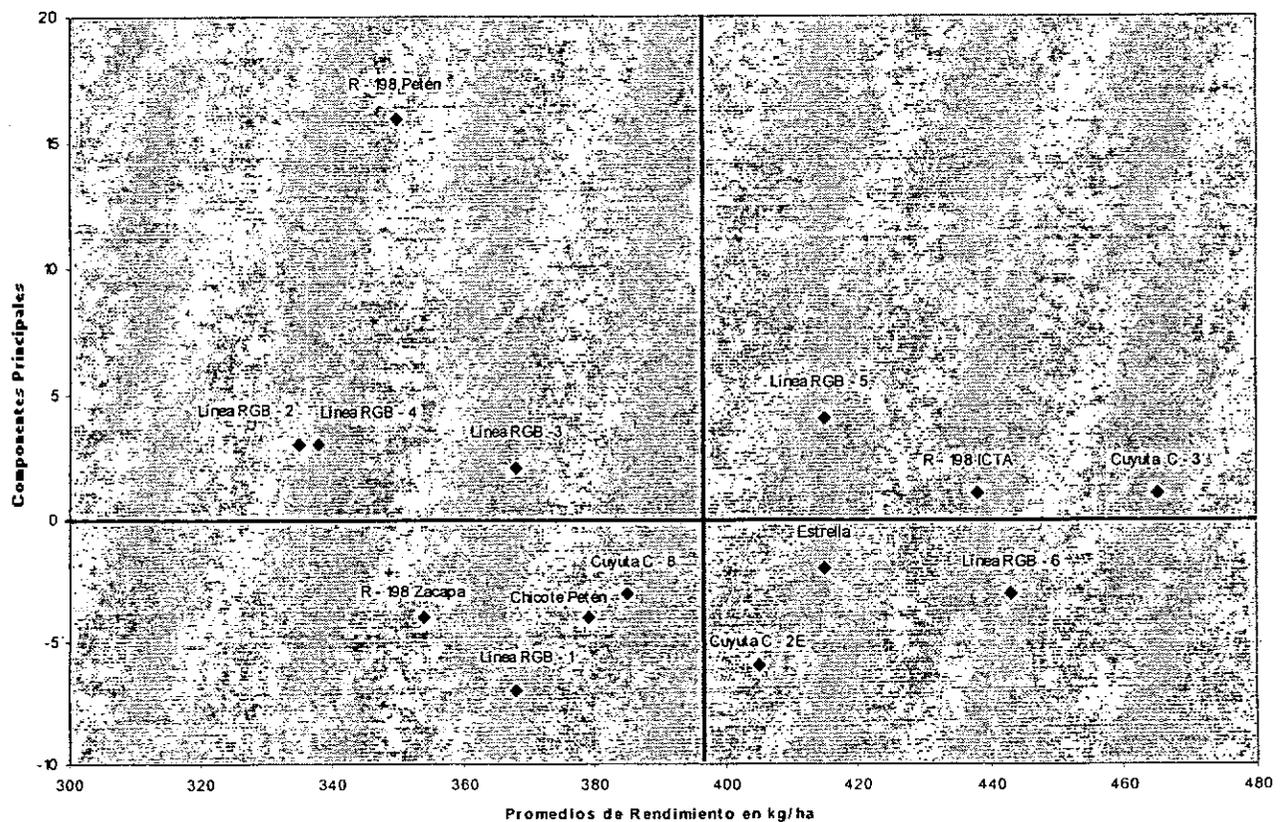


Figura 6. Análisis de Componentes Principales, para la evaluación de 14 cultivares de Ajonjolí (*S. indicum* L.). 1994, en Las Cruces, La Libertad, Petén.

En el biplano de la figura 6, se muestra los grupos de los cultivares, producto del análisis de estabilidad genética de los materiales evaluados en las tres localidades de estudio. En el eje de las ordenadas se muestra los componentes principales y en el eje de las abscisas las medias de rendimiento. La línea que aparece aproximadamente en el medio de las abscisas, denota la media general de rendimiento (389 Kg/Ha). Los tratamientos que aparecen a la derecha de la media de rendimiento, son aquellos que reportaron rendimiento mayor a la media general, los tratamientos que aparecen a la izquierda de la media de rendimiento, son aquellos que reportaron rendimiento menor a la media general. Los tratamientos que aparecen arriba del eje de las abscisas son los que muestran interacciones positivas entre si y los tratamiento que aparecen debajo del eje de las abscisas son los que muestran interacciones negativas entre si. En ambos (arriba o debajo del eje de las abscisas) entre mas cerca del eje de las abscisas se ubique el tratamiento indica que tiene menor interacción con el ambiente, por el contrario entre lejos del eje de las abscisas se ubique el tratamiento indica que tiene mayor interacción con el ambiente, así también la interacción positiva en el proceso de análisis y selección de materiales es mejor que la interacción negativa

Según el análisis de estabilidad por medio de componentes principales los tratamientos (cultivares) más estables son los tratamiento 6 (Línea RGB - 5, 415 Kg/Ha), tratamiento 7 (Cuyuta C - 3, 465 Kg/Ha) y tratamiento 11 (R - 198 ICTA, 438 Kg/Ha).

## 8. CONCLUSIONES

1. Los análisis realizados reflejan que existe variabilidad entre los cultivares evaluados. La mayor variabilidad se manifestó en las características evaluadas como variables cuantitativas y en algunas cualitativas (vellosidad de la cápsula, vellosidad de la hoja). Características que son muy importantes para la selección de materiales de ajonjolí y que deben ser tomadas en cuenta para futuros trabajos de mejoramiento genético en ajonjolí.

Según el análisis de estabilidad, los tratamientos (cultivares) más estables son los tratamiento 6 (Línea RGB - 5, 415 Kg/Ha), tratamiento 7 (Cuyuta C - 3, 465 Kg/Ha) y tratamiento 11 (R - 198 ICTA, 438 Kg/Ha).

2. Las líneas RGB-1, RGB-5 y RGB-6 fueron los tratamientos que manifestaron mejores características agronómicas como: altura de planta (117 cm la línea RGB-6), número de nudos a la primera flor (5, la línea RGB-5), tamaño de la cápsula (33.12 mm la línea RGB-6), semillas por cápsula (78, la línea RGB-1), número de cápsulas por planta (67, la línea RGB-1) y rendimiento (720 kg/ha la línea RGB-1), características importantes para la selección de cualquier material para su uso comercial o con fines de mejoramiento.
3. Por medio del análisis de estabilidad de los materiales genéticos evaluados por el método AMMI, se concluye que para las localidades en estudio, se identificaron tres materiales genéticos, a saber: RGB - 5, Cuyuta C- 3 y R - 198 ICTA, cuyo rendimiento superó a la media (389 kg/Ha). Estos materiales interactuaron muy poco con el ambiente, lo que los hace cultivares promisorios para la zona de estudio.

