


**Universidad Rafael Landívar**  
**Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas**



**“Respuesta del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L, Pedaliaceae) a la fertilización al suelo y foliar en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, Guatemala”**

**Mynor René Pineda Coronado**

**Guatemala, Octubre de 2009**

**Universidad Rafael Landívar**  
**Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas**

**“Respuesta del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L, Pedaliaceae) a la fertilización al suelo y foliar en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, Guatemala”**

**T e s i s**

Presentada al Honorable Consejo  
de la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
de la Universidad Rafael Landívar

**Por**

**Mynor René Pineda Coronado**

**Previo a conferirse el título de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**En el grado Académico de**

**Licenciado en Ciencias agrícolas**

**Guatemala, Octubre de 2009.**

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR**

RECTOR:	Lic. Rolando Enrique Alvarado López, S.J.
VICERRECTOR DE INTEGRACION UNIVERSITARIA:	Dr. Carlos Rafael Cabarrús Pellecer, S.J.
VICERRECTORA ACADEMICA:	Dra. Marta Lucrecia Méndez de Penedo
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	Lic. Ariel Rivera Irías
SECRETARIA GENERAL:	Licda. Fabiola Padilla Beltranena

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRICOLAS**

DECANO:	Ph.D. Charles Malcolm MacVean Ainslie
VICEDECANO:	Ph.D. Marco Antonio Arévalo Guerra
SECRETARIA:	Inga. María Regina Castañeda Fuentes
REPRESENTANTE DE CATEDRATICOS:	Ing. Gustavo Adolfo Méndez Gómez

## **TERNA QUE PRACTICO EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS**

Ing. Agr. Luis Felipe Calderón

Ing. Agr. Eduardo García

Ing. Agr. Edgar Martínez

Guatemala, 28 de octubre de 2009.

**Honorable Consejo  
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar,**

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el Informe Final de Tesis del estudiante Mynor René Pineda Coronado, carné 6181098, titulado: **“Respuesta del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L, Pedaliaceae) a la fertilización al suelo y foliar en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla”**.

Habiendo realizado la asesoría y revisión correspondiente, considero que la presente investigación llena los requisitos exigidos por la Universidad Rafael Landívar para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado, por lo que recomiendo su aprobación para su publicación.

Sin otro particular me suscribo de usted,

Deferentemente

**Ing. Agr. Danilo Dardón  
Colegiado No. 457**

Guatemala, 28 de octubre de 2009.

**Honorable Consejo  
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar,**

Distinguidos Miembros del Consejo:

De conformidad con las normas académicas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad Rafael Landívar y la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, es para mí un honor someter a sus consideraciones el trabajo de tesis titulado: **“Respuesta del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L, Pedaliaceae) a la fertilización al suelo y foliar en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla”**, presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado.

Agradeciendo su atención, es grato suscribirme.

Atentamente,

**Mynor René Pineda Coronado  
Carné 6181098**

## **DEDICATORIA**

A:

DIOS

Fuente de todo conocimiento.

MIS PADRES

José Pineda Carranza y Margarita Coronado de Pineda,  
por su apoyo incondicional durante toda mi vida.

MIS HERMANOS

Raul, Reina, Ana Luisa y Milvia, con cariño.

MI ESPOSA

Ingrid Lara, por su apoyo y comprensión.

## **AGRADECIMIENTOS**

A:

DIOS, por regalarme de su sabiduría.

Universidad Rafael Landivar, mi centro de preparación profesional.

Mi asesor Ing. Agr. Danilo Dardón, por su asesoría durante todo el proceso de la investigación.

Rafael Solórzano y Obed Castañaza, por su amistad y apoyo.

Otoniel Vasquez, por su amistad y por haber permitido la realización de esta investigación en finca El Estribo, propiedad de su familia.

Kendal Omar Cutz Gutierrez, por su sincera amistad.

## INDICE

	Página
Resumen.....	i
SUMARY.....	ii
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico.....	2
2.1 Importancia del cultivo de ajonjolí.....	2
2.2 Su origen.....	3
2.3 Descripción botánica de la planta .....	3
2.5 Taxonomía .....	4
2.6 Exigencias edafo-climáticas del cultivo.....	4
2.7 Exigencia de nutrientes del cultivo .....	5
2.4 Descripción de la variedad a utilizar ICTA R-198 .....	6
III. Planteamiento del problema .....	7
3.1 Definición del problema y justificación del trabajo .....	7
3.2 Objetivos .....	8
3.2.1 Objetivo General .....	8
3.2.2 Objetivos Específicos .....	8
3.3 Hipótesis .....	8



	Página
IV. Materiales y métodos .....	9
4.1 Localización del trabajo .....	9
4.2 Material experimental .....	9
4.3 Factores estudiados .....	10
4.4 Tratamientos evaluados .....	10
4.5 Diseño experimental.....	11
4.6 Modelo Matemático.....	11
4.7 Unidad experimental .....	12
4.8 Manejo agronómico del experimento.....	12
4.9 Variables de respuesta evaluadas.....	13
4.10 Análisis de la Información.....	13
4.10.1 Análisis Estadístico .....	13
4.10.2 Análisis financiero .....	13
V. Resultados y Discusión .....	15
5.1 Rendimiento de grano .....	15
5.2 Altura de plantas .....	18
5.3 Número de cápsulas por planta.....	21
5.4 Peso de 1000 granos (g).....	24
5.5 Análisis financiero .....	27
VI. Conclusiones .....	29
VII. Recomendaciones .....	30
VIII. Referencias Bibliográficas.....	31

	Página
IX. Anexos.....	34
Anexo 1 Croquis de campo, de parcela bruta y de parcela neta .....	34
Anexo 2 Datos de campo por bloque y tratamiento para las variables bajo Estudio .....	36
Anexo 3 Matriz de los contrastes ortogonales. ....	39
Anexo 4 Análisis financiero de los tratamientos bajo estudio.....	40

## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 Niveles adecuados de nutrientes y sus indicadores de deficiencia en hojas de ajonjolí según Bascones y López (1961) en cita de Mazzani (1999) .....	6
Cuadro 2 Resumen de recomendaciones para fertilización en ajonjolí para obtener 1000 kg de semilla .....	6
Cuadro 3 Resumen de recomendaciones generales para fertilización en ajonjolí .....	6
Cuadro 4 Algunas características físicas y químicas del suelo utilizado en el Experimento .....	10
Cuadro 5 Tratamientos evaluados.....	11
Cuadro 6 Contrastes ortogonales utilizados. ( <i>Ver matriz de contrastes detallada en Anexo 3</i> ) .....	14
Cuadro 7 Resumen del rendimiento de ajonjolí en kg ha <sup>-1</sup> en respuesta a ocho tratamientos de fertilización aplicados en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.....	15
Cuadro 8 Análisis de varianza (ANDEVA) de los contrastes ortogonales para la variable rendimiento de ajonjolí ( <i>S. indicum</i> L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.....	17
Cuadro 9 Análisis de los factores A, B y su interacción AxB en el rendimiento del cultivo de ajonjolí ( <i>S. indicum</i> L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.....	18
Cuadro 10 Resumen de la altura de planta (cm) de ajonjolí ( <i>S. indicum</i> L) bajo diferentes tratamientos de fertilización en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.....	19