## 9. RECOMENDACIONES

1. Continuar la investigación con las Líneas RGB - 1, Línea RGB - 2, Línea RGB - 3, Línea RGB - 4, Línea RGB - 5, Cuyuta C - 8 y Cuyuta C -3, ya que estos materiales poseen propiedades de alta productividad, además de ser los mejores materiales en características como: tamaño de planta, número de cápsulas por planta y número de semillas por cápsulas, características que los hacen ser materiales promisorios para el mejoramiento genético de ajonjolí
2. Con los tres materiales genéticos identificados como promisorios en este estudio, continuar con sus evaluaciones en áreas mayores, para comprobar su potencial en la zona donde se cultiva ajonjolí.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Barrera Del Cid, LA. 1981. Evaluación de cuatro variedades de ajonjolí (*Sesamum indicum* L) y cuatro niveles crecientes de nitrógeno en el sur del departamento de Retalhuleu. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 32 p.
2. Bolaños, J. *et al.* 1992. Síntesis de resultados experimentales; programa regional de maíz para Centro América y El Caribe. Guatemala, CIMMYT / PRM. 350 p.
3. Calderón Rosales, JA. 1989. Respuesta del ajonjolí (*S. indicum* L.) a la fertilización con nitrógeno y fósforo en Santiago Agrícola, Champerico, Retalhuleu. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 52 p.
4. Castro Loarca, OR. 1980. 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, USAC, Facultad de Agronomía. 58 p.
5. Crisci, JV. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washinton, DC, OEA., Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 425 p.
6. Crossa, J. K *et al.* 1982. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Science* 30(3):493-499.
7. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
8. Escobar Barrera, R. 1974. Investigación entre la producción y comercialización del ajonjolí en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 46 p.
9. Fehr, WR; Hadley, HH. 1980. Hybridization of crop plants. US, American Society of Agronomy and Crop Science. 170 p.
10. García Caballeros, MA. 1987. Evaluación del rendimiento y adaptación de líneas y variedades comerciales de ajonjolí (*S. indicum* L.) en cuatro localidades del departamento de Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 63 p.
11. Gauch, HG; Zobel, RW. 1989. Using interaction in two- way data tables. *In* Conference on Applied Statistics in Agriculture (1989, KA, US). Proceedings. Kansas, US. p. 1-8.
12. Gentry, JL; Standley, PC. 1974. Flora de Guatemala. Chicago, US, Chicago Field Museum. *Fieldiana Botany*. v. 24, pt. 5, p. 232.

13. Girón Zuñiga, EA. 1981. Estudio sobre la adaptación de 10 variedades de ajonjolí (*S. indicum* L.) en los municipios de Ipala y San Manuel Chaparrón de los departamentos de Chiquimula y Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 41 p.
14. IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute, IT). 1981. Descriptors for sesame (*Sesamum* spp.). Roma, Italia, FAO. 19 p.
15. Litzamberger, S. 1976. Guía para los cultivos de los trópicos y sub-trópicos. México, Centro Regional de Ayuda Técnica. 120 p.
16. Menéndez, BE. 1979. Ajonjolí. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 17 p.
17. Ochse, JJ *et al.* 1986. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. México, Limusa. v. 2, 1536 p.
18. Ortiz Archila, JR. 1982. Evaluación de variedades de ajonjolí (*S. indicum* L.) en tres localidades del departamento de Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 34 p.
19. Ostle, B. 1986. Estadística aplicada; técnicas de la estadística moderna. México, Limusa. 615 p.
20. Robles Sánchez, R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. México, Limusa. 163 p.
21. Santa Maria Molina, G. 1970. Evaluación de material genético de ajonjolí y la factibilidad de su cultivo en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 52 p.
22. Simmonds, NW. 1976. Sesame seed. *In* Simmonds, NW ed. 1976. Evolution of crop plants. London, Longmans. 437 p.
23. Simmons, C; Táran, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad, por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
24. USDA, US. 1986. Semillas. México. 1020 p.
25. Wright, E. 1956. El sésamo, semilla maravillosa. Guatemala, Archivos de la Dirección General de Extensión Agrícola. 12 p.



Bo. Rolando Barrios

## 11. ANEXOS

Anexo 1. Descriptor de Ajonjolí

Anexo 2. Hojas cartográficas del área.

ANEXO 1

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

## CHARACTERIZATION

### 7. Plant descriptors

For all quantitative descriptors (metric traits), record the mean of at least five measurements per individual accession. Most of the observations should be made at maximum vegetative growth stage (at 50% flowering), unless otherwise specified.

To make the colour description as simple as possible and because the complexity and difficulty in recording colour descriptors, since most of them include colour variations, it was decided to list only the main colours.

#### 7.1 Seedling characters (4.1.1)

Observed within 7 to 15 days after germination

- |       |                                              |           |
|-------|----------------------------------------------|-----------|
| 7.1.1 | <b>Leaf enations</b>                         | (4.1.1.1) |
|       | 0 Absent                                     |           |
|       | 1 Present                                    |           |
| 7.1.2 | <b>Colour of cotyledons</b>                  | (4.1.1.2) |
|       | 1 Green                                      |           |
|       | 2 Green with white margin                    |           |
| 7.1.3 | <b>Shape of cotyledons</b>                   | (4.1.1.3) |
|       | 1 Flat                                       |           |
|       | 2 Cup shaped                                 |           |
|       | 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks) |           |
| 7.1.4 | <b>Cotyledon hairiness</b>                   |           |
|       | 0 Absent                                     |           |
|       | 1 Present                                    |           |
| 7.1.5 | <b>Insertion of cotyledons</b>               | (4.1.1.4) |
|       | 1 Sessile                                    |           |
|       | 2 Pedicellate                                |           |
| 7.1.6 | <b>Length of cotyledon [mm]</b>              | (4.1.1.5) |
| 7.1.7 | <b>Length of hypocotyl [mm]</b>              | (4.1.1.6) |

7.2 Plant characters

7.2.1 Plant growth type

(4.1.2)

(See Fig. 3)

- 1 Indeterminate
- 2 Determinate

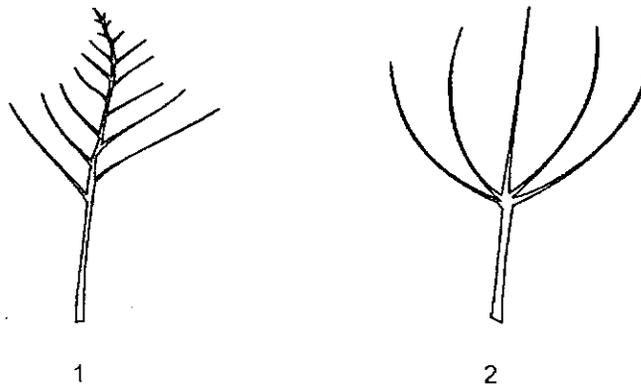


Fig. 3. Plant growth type

7.2.2 Plant growth habit

(See Fig. 4)

- 1 Prostrate
- 2 Semi-erect
- 3 Erect

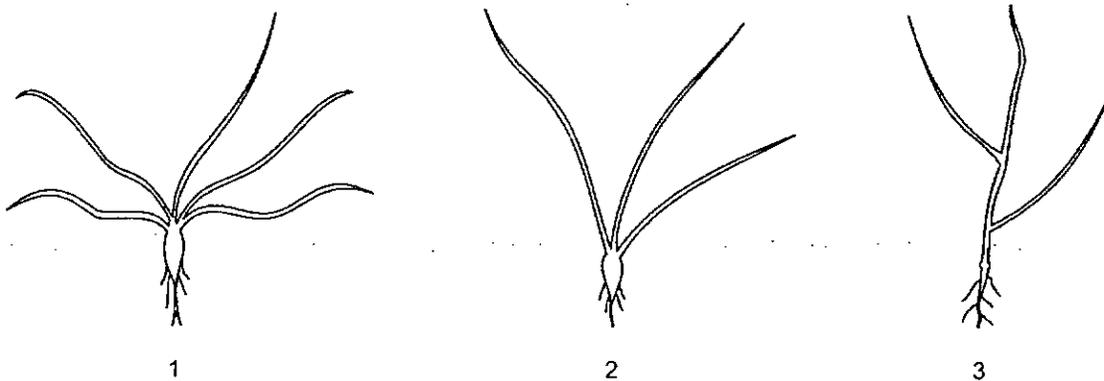


Fig. 4. Plant growth habit

**7.2.3 Root system**

(6.1.7)

(See Fig. 5)

- 1 Shallow fibrous
- 2 Deep thin taproot
- 3 Tuberous thick taproot

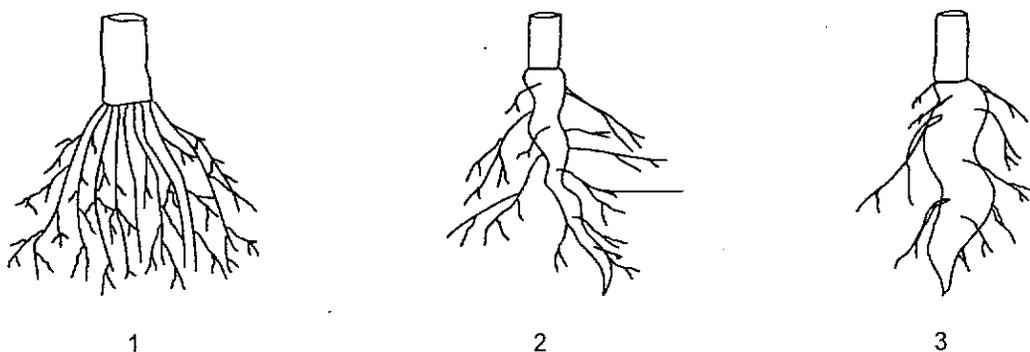


Fig. 5. Root system

**7.3 Stem characters**

**7.3.1 Plant height [cm]**

(6.1.3)

Measured at flower initiation on the main stem from the ground level up to the apex

**7.3.2 Main stem colour**

(4.1.5)

Presence of pigments recorded on mature plants, colour should be determined on the older, lower, part of the stem

- 1 Green
- 2 Yellow
- 3 Purplish green
- 4 Purple
- 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

**7.3.3 Stem hairiness**

(4.1.6)

(See Fig. 6)

- 0 Glabrous (hair absent)
- 3 Weak or sparse
- 5 Medium
- 7 Strong or profuse

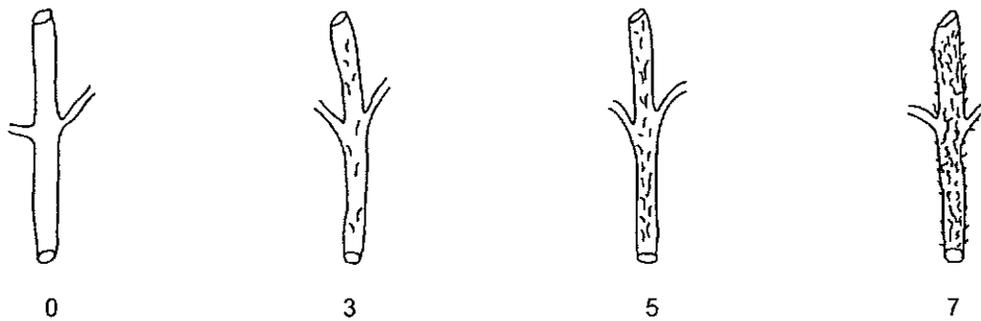


Fig. 6. Stem hairiness

**7.3.4 Shape of hair**

(See Fig. 7)

- 1 Short and straight
- 2 Medium and straight
- 3 Long and bent

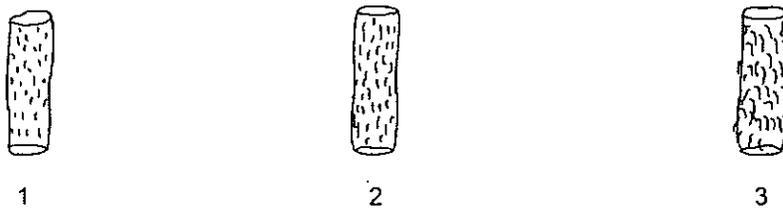


Fig. 7. Shape of hair

**7.3.5 Stem shape in cross section**

(4.1.7)

(See Fig. 8)

- 1 Round
- 2 Square



Fig. 8. Stem shape in cross section

**7.3.6 Stem fasciation** (4.1.9)

- 0 Absent
- 1 Present

**7.3.7 Stem branching**

(See Fig. 9)

- 1 Opposite
- 2 Alternate
- 3 Ternate
- 4 Mixed

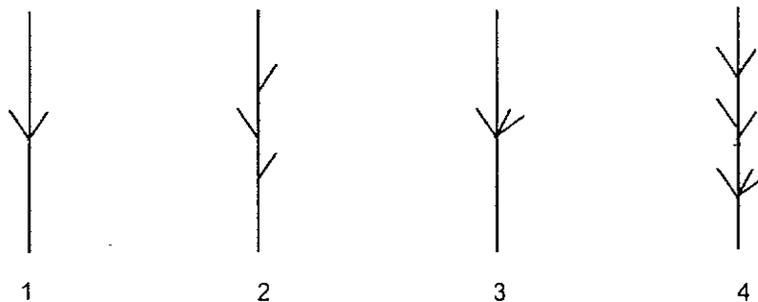


Fig. 9. Stem branching

**7.3.8 Branching pattern** (4.1.4)

- 0 Non branching
- 1 Basal branching
- 2 Top branching
- 3 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

**7.3.9 Internode length [cm]** (4.2.11)

Measured as an average of 10 internode distances on the same stalk, with five replicate branches from the same plant

**7.3.10 Number of primary branches****7.3.11 Number of secondary branches****7.4 Leaf characters****7.4.1 Leaf colour** (4.1.10)

Recorded at onset of flowering on fully formed functional leaf (not at apex and not at physiological maturity).

- 1 Green
- 2 Green with yellowish cast
- 3 Green with blue-gray cast
- 4 Green with purple cast
- 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

**7.4.2 Leaf hairiness** (4.1.11)

Recorded on ventral surface of bottom leaves (See Fig. 10)

- 0 Glabrous (hair absent)
- 3 Weak or sparse
- 5 Medium
- 7 Strong or profuse

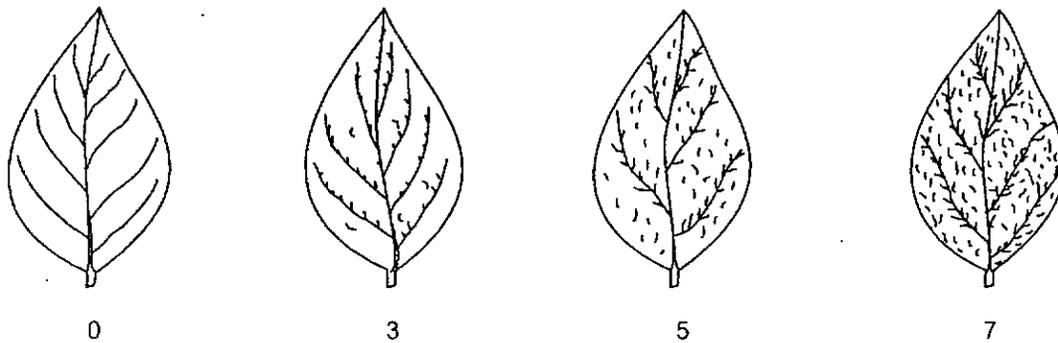


Fig. 10. Leaf hairiness

**7.4.3 Shape of hair**

(See Fig. 7)