Cuadro 11	Análisis de varianza (ANDEVA) de los contrastes ortogonales para la variable altura de plantas de ajonjolí ( <i>S. indicum</i> L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006. ....	20
Cuadro 12	Análisis de varianza (ANDEVA) de los factores A, B y su interacción A x B sobre la altura de plantas de ajonjolí ( <i>S. indicum</i> L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006. ....	21
Cuadro 13	Resumen del número de cápsulas por planta de ajonjolí ( <i>S. indicum</i> L) bajo diferentes tratamientos de fertilización en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006. ....	22
Cuadro 14	Análisis de varianza (ANDEVA) de los contrastes ortogonales para la variable número de cápsulas por planta de ajonjolí ( <i>S. indicum</i> L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006. ....	23
Cuadro 15	Análisis de varianza (ANDEVA) de los factores A, B y su interacción A x B sobre el número de cápsulas por planta de ajonjolí ( <i>S. indicum</i> L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006. ....	24
Cuadro 16	Resumen del peso de 1,000 granos (g) de ajonjolí bajo diferentes tratamientos de fertilización en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006. ....	24
Cuadro 17	Análisis de varianza (ANDEVA) de los contrastes ortogonales para la variable peso de 1,000 granos de ajonjolí ( <i>S. indicum</i> L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006. ....	26
Cuadro 18	Análisis de varianza (ANDEVA) de los factores A, B y su interacción A x B para la variable peso de 1,000 granos de ajonjolí ( <i>S. indicum</i> L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006. ....	27
Cuadro 19	Resumen del análisis financiero para 8 diferentes tratamientos de fertilización en el cultivo de ajonjolí ( <i>S. indicum</i> L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006. ....	28

## INDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1	Rendimiento de ajonjolí por tratamiento en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006 .....	16
Figura 2	Altura de plantas de ajonjolí (cm) bajo 8 diferentes tratamientos de fertilización en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.....	19
Figura 3	Comportamiento de la variable número de cápsulas por planta de ajonjolí ( <i>S. indicum</i> L), bajo diferentes tratamientos de fertilización, en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006. ....	22
Figura 4	Comportamiento de la variable peso de 1,000 granos (g) de ajonjolí, bajo diferentes tratamientos de fertilización en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.....	25
Figura 5	Porcentajes de rentabilidad de 8 tratamientos de fertilización en el cultivo de ajonjolí en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006. ....	28

**“Respuesta del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L, Pedaliaceae) a la fertilización al suelo y foliar en Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, Guatemala”**

## **Resumen**

En este estudio se evaluó el efecto de las aplicaciones de fertilizantes granulados y foliar en el cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L, Pedaliaceae) en la finca El Estribo, ubicada en la aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y ocho tratamientos, seis de ellos incluidos en un arreglo factorial 3x2, dos factores, el primero incluyó fertilizante foliar en tres niveles de 0, 1 y 2 litros ha<sup>-1</sup> y el segundo fertilizante granulado al suelo con dos niveles, 0 y 60 kg ha<sup>-1</sup> N, 30 kg ha<sup>-1</sup> P, 50 kg ha<sup>-1</sup> K. Se adicionaron dos tratamientos, uno con aplicación de foliar a la base de la planta (tronqueado), y el testigo modal del área que consistió en la aplicación al suelo de 97.5 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amonio. Los tratamientos se evaluaron por análisis de contrastes ortogonales y factorial. Los resultados indicaron que las aplicaciones de foliar no fueron significativas en ninguna de las variables estudiadas. La aplicación de fertilizante al suelo, en las cantidades de 60, 30 y 50 kg de N, P y K ha<sup>-1</sup> y 97.5 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amonio afectaron positivamente el rendimiento de grano de ajonjolí. La altura de planta y el número de cápsulas/planta fueron afectados por el primero de los tratamientos mencionados, y el peso de 1000 granos por el segundo de ellos. No hubo efecto de la interacción de los factores sobre ninguna de las variables estudiadas. De acuerdo a la capacidad financiera del agricultor, es recomendable fertilizar el cultivo de ajonjolí con 60 kg de N, 30 kg de P y 50 kg de K por hectárea; complementar con un litro de fertilizante foliar (20 – 20 – 20 N-P-K + micronutrientes), pues fue el tratamiento que presentó mayor rentabilidad (48%). Como segunda opción se pueden aplicar 97.5 kg K ha<sup>-1</sup> de sulfato de amonio pues fue el segundo en rentabilidad con 30%.

**“Response of sesame (*Sesamum indicum* L, Pedaliaceae) production to soil and foliar fertilization in Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, Guatemala”**

## **Summary**

The effect of the application of granulated and foliar fertilizers on sesame (*Sesamum indicum* L, Pedaliaceae) was evaluated in *El Estribo* farm, located in *aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla*. A complete randomized block design with four replicates and eight treatments was used; six of them were included in a 3x2 factorial arrangement. There were two factors: the first included foliar fertilization at three levels of 0, 1 and 2 liters ha<sup>-1</sup> and, the second, granulated fertilizer applied to the soil at two levels, 0 and 60 kg ha<sup>-1</sup> N, 30 kg ha<sup>-1</sup> P, 50 kg ha<sup>-1</sup> K. Two treatments were added, one with foliar application to the plant's base (stem), and the modal check of the area, which consisted of applying 97.5 kg ha<sup>-1</sup> of ammonium sulfate to the soil. The treatments were evaluated by orthogonal contrast and factorial analyses. The results indicated that the foliar applications were not significant in any of the studied variables. The fertilizer application to the soil of 60, 30 and 50 kg of N, P and K ha<sup>-1</sup> and 97.5 kg ha<sup>-1</sup> of ammonium sulfate positively affected the yield of sesame seed. The plant height and the number of capsules/plant were affected by the first of the mentioned treatments and the weight of 1000 grains by the second one. There was no effect derived from the interaction of the factors on any of the studied variables. According to the economic resources of the farmer, it is recommended to fertilize sesame with 60 kg of N, 30 kg of P and 50 kg of K per hectare, adding a liter of foliar fertilizer (20 – 20 – 20 N-P-K + micronutrients), because that was the treatment that showed the best profitability (48%). As a second option, 97.5 kg K ha<sup>-1</sup> of ammonium sulfate should be applied, because it showed the second best profitability, which was of 30%.

## I. Introducción

Guatemala produce ajonjolí (*Sesamun indicum* L.), el cual se exporta en su mayoría a Estados Unidos, Europa y Japón; una porción de esa producción queda para el consumo local. En el año agrícola 2004 se produjeron 12,371,314 kilogramos en 16,755 hectáreas. (INFOAGRO, 2005).

El promedio nacional es de 738 kg ha<sup>-1</sup>, lo que indica que en Guatemala la producción por unidad de área es comparable con otros países como México (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 1978), Honduras (BID-IICA-CONSULPAN, 1972), Colombia y Venezuela (IICA-BID-PROCIANDINO, 1990). Sin embargo, en la región ajonjolínica de la aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, la producción promedio es de 520 kg ha<sup>-1</sup>, según Otoniel Vazquez, productor local.

La fertilización es uno de los factores para aumentar los rendimientos por unidad de área sembrada. El ICTA realizó ensayos sobre fertilización del año 1975 a 1996, en ellos indica que se evaluaron diferentes aspectos de fertilización en la zona sur-occidental del país, específicamente en Retalhuleu y Suchitepéquez. Las aplicaciones de nitrógeno y fósforo mostraron resultados que difieren de una localidad a otra. Algunas pruebas recomiendan fertilizar, otras no porque ni aumenta la producción, ni mejora la calidad del grano. (Hidalgo, 2000).

De acuerdo con Barrera (1981), no hay respuesta significativa a la aplicación de fertilizantes al suelo en el cultivo de ajonjolí.

Sin embargo, en algunas investigaciones se ha demostrado que la aplicación de N-P-K + foliar tuvo una marcada influencia en el aumento de la producción. (Lemus, 1980; Morán, 1988). Hidalgo, (2000) concluyó en su investigación que ciertos niveles de nitrógeno provocaron un aumento en el rendimiento de grano del ajonjolí.