- 1 Short and straight
- 2 Medium and straight
- 3 Long and bent

**7.4.4 Leaf arrangement** (4.1.12)

Recorded on the upper half of the main stem at beginning of flowering. (See Fig. 11)

- 1 Opposite
- 2 Alternate
- 3 Ternate
- 4 Mixed

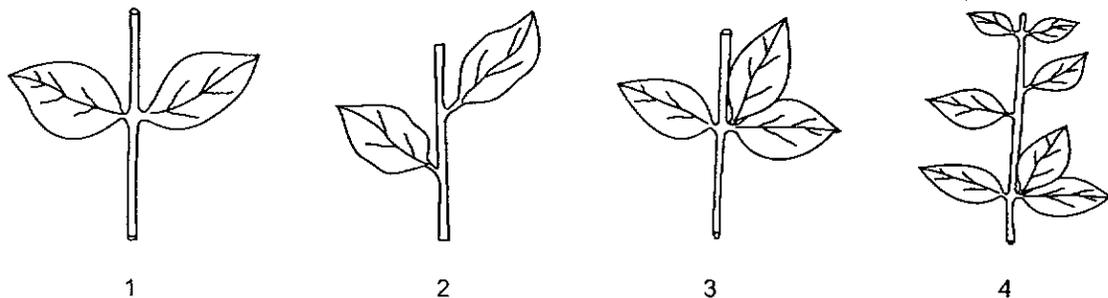


Fig. 11. Leaf arrangement

**7.4.5 Leaf shape**

Record middle and top leaves separately. (See Fig. 12)

- 1 Linear
- 2 Lanceolate
- 3 Elliptic
- 4 Ovate
- 5 Narrowly cordate
- 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

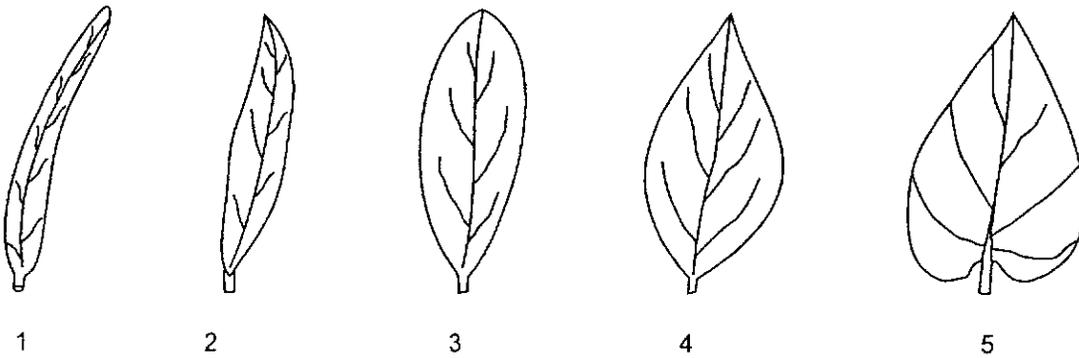


Fig. 12. Leaf shape

**7.4.6 Basal leaf profile**

(4.1.14)

Cross-section at the middle of the leaf blade. (See Fig. 13)

- 1 Flat
- 2 Cup shaped (concave)
- 3 Reverse cup shaped (convex)

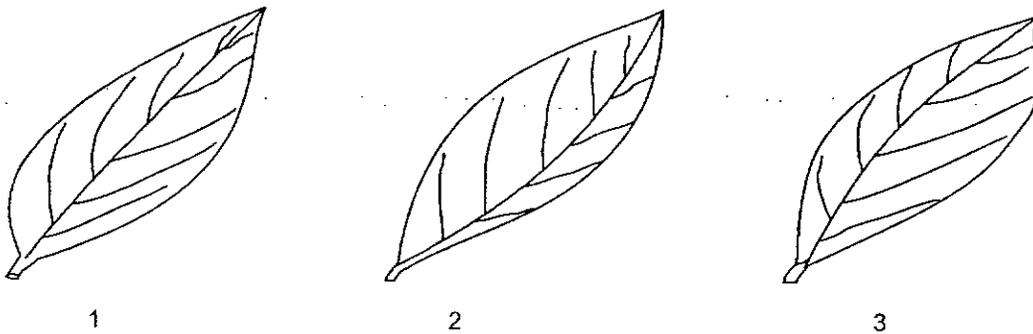


Fig. 13. Basal leaf profile

**7.4.7 Basal leaf margin**

(See Fig. 14)

- 1 Entire
- 2 Serrate
- 3 Dentate

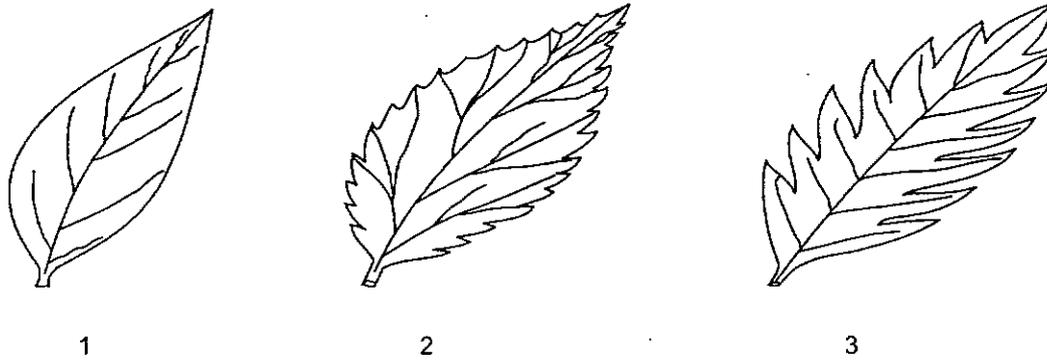


Fig. 14. Basal leaf margin

**7.4.8 Lobe incision of basal leaf**

(4.1.13)

Recorded on the lower half of the main stem at beginning of flowering based on the most common state. (See Fig. 15)

- 0 Absent (leaf entire)
- 3 Weak
- 5 Medium
- 7 Strong (three or more lobes)

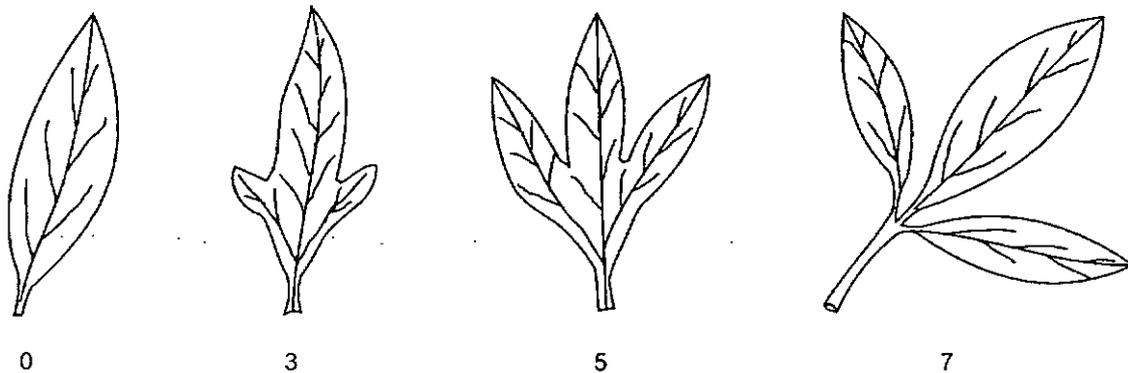


Fig. 15. Lobe incision of basal leaf

**7.4.9 Length of basal leaf [cm]**

Mean length of five leaves from the basal portion of the main stem

**7.4.10 Width of basal leaf [cm]**

Mean width of five leaves from the basal portion of the main stem

**7.4.11 Length of middle (mid-level/mid-height) leaf [cm]**

Mean length of five leaves from the middle portion of the main stem

**7.4.12 Width of middle (mid-level/mid-height) leaf [cm]**

Mean width measured at the widest point of five leaves from the middle portion of the main stem

**7.4.13 Length of top leaf [cm]**

Mean length of five leaves from the top of the main stem (five cm below the apex)

**7.4.14 Width of top leaf [cm]**

Mean width measured at the widest point of five leaves from the top of the main stem (five cm below the apex)

**7.4.15 Leaf glands (4.1.15)**

- 0 Absent
- 1 Present

**7.4.16 Leaf angle to main stem (4.1.16)**

Measured on the main stem and not on the branches. (See Fig. 16)

- 1 Acute ( $<90^\circ$ )
- 2 Horizontal ( $=90^\circ$ )
- 3 Drooping ( $>90^\circ$ )

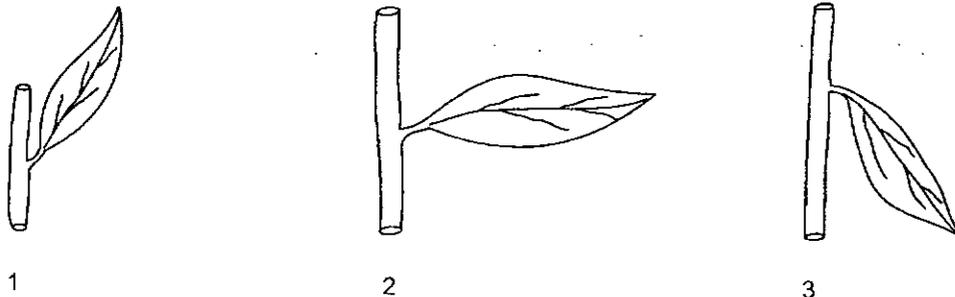


Fig. 16. Leaf angle to main stem

**7.4.17 Petiole length of basal leaf [cm]**

Mean of five leaves from the basal portion of the main stem

**7.4.18 Petiole length at middle (mid-level/mid-height) leaf [cm]**

Mean of five leaves from the middle portion of the main stem

**7.4.19 Petiole length of top leaf [cm]**

Mean of five leaves from the top of the main stem (five cm below the apex)

**7.4.20 Petiole colour**

Observed on fully-formed, mature, leaves

- 1 Green
- 2 Greenish purple
- 3 Purple
- 4 Pink
- 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

**7.4.21 Petiole hairiness**

(See Fig. 6 and 10)

- 0 Glabrous (hair absent)
- 3 Weak or sparse
- 5 Medium
- 7 Strong or profuse

**7.4.22 Shape of petiole hair**

(See Fig. 7)

- 1 Short and straight
- 2 Medium and straight
- 3 Long and bent

**7.5 Inflorescence characters**

**7.5.1 Days to flower initiation [d]**

Number of days from sowing or first irrigation to first flower initiation

**7.5.2 Days to 50% flowering [d] (4.2.1)**

Number of days from sowing or first irrigation until 50% of the plants in a row initiate flowering

**7.5.3 Number of flowers per leaf axil (4.2.9)**

- 1 One
- 2 More than one

**7.5.4 Extra-floral nectary development**

(4.2.7)

(See Fig. 17)

- 1 Rudimentary
- 2 Small
- 3 Medium
- 4 Large

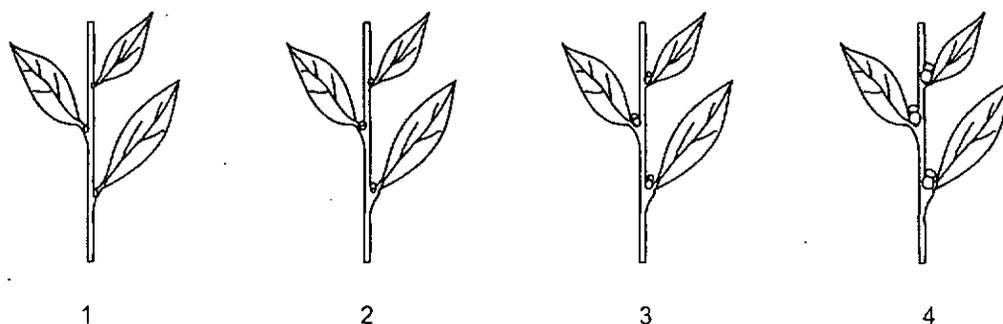


Fig. 17. Extra-floral nectary development

**7.5.5 Extra-floral nectar colour**

- 1 Light yellow
- 2 Yellow
- 3 Purple

**7.5.6 Number of nodes to first flower**

(4.2.10)

Observed on the main stem

**7.5.7 Corolla length [mm]**

Average of five fully developed flowers

**7.5.8 Calyx tip colour**

- 1 Green
- 2 Purple
- 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

**7.5.9 Length of calyx lobe [mm]**  
Average of five fully developed flowers

**7.5.10 Calyx hairiness**

(See Fig. 6 and 10)

- 0 Glabrous (hair absent)
- 3 Weak or sparse
- 5 Medium
- 7 Strong or profuse

**7.5.11 Shape of calyx hair**

(See Fig. 7)

- 1 Short and straight
- 2 Medium and straight
- 3 Long and bent

**7.5.12 Corolla hairiness**

(4.2.8)

(See Fig. 6 and 10)

- 0 Glabrous (hair absent)
- 3 Weak or sparse
- 5 Medium
- 7 Strong or profuse

**7.5.13 Shape of corolla hair**

(See Fig. 7)

- 1 Short and straight
- 2 Medium and straight
- 3 Long and bent

**7.5.14 Exterior corolla colour**

(4.2.2)

- 1 White
- 2 White with pink shading
- 3 White with deep pink shading
- 4 Pink
- 5 Light violet
- 6 Dark violet
- 7 Purple
- 8 Red
- 9 Maroon
- 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

**7.5.15 Interior corolla colour**

- 1 White
- 2 White with pink shading
- 3 White with deep pink shading
- 4 Pink
- 5 Light violet
- 6 Dark violet
- 7 Purple
- 8 Red
- 9 Light maroon
- 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

**7.5.16 Corolla interior pigmentation**

(Dark violet/purple/red flakes)

- 0 Absent
- 1 Pigmented throughout
- 2 Pigmentation along the lip region of corolla tube
- 3 Pigmentation in the supra foveolate region
- 4 Pigmentation in the infra foveolate region
- 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

**7.5.17 Lower lip colour**

(4.2.3)