En el área no se encontraron datos de investigaciones, registros locales u otro material que indique si se ha hecho investigación para establecer si hay o no respuesta a la aplicación de fertilizantes al suelo y/o foliar. El señor Otoniel Vasques ha cultivado por más de 10 años en el área, y en base a sus experiencias se estableció que la mayoría de los productores de ajonjolí de la aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, utilizan de forma empírica fertilizante sulfato de amonio y en cuanto a los foliares se tiene la percepción generalizada que no inciden en el incremento del rendimiento.

Las investigaciones conducidas por el ICTA y otros investigadores no permiten concluir si hay o no respuesta a la fertilización del cultivo de ajonjolí, por eso se propuso estudiar la posibilidad de aportar los nutrimentos necesarios para lograr un aumento de la producción a través de aplicaciones foliares combinadas con aplicaciones al suelo, para así evaluar con información científica las aplicaciones de fertilizantes en esta localidad ajonjolínica.

## II. Marco teórico

### 2.1 Importancia del cultivo de ajonjolí

Los gobiernos europeos han mostrado un creciente interés en los aceites derivados de las plantas oleaginosas, como consecuencia de los elevados precios de los combustibles y aceites derivados del petróleo, los cuales en el futuro inmediato serán más escasos y por lo tanto más caros. Los países desarrollados están fijando su interés en las plantas oleaginosas (entre ellas el ajonjolí), no solo porque producen aceites y grasas, sino también proteínas, vitaminas y minerales para la nutrición y alimentación humana. Los biocarburantes, actualmente producidos a partir de productos agrícolas tradicionales, presentan unas características parecidas a las de los combustibles fósiles y se pueden utilizar en motores sin tener que efectuar modificaciones. El biodiesel es uno de esos biocarburantes. Se obtiene a partir de aceites vegetales obtenidos de plantas oleaginosas. La producción de aceites vegetales es posible a partir de más de 300 especies diferentes, entre ellas se encuentra el ajonjolí (*Sesamun indicum* L.). (Ballesteros, 2004).

La dependencia a los combustibles fósiles puede en el futuro inmediato afectar gravemente las economías de todos los países. (Ballesteros, 2004).

Además de la importancia económica que representan los biocarburantes que se pueden obtener del ajonjolí, no debe dejarse por un lado la seguridad alimentaria, ya que este cultivo provee grasas y aceites de calidad para el consumo humano. En este contexto Suramérica tiene una posición importante entre las regiones del mundo que cultivan ajonjolí, especialmente Venezuela. Varios investigadores venezolanos han hecho estudios sobre las aplicaciones del ajonjolí en la industria alimenticia. (Mazzani, 1999).

Mazzani (1999), cita los siguientes trabajos:

- Utilización de proteínas del ajonjolí con propiedades de gelificación (Salim y otros, sf).
- Elaboración de un sucedáneo de leche a base de ajonjolí (Rivero, 1983).
- Incorporación de harina de ajonjolí en productos cárnicos (Certad, 1984).
- Desarrollo de pasta de ajonjolí para elaboración de horchata pasteurizada (Rivero y Salas, 1989).
- Preparación de harina de ajonjolí desgrasada (Panicker y Rivero, sf)
- Propiedades funcionales de harina y proteínas de ajonjolí (Padua, M., s. f; Hurtado y Rivas, 1985).

La semilla de ajonjolí se utiliza en Guatemala principalmente para la elaboración de pan, dulces, aceites, margarina, mantequilla y pasteles, bebidas alimenticias y horchatas. También, el aceite secante o semisecante extraído de esta semilla se utiliza en la



fabricación de pinturas, jabones, perfumes y cosméticos. No tiene olor, sabor y su color varía entre el amarillo pálido y el ámbar. (Santa María, 1970; Barrera, 1981).

El cultivo del ajonjolí se inició en Guatemala desde la época de la Colonia. A partir de 1960 el contenido y calidad de la proteína y aceite del ajonjolí despertó el interés en mercados extranjeros y se iniciaron las exportaciones, lo que vino a estimular a medianos agricultores para producir ajonjolí en monocultivo y en forma mecanizada. (ICTA, 1984).

En las investigaciones que a partir de la década de 1960 se realizaron en Guatemala se obtuvieron rendimientos hasta de 1182 kg ha<sup>-1</sup>. A mediados de 1982 el Banco de Guatemala en su Informe Económico reportaba que la producción nacional de ajonjolí durante el año 1981 era de 454,000 quintales, aproximadamente 20,636,364 kilogramos. (ICTA, 1987; ICTA, 1984).

Datos mas recientes muestran que durante el año 2004 se produjeron 12,371,314 kg en 16,755.25 Ha (INFOAGRO, 2005).

En ese año el promedio nacional fue de 738 kg ha<sup>-1</sup>, lo que indica que en Guatemala la producción por unidad de área es comparable con otros países como México, Honduras, Colombia y Venezuela. (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 1978; BID-IICA-CONSULPAN, 1972; IICA-BID-PROCIANDINO, 1990).

Estos datos indican que de 1981 a 2003 hubo una disminución del 40% de la producción a pesar que Guatemala cuenta con la tecnología, la investigación y tierras adecuadas y suficientes para el cultivo. (ICTA, 1984).

La problemática en ajonjolí se centra alrededor de los bajos rendimientos en algunas zonas, producto de un sistema tecnológico de baja inversión. (ICTA, 1987).

## **2.2 Su origen.**

De Candolle, citado por Santa María (1970), indica en su obra "Origen de las Plantas Cultivadas" que el ajonjolí es originario de Asia, de las Islas de Sonda y Java.

Hildebrandt, citado por Santa María (1970), basado en sus estudios sobre las variantes morfológicas, bioquímicas y fisiológicas de los grupos de ajonjolí, reconstruye la historia de la diferenciación ecológica de la especie y de los cambios operados en ella por el hombre para concluir que el origen primario del ajonjolí es Africa, donde se encuentran los tipos primitivos. Apunta además que de Africa fue llevado a la India, donde se diferenciaron un gran número de variedades y formas, luego fue llevado a China y Japón y de allí regresó al Oeste, estableciéndose con nuevas formas en el Asia Central Rusa, países del Mediterráneo y África del Norte. Es probable que la planta arribara por vez primera a América por Brasil, traído por navegantes portugueses en el siglo XVI.

## **2.3 Descripción botánica de la planta.**

Es una planta anual, herbácea, erecta, que mide entre 0.60 y dos metros de altura en su estado adulto. Tiene una raíz principal con raíces secundarias y terciarias. El tallo recto es cuadrangular en la parte superior y cilíndrico en la parte basal. Hojas con largos

peciolos, diversamente dispuestos, las de la parte basal son generalmente lobuladas y lanceoladas las de la parte apical. (Barrera, 1981; Santa María, 1970).

Alcanza la madurez fisiológica entre los 70 y 150 días después de la siembra. Las flores son gamopétalas de forma acampanada o de trompeta y miden de dos a cuatro centímetros, en número de uno a tres por axila foliar, blancas, rosadas o moradas; sésiles o cortamente pediceladas. Los frutos están formados por cápsulas o vainas de dehiscencia loculicida, bi, tri, o tetralocular y su forma es ligeramente elíptica. Cada lóculo está dividido por una pared, formando así dos celdas paralelas que contienen de 15 a 20 óvulos cada una, de tal manera que una cápsula bilocular (cuatro celdas) tiene de 70 a 80 semillas. La envoltura de las semillas varía de color entre las variedades, puede ir desde el blanco puro hasta el negro. Son frutos pequeños, de dos a cuatro milímetros de longitud y hasta dos milímetros de ancho, achatada, mil semillas pesan alrededor de tres gramos (Santa María, 1970).