- 0 Colourless
- 1 Coloured

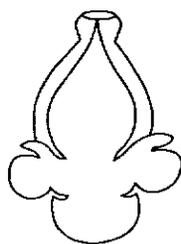
**7.5.18 Length of the longest lip [mm]**

Length of the longest lip measured in mm

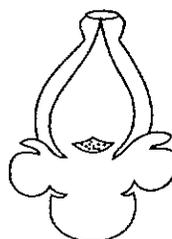
**7.5.19 Absence/presence of foveola**

Small V or W shaped depression in the interior middle of the corolla below the lower lip. (See Fig. 18)

- 0 Absent
- 1 Present



0



1

Fig. 18. Absence/presence of foveola

- 7.5.20 Anther filament colour**  
 1 White  
 2 White with violet dots  
 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

- 7.5.21 Anther connective tip gland**  
 0 Absent  
 1 Present

- 7.5.22 Style length** (4.2.6)  
 1 Short (stigma terminating below the position of anthers)  
 2 Medium (stigma position at anther's level)  
 3 Long (stigma protruding outside the position of anthers)

**7.6 Capsule characters**

- 7.6.1 Number of capsules per plant** (4.2.18)  
 Mean of five randomly selected plants

- 7.6.2 Number of locules per capsule**  
 Observed on capsules from the middle of main stem  
 1 Four  
 2 Six  
 3 Eight  
 4 Mixed

- 7.6.3 Number of carpels per capsule** (4.2.15)  
 1 Bicarpellate  
 2 Tetracarpellate

**7.6.4 Bicarpetate capsule shape** (4.2.14)

Capsule from the middle of main stem. (See Fig. 19)

- 1 Tapered at apex
- 2 Narrow oblong
- 3 Broad oblong
- 4 Square

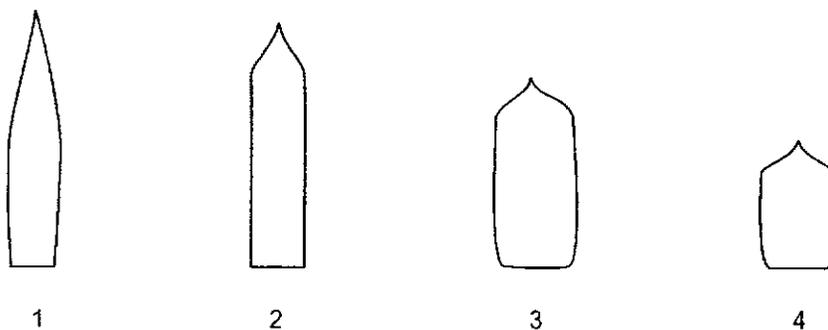


Fig. 19. Bicarpetate capsule shape

**7.6.5 Capsule arrangement**

(See Fig. 20)

- 1 Monocapsular
- 2 Multicapsular (Record the number of capsules per node in descriptor 7.8 Remarks)

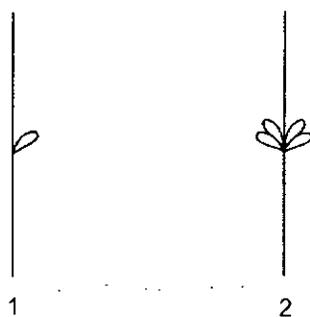


Fig. 20. Capsule arrangement

**7.6.6 Capsule hairiness**

(4.2.16)

(See Fig. 6 and 10)

- 0 Glabrous (hair absent)
- 3 Weak or sparse
- 5 Medium
- 7 Strong or profuse

**7.6.7 Shape of capsule hair**

(See Fig. 7)

- 1 Short and straight
- 2 Medium and straight
- 3 Long and bent

**7.6.8 Mean capsule length [mm]** (4.2.12)

Measured on five randomly selected capsules from the middle of main stem, each from a different plant at physiological maturity

**7.6.9 Mean capsule width [mm]** (4.2.13)

Measured on five randomly selected capsules from the middle of main stem, each from a different plant at physiological maturity

**7.6.10 Mean capsule thickness [mm]**

Measured on five randomly selected capsules at physiological maturity, from the middle of main stem, each from a different plant at physiological maturity

**7.6.11 Anthocyanin coloration of capsule** (4.2.17)

Recorded in immature stage of the capsule

- 0 Absent
- 1 Present

**7.6.12 Colour of dry capsules**

(Sun dried)

- 1 Green
- 2 Straw/yellow
- 3 Brown/tan
- 4 Purple

**7.6.13 Capsule dehiscence at ripening** (4.2.21)

- 1 Non-shattering
- 2 Partially shattering
- 3 Completely shattering

**7.6.14 Type of capsule beak**

- 1 Short
- 2 Long
- 3 Curved
- 4 Cleft
- 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

**7.6.15 Thickness of capsule mesocarp** (4.2.19)

- 1 Thin
- 2 Thick

**7.6.16 Seeds per capsule** (4.2.20)

Mean number of seeds from five randomly selected capsules from five different plants taken from the middle of the main stem

**7.6.17 Seed dormancy**

Number of days required for germination to commence after harvest of physiologically matured seeds/capsules

**7.7 Seed characters**

**7.7.1 Seed coat texture** (4.3.2)

(See Fig. 21)

- 1 Smooth
- 2 Partially rough
- 3 Radially rough
- 4 Partially radially rough
- 5 Reticulately rough
- 6 Partially reticulately rough
- 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

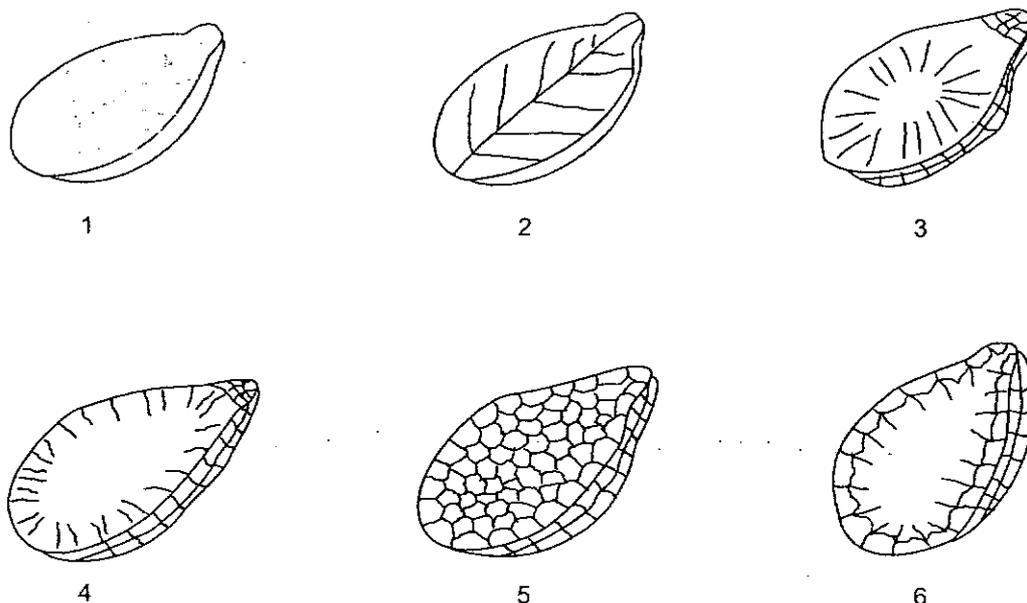


Fig. 21. Seed coat texture

**7.7.2 Seed coat colour** (4.3.1)  
 (If the accessions show more than one colour, each colour should be named separately as per the intensity of colour in descending order)