El ajonjolí es altamente autógamo, bajo condiciones ordinarias se ha reportado solo el cuatro por ciento de cruzamiento natural. Se muestra en variedades ramificadas y no ramificadas (de chicote), las ramificadas han demostrado ser más productivas que las otras (Barrera, 1981).

## 2.4 Taxonomía.

Se le conoce comúnmente como ajonjolí o sésamo, tiene por nombre científico *Sesamum indicum* L., y tiene un sinónimo *S. orientale*. Pertenece a la familia Pedaliaceae la cual está compuesta por 16 géneros y 60 especies. En Guatemala esta familia no tiene ningún otro exponente económicamente importante (Santa María, 1970; Escobar, 1974).

Su clasificación taxonómica según Barrera (1981):

Reino:	Plantae	División:	Tracheophytae
Sub-División:	Pteropsidae	Clase:	Angiospermae
Sub-Clase:	Dicotyledoneae	Orden:	Tubiflorales
Familia:	Pedaliaceae	Género:	<i>Sesamum</i>
Especie:	<i>indicum</i>		

## 2.5 Exigencias edafo-climáticas del cultivo.

El ajonjolí es un cultivo que logra su mejor desarrollo en aquellas regiones con clima cálido húmedo o cálido seco. Los rendimientos máximos se han obtenido en países enclavados entre el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio. Además, el ajonjolí prefiere los suelos con textura franca, franca-arenosa o franca-arcillo-arenosa, ya que por ser la semilla muy pequeña, estas condiciones le permiten germinar sin problemas (Morán, 1988).

El ajonjolí es una planta de clima cálido de días cortos que requiere aproximadamente 10 horas luz por día. En Guatemala se desarrolla en altitudes entre 0 – 1000 msnm con temperaturas que oscilan entre 21 – 35 °C. Requiere precipitaciones que van de 400 – 800 mm durante su ciclo de cultivo. Las siembras se encuentran en la Franja Transversal del Pacífico (parte baja de San Marcos, Retalhuleu, Suchitupéquez,

Escuintla y Santa Rosa), en Petén y en menor escala en los departamentos de Jutiapa, Zacapa y Chiquimula (De León, 2005).

Los suelos en los cuales se cultiva este grano preferentemente deben ser planos o levemente inclinados, que no se aneguen, con buena aireación y drenaje para evitar el ataque de enfermedades. Su textura debe ser franco – arcillosos o franco – arcillosos – limosos, con pH entre 5.5 y 7.0 y el contenido de elementos nutritivos suficientes para mantener el cultivo (De León, 2005).

## **2.6 Exigencia de nutrientes del cultivo.** (Donahue, et al, 1990).

**Nitrógeno del suelo:** Es el elemento más crítico en el crecimiento de las plantas. Es un constituyente de las proteínas de la planta, la clorofila, los ácidos nucleicos y otras sustancias de la planta. Un suministro adecuado de nitrógeno produce paredes celulares más delgadas, origina plantas más delicadas y succulentas, significa plantas grandes y por ende más producción. La baja producción es frecuente debido a la deficiencia de nitrógeno.

**Fósforo del suelo:** El fósforo es el segundo nutriente vegetal más crítico. El núcleo de cada célula de la planta contiene fósforo, por lo que la división y crecimiento celular son dependientes de las adecuadas cantidades de él. El fósforo es concentrado en las células que se dividen rápidamente, las que activan el crecimiento de las partes de raíces y tallos. Como nutrimento es doblemente crítico porque el total suministro de fósforo en la mayoría de los suelos es bajo y no esta realmente disponible para las plantas. Deficiencias en fosfatos son comúnmente corregidas mediante la aplicación de fertilizantes, la mayoría fabricados de rocas fosfatadas.

**Potasio:** La cantidad total de potasio en la mayoría de los suelos es suficiente para varias generaciones, inclusive con el uso de fertilizantes incrementa. La explicación para esta aparente contradicción es que la mayoría del potasio en el suelo es un constituyente de minerales muy poco solubles. El potasio en las plantas está en forma móvil más que como una parte integral de cualquier compuesto fijo. Ayuda a mantener la permeabilidad de la célula, en la traslocación de carbohidratos, mantiene el Hierro más móvil en la planta y aumenta la resistencia de las plantas a ciertas enfermedades.

Bascones y López (1961), citados por Mazzani (1999), indican que para obtener un rendimiento estimado de semilla de  $2,200 \text{ kg ha}^{-1}$ , en la variedad aceitera, la extracción de nutrimentos con análisis de los diversos órganos de la planta, fue de 120 N, 32 P y 136 K  $\text{kg ha}^{-1}$ . Según los autores citados la extracción de nutrimentos muestra un marcado paralelismo con el crecimiento de la planta, fue máxima en la primera quincena del segundo mes del ciclo de esta (Mazzani, 1999).

Los mismos autores citados por Mazzani (1999) determinaron en las hojas del ajonjolí los niveles por debajo de los cuales aparecen síntomas carenciales de los cinco elementos siguientes (entre paréntesis los valores en hojas normales), Ver Cuadro 1

Cuadro 1 Niveles adecuados de nutrientes y sus indicadores de deficiencia en hojas de ajonjolí según Bascones y López (1961) en cita de Mazzani (1999)

Elemento	Niveles en la hoja	
	( %)	
(N) Nitrógeno	2.00	(3.90)
(P) Fósforo	0.20	(0.34)
(K) Potasio	0.88	(2.20)
(Ca) Calcio	0.60	(2.30)
(Mg) Magnesio	0.15	(0.40)

Para obtener 1000 kg de semilla de ajonjolí, se debe fertilizar con 45 kg N, 30 kg P y 50 kg K ha<sup>-1</sup>. (IICA-BID-PROCIANDINO, 1990).

De acuerdo con el BID-IICA-CONSULPAN (1972), la fórmula y cantidad recomendada de fertilizante al cultivo de ajonjolí en los valles de Comayagua y Jamastrán, Honduras, es 60 – 100 kg N ha<sup>-1</sup>, + 40 – 60 kg P ha<sup>-1</sup>.

En Guatemala se sugiere fertilizar a 10 dds con 115 kg ha<sup>-1</sup> de la fórmula completa (15-15-15). Luego la segunda fertilización a los 30 – 35 dds con 69 kg ha<sup>-1</sup> de urea más 46 kg ha<sup>-1</sup> de Sulfato de amonio (21%N + 24%S), (De León, 2005).

En Guatemala, Honduras y Venezuela se recomiendan cantidades diferentes de fertilizantes. Ver Cuadro 2 y Cuadro 3.

Cuadro 2 Resumen de recomendaciones para fertilización en ajonjolí cuando se busca obtener 1000 kg de semilla.

FUENTE / AUTOR	RECOMENDACIÓN kg ha <sup>-1</sup>		
	N	P	K
Mazzani, (1999)	60	16	18
IICA-BID-PROCIANDINO, (1990)	45	30	50
Promedio	52.5	23	34

Cuadro 3 Resumen de recomendaciones generales para fertilización en ajonjolí.