- 1 White
- 2 Cream
- 3 Beige
- 4 Light brown
- 5 Medium brown
- 6 Dark brown
- 7 Brick red
- 8 Tan
- 9 Olive
- 10 Grey
- 11 Dull black
- 12 Bright black
- 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

**7.7.3 Seed shape**  
 (See Fig. 22)

- 1 Oval with convex side
- 2 Oval with concave side
- 3 Elongated
- 4 Winged
- 99 Other (specify in descriptor 7.8 Remarks)

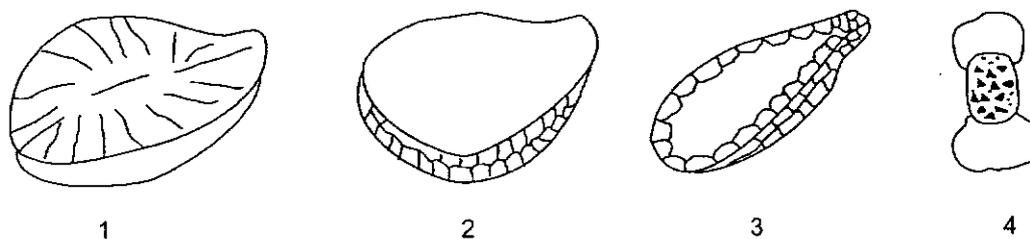


Fig. 22. Seed shape

**7.7.4 Seed coat percentage** (4.3.3)  
 Weight of seed coat as a percentage of seed weight on dry weight basis

**7.7.5 1000-seed weight [g]** (4.3.4)  
 Weight in grams of 1000 random seeds taken from the bulk harvest

**7.8 Remarks**

Any additional information, especially in the category of 99= 'Other' under various descriptors above, may be specified here

## EVALUATION

### 8. Plant descriptors

#### 8.1 Agronomic characters

**8.1.1 Days to emergence [d]** (6.1.1)  
Number of days from planting or first irrigation until 50% seedling emergence

**8.1.2 Days to physiological maturity [d]** (6.1.2)  
Number of days from planting or first irrigation until 75% of plants reaching physiological maturity

**8.1.3 Stem height from base to first branch [cm]**  
Mean height of five random plants from the middle of the plot

**8.1.4 Distance from base of lowest branch to first capsule [cm]**  
Mean of five random plants from the middle of the plot

**8.1.5 Lodging susceptibility [%]** (6.1.4)  
Scored at seed maturity (percentage of plants lodged)  
0 None (all plants standing)  
3 Low  
5 Medium  
7 High

**8.1.6 Biomass yield per plant [g]** (6.1.5)  
Mean yield from five randomly selected plants at physiological maturity

**8.1.7 Seed yield per plant [g]** (6.1.6)  
Average seed yield from five randomly selected plants

**8.1.8 Harvest index [%]**  
Ratio of total grain to total biological yield taken from randomly selected plants in a row

#### 8.2 Quality characters of seeds

**8.2.1 Seed crude protein content [g/100g DW]** (6.3.4)

**8.2.2 Amino acid composition** [ $\mu\text{g/g DW}$ ]  
Estimate essential amino acids in seed sample [FAO 1991]

**8.2.3 Oil content** [% DW] (6.3.1)  
Briefly indicate the method used for the estimation with relevant reference(s)

**8.2.4 Oil composition** (6.3.2)  
Ratio of oleic-linoleic fatty acids

**8.2.5 Oil stability** [%] (6.3.3)  
Percentage of anti-oxidants (sesamin, sesamol, lignans)

### 8.3 Chemical analysis of seeds

**8.3.1 Dry matter content** [g/100g DW]

**8.3.2 Micronutrients content**  
(e.g. Manganese, Zinc, Copper, etc.)

**8.3.3 Analysis of anti-nutritional factors**  
(e.g. Tannin, Trypsin inhibitors, Chymotrypsin inhibitor, Lectins, Amylase inhibitors, Saponins, Phytic acid, etc.)

### 8.4 Remarks

Specify here any other additional information

## 9. Abiotic stress susceptibility

Scored under artificial and/or natural conditions, which should be clearly specified.

These are coded on a susceptibility scale from 1 to 9, viz.:

- 1 Very low or no visible sign of susceptibility
- 3 Low
- 5 Intermediate
- 7 High
- 9 Very high

**9.1 Reaction to low temperature** (7.1)

**9.2 Reaction to higher temperature** (7.2)

**9.3 Reaction to drought** (7.3)

**9.4 Reaction to high soil moisture** (7.4)

**9.5 Reaction to soil salinity** (7.5)

**9.6 Reaction to high soil acidity (pH, 4.5)** (7.6)

**9.7 Reaction to sunscald**

**9.8 Reaction to constant winds**

Expressed as the degree of lodging

**9.9 Remarks**

Specify any additional information here

**10. Biotic stress susceptibility**

In each case, it is important to state the origin of the infestation or infection, i.e. natural, field inoculation, and laboratory. Also specify the causal organism and the corresponding symptoms. Record such information in descriptor **10.6 Remarks**. These are coded on a susceptibility scale from 1 to 9, viz.:

- 1 Very low or no visible sign of susceptibility
- 3 Low
- 5 Intermediate
- 7 High
- 9 Very high

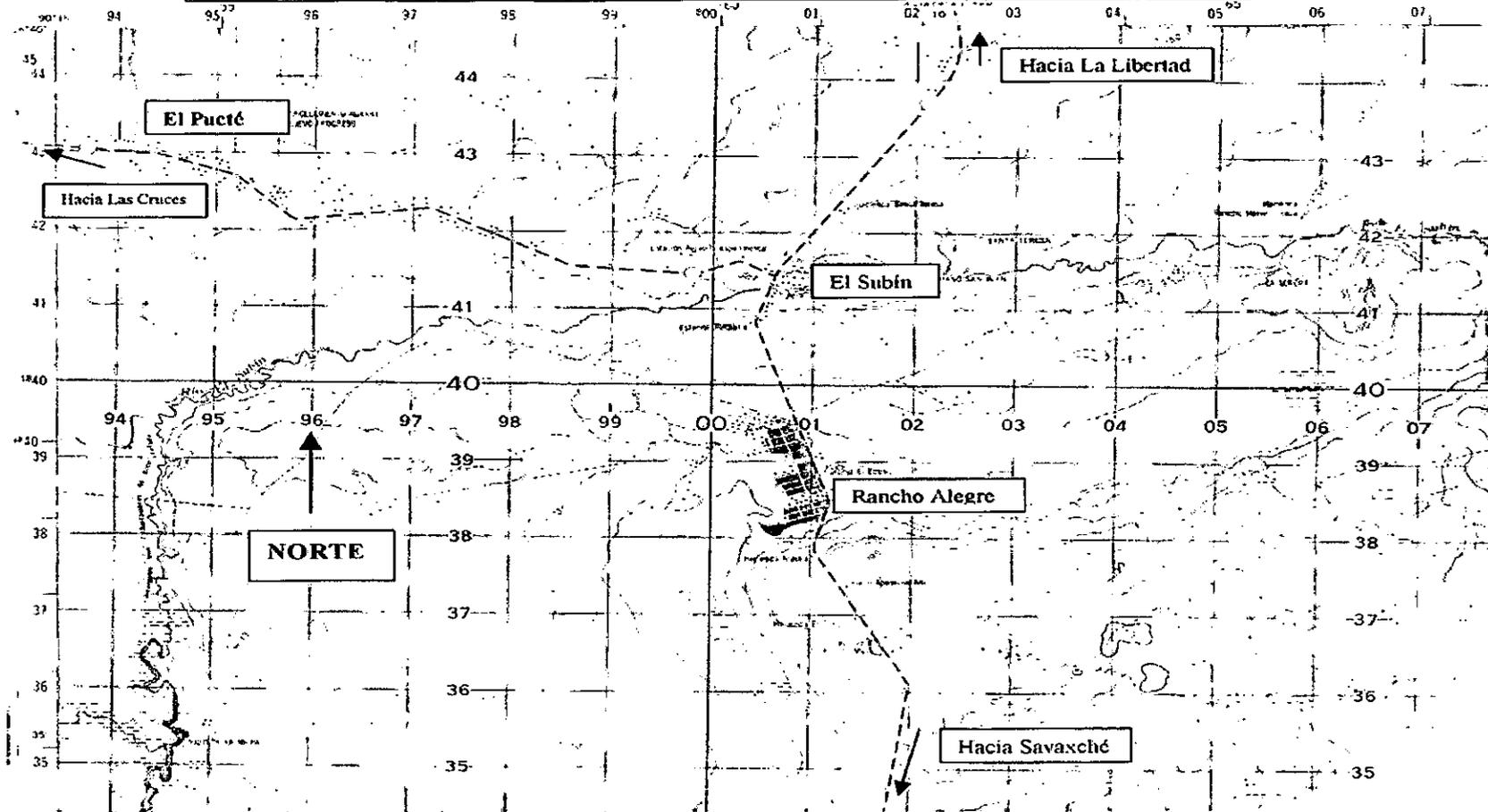
The growth stage, coded according to the list below at which each reaction was recorded should be appended to the record of that reaction:

- 1 Seed
- 2 Seedling
- 3 Pre-flowering
- 4 Early flowering
- 5 Mid-flowering
- 6 Late-flowering
- 7 Maturity

**ANEXO 2**

**UBICACIÓN DEL PARCELAMIENTO EL PUCTE.**

**HOJA CARTOGRAFICA, SAYAXCHE. ESCALA 1:50,000**

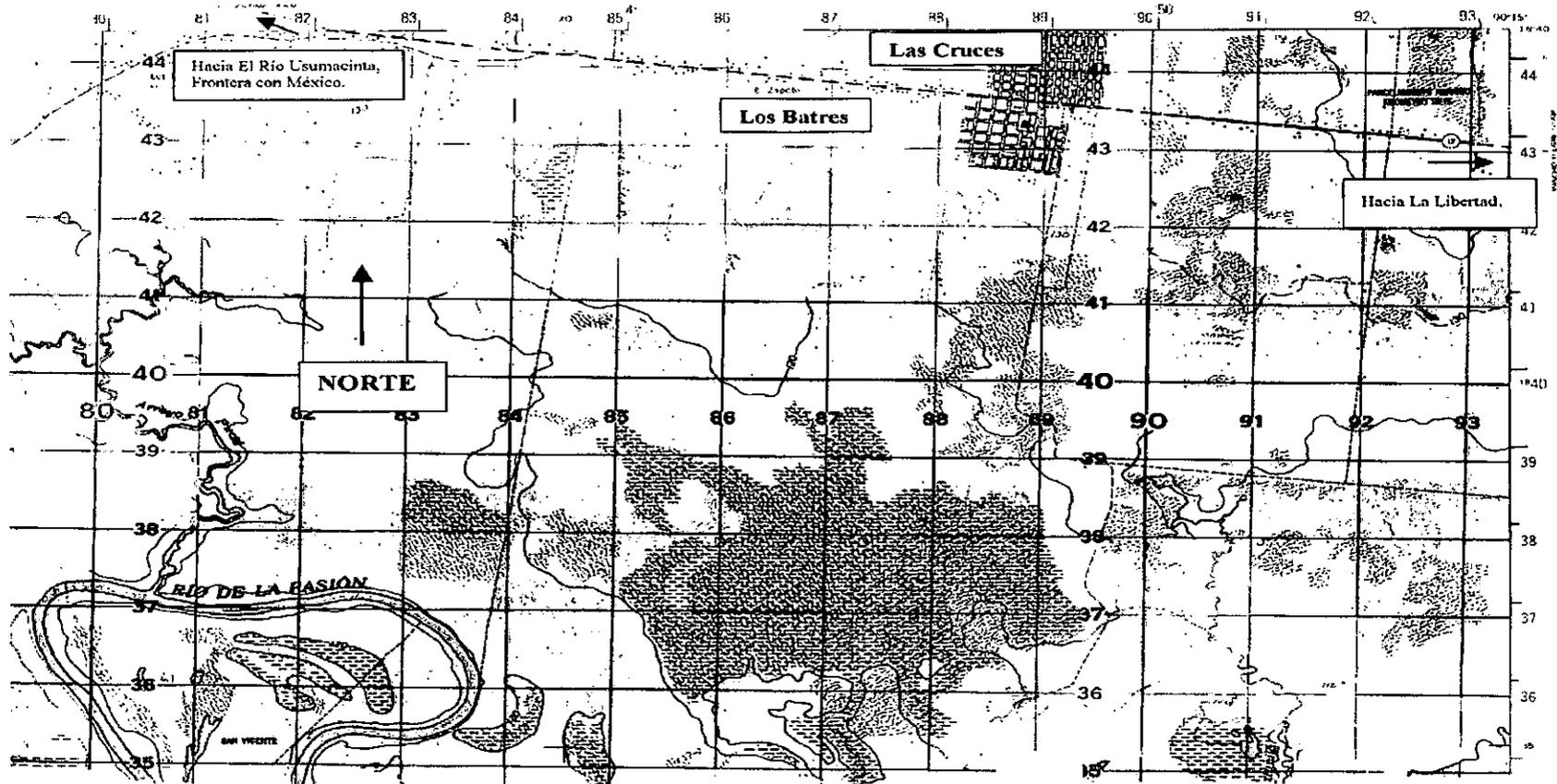


UBICACIÓN DE LAS COMUNIDADES LAS CRUCES Y LOS BATRES.

HOJA CARTOGRAFICA, LAS CRUCES. ESCALA 1:50,000

CRUCES

EDITION 2-DMA SERIES E754 SHEET 2165 IV  
EOLICIÓN SERIE HOJA





**RECIBIDO**  
 24 MAYO 2007  
**REGISTRO**  
 UNIDAD DE CONTROL ACADÉMICO  
 HORA 11:20 F. J. J. J.

REF. Sem. 04/2007

LA TESIS TITULADA:

"EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 14 CULTIVARES DE AJONJOLÍ (*sesamum indicum* L.) EN LAS CRUCES, LA LIBERTAD, PETEN".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

JUAN JOSE CHACÓN PÉREZ

CARNE:

8440060

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Domingo Amador  
 Ing. Agr. Eduardo Pretzancin

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Francisco Javier Vasquez Vasquez  
 ASESOR

Ing. Agr. Salvador Bolaños  
 ASESOR

Dr. David Monterroso Salvatierra  
 DIRECTOR DEL IIA DE AGRONOMIA



IMPRIMASE

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López  
 DECANO

DMS/nm  
 c.c. Archivo  
 IIA  
 Control Académico

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 Biblioteca Central