FUENTE / AUTOR	RECOMENDACIÓN kg ha <sup>-1</sup>			
	N	P	K	S
BID-IICA-CONSULPAN, (1972)	80	50	0	0
De León, (2005)	116	38	38	10.5
Promedio	98	44	38	10.5

## 2.7 Descripción de la variedad a utilizar ICTA R-198.

Desarrollada por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Su rango de adaptación está comprendido entre 0 – 1,000 msnm. Variedad de ajonjolí derivada de un material criollo, ramificada con tallos cuadrangulares, entrenudos cortos y densamente pilosos. El fruto es una cápsula erecta, de 4.5 cm de largo, tetragonal, dispuesto en el tallo en forma opuesta y alterna, es dehiscente. Su ciclo de siembra a cosecha es de 94 días y

su rendimiento promedio, a nivel del agricultor, varía de 12 a 18 quintales por manzana, según las condiciones del cultivo (ICTA, 1984).

### **III. Planteamiento del problema**

#### **3.1 Definición del problema y justificación del trabajo.**

En la aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, los suelos son de baja fertilidad natural pues tienen una textura arenosa, franca-arenosa, suelta y de poco espesor, y la precipitación pluvial anual es baja, lo cual impide el cultivo de especies vegetales altamente exigentes en nutrición y humedad. (Alvarado, 2004). Debido al tipo de suelo con que se cuenta, es muy difícil que los agricultores locales reemplacen la producción de ajonjolí.

La media nacional de producción es de 738 kg ha<sup>-1</sup> (INFOAGRO, 2005) y según los agricultores locales el suyo es de aproximadamente 520 kg ha<sup>-1</sup>. La problemática en ajonjolí se centra alrededor de los bajos rendimientos (ICTA, 1987) y como una estrategia para aumentarlos BID-IICA-CONSULPAN, (1972) recomienda que se debe evaluar diferentes variedades, se debe fertilizar el cultivo, mejorar las prácticas agronómicas como control de malezas, pues al descuidar este factor puede llegar a provocar descenso de hasta 60% en el rendimiento.

Al respecto de la fertilización en los cultivos, Buckman y Brady (1966), indican que debe mantenerse una adecuada provisión de cada nutriente en el suelo agrícola, la cual ha de hacerse según una tasa conveniente de asimilación para el desarrollo normal de las plantas. Conociendo que uno de los factores para aumentar los rendimientos por unidad de área sembrada es la fertilización, el ICTA realizó ensayos desde 1975 a 1996. En ellos indica que se evaluaron diferentes aspectos de fertilización en la zona suroccidental del país específicamente en Retalhuleu y Suchitepéquez (Hidalgo, 2000). Por lo tanto, no es coincidencia que allí se encuentre la mayor área sembrada, que de allí provenga la mayor parte de la producción nacional y se reporten los mayores rendimientos por unidad de área. (INFOAGRO, 2005). En tierras franco arcillosas se obtuvo una respuesta altamente significativa a las aplicaciones de fertilizantes al suelo. (Lemus 1980). Por otro lado, se demostró que las aplicaciones al suelo combinadas con foliar tienen una influencia positiva en el aumento de la producción de ajonjolí (Morán 1988).

En la zona donde se ejecutó la presente investigación no hay ningún tipo de tecnología validada para el correcto uso de fertilizantes en el cultivo de ajonjolí. Por información verbal proporcionada por el señor Ottoniel Vazquez, habitante y productor de ajonjolí en El Paredón Buena Vista, se logró establecer que desde el Puerto de Iztapa, Escuintla, hasta la laguna Rama Blanca, Sipacate, La Gomera, hay aproximadamente 30 productores sembrando entre 0.5 y 50 ha de ajonjolí en la línea costera, en total son aproximadamente 250 ha dedicadas al cultivo en esa área. Estos suelos pertenecen a Clases misceláneas de terreno, del cual hay 13,597 hectáreas en el área costera del departamento de Escuintla. (Simmons, Tarano y Pinto, 1959). El área potencial para extender el cultivo es considerable.

En la presente investigación se evaluó la factibilidad de aumentar la productividad de ajonjolí en la zona de la aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, mediante la fertilización al suelo y foliar.

### **3.2 Objetivos**

#### **3.2.1 Objetivo General**

Evaluar la respuesta del ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) a la fertilización al suelo y foliar en la aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla.

#### **3.2.2 Objetivos Específicos**

Determinar el efecto del fertilizante foliar sobre el rendimiento, la altura de plantas, cápsulas por planta y peso de grano del cultivo de ajonjolí.

Determinar el efecto del fertilizante aplicado al suelo sobre el rendimiento, la altura de plantas, cápsulas por planta y peso de grano del cultivo de ajonjolí

Determinar el efecto de las interacciones entre fertilizante aplicado al suelo y foliar sobre el rendimiento, la altura de plantas, cápsulas por planta, y peso de grano del cultivo de ajonjolí.

Determinar la rentabilidad de la aplicación de fertilizantes al suelo y foliar en el cultivo de ajonjolí.

### **3.3 Hipótesis**

- Estadísticamente el rendimiento, la altura de plantas, cápsulas por planta, y el peso del grano varía por el efecto de la aplicación del fertilizante foliar sobre del cultivo de ajonjolí.
- Estadísticamente el rendimiento, la altura de plantas, cápsulas por planta y el peso del grano varía por el efecto del fertilizante aplicado al suelo del cultivo de ajonjolí.
- Estadísticamente el rendimiento, la altura de plantas, cápsulas por planta y el peso del grano varía por el efecto de las interacciones entre fertilizante aplicado al suelo y foliar en el cultivo de ajonjolí.
- La aplicación de fertilizantes al suelo y foliar en el cultivo de ajonjolí, es rentable.

## **IV. Materiales y métodos**

### **4.1 Localización del trabajo**

El estudio se realizó en la finca El Estribo, ubicada en la aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla. La aldea se encuentra en el intervalo entre 0 – 40 msnm. Su posición geográfica está dada por las coordenadas 13°55'04.39" Latitud Norte y 91° 03'25.89" Longitud Oeste. (Orozco, Soto, Pérez, Ventura, y Recinos, 1995).

La temperatura del lugar varía entre 31° y 33° C. Los suelos del área presentan una textura arenosa y topografía plana. (Alvarado, 2004). Pertenecen a la zona de vida clasificada como bs-S Bosque seco subtropical. (De La Cruz, 1976).

La precipitación anual del área se encuentra entre 1,000 y 1,100 mm. El clima se clasifica como cálido húmedo y se marcan perfectamente las dos estaciones del año, invierno (época lluviosa) y verano (época seca). La época de invierno inicia generalmente en el mes de mayo y termina en el mes de octubre y la de verano comienza en noviembre y termina a finales del mes de abril. (INSIVUMEH citado por Alvarado, 2004).

La línea costera del pacífico de Guatemala cuenta con 255 km de largo y 50 km de ancho. Ha sido formada por los productos de erosión de las tierras altas volcánicas, arenas, gravas, pómez y depósitos de variado espesor se han depositado gradualmente hacia las tierras de la llanura aluvial. (Perfil ambiental de Guatemala, 2004).

El 90% de los suelos de la región costera son suelos del Litoral del Pacífico, series Bucul y Tecojate, originarios de cenizas volcánicas, drenaje interno moderado, profundidad de 30 cm, textura media y pertenecen a la clase III. (Simmons, Tarano y Pinto, 1959).

Algunas características físicas y químicas del suelo donde se realizó la investigación aparecen en la siguiente página, en el Cuadro 4.

### **4.2 Material experimental**

Los recursos utilizados en el estudio fueron los siguientes:

- Semilla de ajonjolí de la variedad ICTA R-198. Tipo ramificado.
- Fertilizante fórmula: 60-30-50 N-P-K, mezcla física, y 21- 0 - 0 - 24S sulfato de amonio. (California Fertilizer Association, 1995).
- Fertilizante foliar de la marca comercial VIGOR 20-20-20 N-P-K + micronutrientes.
- Terreno representativo de la Aldea El Paredón, Buena Vista.

Cuadro 4 Algunas características físicas y químicas del suelo utilizado en el experimento.

Características	Unidades	Valor	Niveles Adecuados
N-NO <sub>3</sub>	ppm	5.8 D	25 – 250
P	ppm	78.1 E	30 – 75
K	ppm	105.7 A	70 – 150
Ca	ppm	785.7 A	500 – 1000
Mg	ppm	70.0 A	50 – 100
Cu	ppm	1.6 A	1 – 7
Fe	ppm	150.0 A	40 – 250
Mn	ppm	8.0 D	10 – 250
Zn	ppm	2.2 A	2 – 25
Al	ppm	menor que 8.0 A	menor que 100
pH		6.5 A	5.5 – 7.2
M.O.	%	1.6 D	2.0 – 4.0
C.I.C.e	meq/100 ml	4.8 D	5.0 – 15.0
Arcilla	%	12	
Limo	%	2	
Arena	%	85	
Clase textural		Areno franco	

Fuente: Informe de Análisis de Suelos, Laboratorio Soluciones Analíticas 2006, Guatemala.  
A = Adecuado D = Deficiente E = Exceso

#### 4.3 Factores estudiados

En la presente investigación se estudiaron dos factores:

- A. Fertilizante foliar.
- B. Fertilizante aplicado al suelo.

#### 4.4 Tratamientos evaluados

Se empleó una mezcla física de fertilizante granulado compuesta por 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, 30 kg ha<sup>-1</sup> de P y 50 kg ha<sup>-1</sup> de K dividido en dos aplicaciones al suelo, la primera a los 15 dds aplicando el 50% de la dosis total y la segunda a los 40 dds aplicando el 50% restante de la dosis, según las recomendaciones de Mazzani, (1999); IICA-BID-PROCIANDINO, (1990); BID-IICA-CONSULPAN, (1972) y De León, (2005).

Combinado con tres niveles, 0 l ha<sup>-1</sup>, 1 l ha<sup>-1</sup>, 2 l ha<sup>-1</sup> de fertilizante foliar, el cual contiene 20% de N, 20% de P y 20% de K por litro + micronutrientes. Se emplearon



estos niveles basados en Lemus (1980) y Morán (1988). El fertilizante foliar se aplicó en las mismas fechas en que el fertilizante granulado se aplicó al suelo.

Se adicionó el testigo de los agricultores del área, el cual consiste en aplicar 97.5 kg ha<sup>-1</sup> 35 dds de Sulfato de Amonio, mas un tratamiento que consiste en foliar aplicado al tronco. Ver Cuadro 5.

Cuadro 5 Tratamientos evaluados

Tratamientos	Fertilizante foliar	Fertilizante al suelo 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup>
1	0 ℓ ha <sup>-1</sup>	0
2	1 ℓ ha <sup>-1</sup>	0
3	2 ℓ ha <sup>-1</sup>	0
4	0 ℓ ha <sup>-1</sup>	1
5	1 ℓ ha <sup>-1</sup>	1
6	2 ℓ ha <sup>-1</sup>	1
7	Foliar aplicado al tronco 1 ℓ ha <sup>-1</sup>	
8	Testigo modal del area*	

0 = Sin fertilizante; 1 = Con fertilizante; \*Testigo modal: Sulfato de amonio fórmula (21-0-0-24S) 97.5 kg ha<sup>-1</sup> 35 DDS.

#### 4.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar en un arreglo factorial 3 x 2 (dos factores, el primero con tres niveles y el segundo con dos) (Cardona, 1990; Sitún, 1998). Se incluyó un tratamiento de foliar aplicado al tronco y un testigo que representa la práctica modal entre los agricultores de la zona. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones para un total de 32 unidades experimentales.

#### 4.6 Modelo Matemático

Para el análisis del factorial 3 x 2 se utilizó el modelo matemático siguiente (Mendiburu, 2007):

$$Y_{ijkl} = \mu + FR_i + FA_j + FB_k + FAB_l + e_{ijkl}$$

- En donde:**
- $Y_{ijkl}$  = Variable respuesta.
  - $\mu$  = Efecto de media general del experimento
  - $FR_i$  = Efecto del i....ésimo bloque
  - $FA_j$  = j....ésimo efecto del factor A (fertilización foliar)
  - $FB_k$  = k....ésimo efecto del factor B (fertilización al suelo)
  - $FAB_l$  = l....ésimo efecto de la interacción entre el factor A y el factor B
  - $e_{ijkl}$  = Efecto del error experimental asociado a la ijkl-ésima unidad experimental.

#### **4.7 Unidad experimental**

Cada unidad experimental estuvo constituida por una parcela de 22.5 m<sup>2</sup> (6 m de largo X 3.75 m de ancho) En ella se manejaron cinco surcos distanciados a 0.75 m y con un largo de seis metros. Después del raleo quedaron entre 12 y 15 plantas por metro lineal de surco. Como parcela neta se tomaron los tres surcos centrales para un área de 13.5 m<sup>2</sup>. El área total del experimento fue de 810 m<sup>2</sup> provenientes de un total de 32 unidades experimentales y una separación de un metro entre bloques (Ver Figura 6 Croquis de campo en el Anexo I)

#### **4.8 Manejo agronómico del experimento**

Se siguió la tecnología para el manejo del cultivo de ajonjolí recomendada por el ICTA, (1981), como se indica a continuación.

##### **4.8.1 Preparación del suelo:**

Se procedió a despejar el área de malezas y arbustos, luego se realizaron dos pasadas de rastra, ya que es un área que no ha sido compactada por el paso de maquinaria pesada. La rastra se pasó el 02/08/2006.

##### **4.8.2 Surqueo:**

Se hicieron cinco surcos por parcela distanciados a 0.75 m entre si, con una longitud de seis metros, con surcador halado por tractor. Realizado el 13/08/2006.

##### **4.8.3 Siembra:**

Se distribuyó la semilla al chorro con surcador halado por tractor. Se hizo junto con el surqueo.

##### **4.8.4 Raleo:**

Cuando habían transcurrido 15 dds se procedió al raleo para dejar entre 12 y 15 plantas por metro lineal. Realizado el 28/08/2006.

##### **4.8.5 Fertilización:**

Se hizo manualmente, en dos aplicaciones al suelo a 10 cm del surco sembrado. La primera a los 15 dds aplicando el 50% de la dosis total y la segunda a los 40 dds aplicando el 50% restante de la dosis. En las mismas fechas se aplicó el complemento foliar con una bomba de mochila. La primera fertilización se hizo el 29/08/2006 y la segunda el 28/09/2006.

##### **4.8.6 Control de plagas. No hubo incidencia importante.**

##### **4.8.7 Control de malezas. Se eliminaron las malezas en forma manual. Fecha de realización 18/08/2006 y 15/09/2006.**

##### **4.8.8 Corte y manejoado.**

Se realizó manualmente a los 85 días después de la siembra, utilizando machete para el corte y pita rafia para el manejoado. Realizado el 04/11/2006.

##### **4.8.9 Aporreo: Manualmente, en el campo, 15 días después del corte. Fecha de realización 19/11/2006.**

#### **4.9 Variables de respuesta evaluadas**

##### **4.9.1 Rendimiento de grano:**

Se determinó el peso de la cosecha de cada parcela neta, luego fueron proyectados a  $\text{kg ha}^{-1}$ . La cosecha obtenida de cada unidad experimental se colocó en bolsas plásticas con una etiqueta que indicaba el número de parcela, tratamiento y rendimiento.

##### **4.9.2 Altura de plantas:**

Un día antes de realizar el corte se tomaron al azar seis plantas dentro de la parcela neta y se midió su altura (cm) desde el suelo hasta la punta.

##### **4.9.3 Número de cápsulas por planta:**

Las cápsulas fueron contadas en seis plantas tomadas al azar dentro de cada parcela neta, un día antes del corte.

##### **4.9.4 Peso de 1000 granos o semillas:**

Una semana después de haber realizado el secado y el aporreo se contaron manualmente 1000 granos de cada tratamiento, luego fue determinado su peso en gramos.

#### **4.10 Análisis de la Información**

##### **4.10.1 Análisis Estadístico**

Los resultados de los tratamientos se evaluaron por análisis de varianza de contrastes ortogonales para cada una de las variables. Se realizó por medio del software estadístico MST-C Versión 2 1989, de la Universidad Estatal de Michigan, para responder las hipótesis planteadas. Además se realizó el análisis factorial para determinar el efecto de los factores y su interacción.

##### **4.10.2 Análisis financiero:**

Se realizó un análisis de rentabilidad a cada tratamiento, para ello se obtuvieron los costos totales de producción (CTP), el ingreso bruto (IB), el ingreso neto (IN) y se calculó la rentabilidad (R) con el modelo matemático citado por Soberanis, (2002)

$$R = \frac{IN}{CTP} \times 100$$

Donde: R = Rentabilidad  
IN = IB – CTP

Para determinar el ingreso bruto (IB) se utilizó el precio de Q. 200.00 por 45.45 kg (1 quintal) proporcionado por el señor Ottoniel Vasquez productor local, éste fue el precio de venta al momento de la cosecha.

Cuadro 6 Contrastes ortogonales utilizados. (Ver matriz de contrastes detallada en el Cuadro 24 Anexo 3)

<b>Número</b>	<b>Descripción de la comparación</b>	<b>Objetivo</b>
Contraste 1	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) comparado a Foliar 1 l ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 2).	Determinar el efecto del fertilizante foliar cuando se aplicó un litro por hectárea.
Contraste 2	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) comparado a Foliar 2 l ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 3).	Determinar el efecto del fertilizante foliar cuando se aplicaron dos litros por hectárea.
Contraste 3	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) comparado a Fertilizante al suelo, mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4).	Determinar el efecto de la mezcla de fertilizante NPK aplicada al suelo.
Contraste 4	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) comparado a Testigo modal 97.5 kg ha <sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8).	Determinar el efecto de la fertilización acostumbrada por agricultores de la zona.
Contraste 5	Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4) comparado a Testigo modal 97.5 kg ha <sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8).	Determinar si la mezcla de fertilizante NPK propuesta provoca una respuesta distinta a la fertilización acostumbrada por agricultores.
Contraste 6	Sin fertilizante (Tratamiento 1) comparado a Foliar 1 l ha <sup>-1</sup> aplicado al tronco (Tratamiento 7).	Determinar el efecto de la aplicación de foliar al tronco del cultivo de ajonjolí.
Contraste 7	Foliar aplicado a 1 y 2 l ha <sup>-1</sup> (Tratamientos 2 y 3) comparado a Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4).	Determinar si las aplicaciones foliares provocan una respuesta distinta a la fertilización granulada de NPK propuesta en este estudio.

## V. Resultados y Discusión

Con los datos de campo se procedió a analizar el rendimiento de grano, la altura de plantas, el número de cápsulas por planta, el peso de 1000 granos y la rentabilidad de cada tratamiento. Los análisis aparecen en ese orden.

### 5.1 Rendimiento de grano.

En el Cuadro 7 pueden observarse los valores de rendimientos promedio de los tratamientos evaluados.

Cuadro 7 Resumen del rendimiento de ajonjolí en respuesta a ocho tratamientos de fertilización aplicados en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

TRATAMIENTO		PROMEDIO
No.	DESCRIPCION	Kg ha <sup>-1</sup>
1	0 fertilizante al suelo + 0 foliar (testigo absoluto)	313
2	0 fertilizante al suelo + 1 ℓ ha <sup>-1</sup> foliar	454
3	0 fertilizante al suelo + 2 ℓ ha <sup>-1</sup> foliar	388
4	60 kg N, 30 kg P, 50 K kg ha <sup>-1</sup> al suelo + 0 foliar	613
5	60 kg N, 30 kg P, 50 K kg ha <sup>-1</sup> al suelo + 1 ℓ ha <sup>-1</sup> foliar	851
6	60 kg N, 30 kg P, 50 k kg ha <sup>-1</sup> al suelo + 2 ℓ ha <sup>-1</sup> foliar	633
7	Foliar aplicado al tronco 1 ℓ ha <sup>-1</sup>	483
8	Testigo modal del área	579

De acuerdo a los resultados, todos los tratamientos superaron al testigo absoluto representado por el tratamiento 1. El mayor rendimiento correspondió al tratamiento 5, en el cual se aplicaron 60 kg N, 30 kg P, y 50 kg K ha<sup>-1</sup> al suelo + 1 l ha<sup>-1</sup> de foliar. Según estos datos, este tratamiento rindió 63% más que el tratamiento 1 (testigo absoluto), donde no se aplicó ningún fertilizante y 32% más que el tratamiento 8 (testigo modal del agricultor) el cual consistió en fertilizar con 97.5 kg ha<sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio.

En la Figura 1, obsérvese las barras que representan el rendimiento de los tratamientos evaluados.

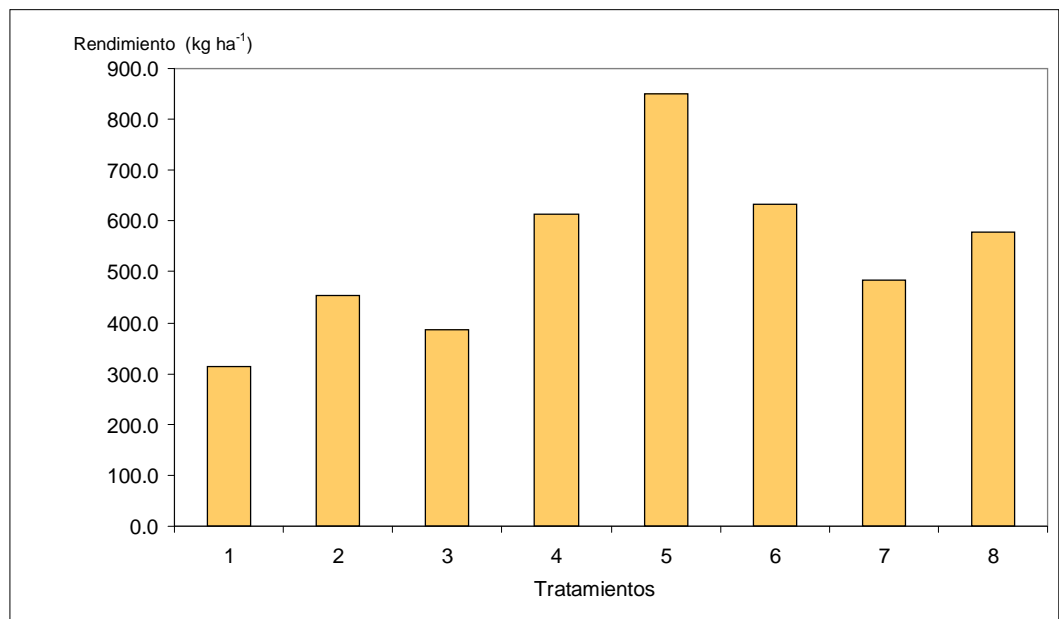


Figura 1 Rendimientos del ajonjolí (kg ha<sup>-1</sup>) según los tratamientos, en la aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

Según la Figura 1, los niveles de foliar utilizados tuvieron un comportamiento interesante. En el tratamiento 3 que consistió en la aplicación de foliar 2 l ha<sup>-1</sup> el rendimiento fue 14.7% menos que el tratamiento 2, foliar 1 l ha<sup>-1</sup>. La tendencia se acentuó en el tratamiento 6 donde el rendimiento fue 25.6% menor que el tratamiento 5, en este caso ambos tratamientos tuvieron 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> al suelo, pero al tratamiento cinco se le aplicó 1 l ha<sup>-1</sup> y al seis 2 l ha<sup>-1</sup> de foliar. Esto significa que cuando se duplicó la dosis de foliar el rendimiento ya no aumentó, sino disminuyó. Esta disminución pudo ser causada por la adición de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn vía foliar, pues ya se encontraban en cantidades adecuadas en el suelo del experimento, según el análisis del laboratorio de suelos (Ver Cuadro 4), lo cual pudo haber provocado algún antagonismo. Morán (1988), reportó un descenso de 8% en el rendimiento al aplicar 3 l ha<sup>-1</sup> de 48-48-48 NPK + micronutrientes vía foliar en relación a la aplicación de 2 l ha<sup>-1</sup> de la misma fórmula foliar.

Para poder comparar los tratamientos entre si y por grupos arreglados convenientemente para satisfacer las interrogantes que motivaron el presente estudio, se procedió al análisis ortogonal de siete contrastes, y su ANDEVA aparece en el Cuadro 8. Se observa que los contrastes 1 y 2 no mostraron diferencia estadística. Estos resultados difieren con los reportados por Moran (1998), quien reportó que al aplicar 2 l ha<sup>-1</sup> 32-32-32 NPK + micronutrientes foliares obtuvo un rendimiento hasta 53% más que el testigo absoluto. Gráficamente (Figura 1) pudo verse la tendencia de un leve aumento del rendimiento cuando se aplicó un litro ha<sup>-1</sup> de foliar (tratamiento 2), aunque no fue significativo. Notese que el mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento 5,

Cuadro 8 Análisis de varianza (ANDEVA) de los contrastes ortogonales para la variable rendimiento de ajonjolí (*S. indicum* L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

#	Fuentes de Variación Descripción	GL	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada	
						0.05	0.01
Contraste 1	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 1 $\ell$ $\text{ha}^{-1}$ (Tratamiento 2).	1	40138.89	40138.89	1.534 NS	4.32	8.02
Contraste 2	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 2 $\ell$ $\text{ha}^{-1}$ (Tratamiento 3).	1	11139.16	11139.16	0.426 NS	4.32	8.02
Contraste 3	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K $\text{ha}^{-1}$ (Tratamiento 4).	1	180444.72	180444.72	6.898 *	4.32	8.02
Contraste 4	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Testigo modal 97.5 kg $\text{ha}^{-1}$ de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8).	1	141827.43	141827.43	5.422 *	4.32	8.02
Contraste 5	Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K $\text{ha}^{-1}$ (Tratamiento 4) Vrs. Testigo modal 97.5 kg $\text{ha}^{-1}$ de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8).	1	2322.09	2322.09	0.089 NS	4.32	8.02
Contraste 6	Sin fertilizante (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 1 $\ell$ $\text{ha}^{-1}$ aplicado al tronco (Tratamiento 7).	1	57925.99	57925.99	2.214 NS	4.32	8.02
Contraste 7	Foliar aplicado a 1 y 2 $\ell$ $\text{ha}^{-1}$ (Tratamientos 2 y 3) Vrs. Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K $\text{ha}^{-1}$ (Tratamiento 4).	1	98531.69	98531.69	3.767 NS	4.32	8.02

NS = No significativo \* = Significancia  $P \leq 0.05$

En los contrastes 3 y 4 el tratamiento 1 se comparó con las aplicaciones de fertilizantes al suelo de los tratamientos 4 y 8 (60 kg N, 30 kg P, 50 kg K  $\text{ha}^{-1}$  y 97.5 kg  $\text{ha}^{-1}$  de sulfato de amonio, respectivamente) encontrándose diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) parecido a lo descrito por Hidalgo (2000), quien reportó que en la evaluación de seis niveles de fertilizante granulado al suelo, realizado por el ICTA en La Máquina, Suchitupéquez en 1977, la fertilización con nitrógeno y fósforo incrementó los rendimientos en la variedad Maporal y aunque no indicó los porcentajes de incremento, los mayores rendimientos se obtuvieron con 90 kg de N y 60 kg de P  $\text{ha}^{-1}$ . Se pudo notar que el sulfato de amonio a 97.5 kg  $\text{ha}^{-1}$  provocó igual respuesta que la mezcla de 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K  $\text{ha}^{-1}$ , esto pudo haberse dado porque el suelo contenía suficiente cantidad de fósforo y potasio, según el análisis del suelo y al aplicar el sulfato de amonio el tratamiento completó los tres macronutrientes NPK.

También Lemus (1980), encontró que al aplicar 90, 60 y 30 kg de N  $\text{ha}^{-1}$  en dos localidades obtuvo en una 37% y en la otra 61% más rendimiento en relación al testigo absoluto en suelos arcillosos de San Manuel Chaparrón, Jalapa. Sin embargo, en evaluaciones que realizó el ICTA en el parcelamiento La Blanca, Ocosingo, San Marcos, en 1978, el rendimiento no aumentó en respuesta a la aplicación de cinco niveles (0, 25, 50, 75 y 100 kg  $\text{ha}^{-1}$ ) de nitrógeno utilizando la variedad Aceitera.

También Barrera (1981), en su tesis de grado concluyó que no hubo respuesta del rendimiento de grano a la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

El contraste 5 mostró que no hubo diferencia estadística cuando se comparó la aplicación de fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> (Tratamiento 4) contra el testigo modal 97.5 kg ha<sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8). Esto significa que el rendimiento obtenido con la mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> fue estadísticamente igual al rendimiento del sulfato de amonio que los agricultores de la zona ya utilizan.

En el contraste 6 tampoco hubo diferencias cuando se comparó el rendimiento obtenido sin fertilizar (tratamiento 1) contra la aplicación foliar aplicado al tronco con una dosis de 1 l ha<sup>-1</sup>. En la Gráfica 1 puede observarse que hubo tendencia a aumento en el rendimiento. Por último, en el contraste 7 se comparó el foliar aplicado en dosis de 1 y 2 l ha<sup>-1</sup> (Tratamientos 2 y 3) contra el fertilizante aplicado al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> (Tratamiento 4) y no reveló diferencias.

Se realizó el análisis de los factores y sus interacciones (tratamientos del 1 al 6) para saber cuál factor provocó el aumento del rendimiento observado o si hubo alguna interacción entre ellos. Cuadro 9

Cuadro 9 Análisis de los factores A, B y su interacción AxB en el rendimiento del cultivo de ajonjolí (*S. indicum* L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

FUENTES DE VARIACION	GL	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada	
					0.05	0.01
Bloques	3	174159.50	58053.17	2.07 NS	3.29	5.42
Tratamientos	5	771399.50	154279.90	5.49 **	2.90	4.56
Factor A Fertilizante foliar	2	155737.75	77868.88	2.77 NS	3.68	6.36
Factor B Fertilizante al suelo	1	592204.17	592204.17	21.08 **	4.54	8.68
Interacción A x B	2	23457.58	11728.79	0.42 NS	3.68	6.36
Error	15	421467.50	28097.83			
Total	28	1367026.50				

CV = 31% \*\* = Altamente significativo P<0.01 NS = No significativo

El análisis del Cuadro 9 indica que hubo diferencia altamente significativa P<0.01 y 0.05 entre los tratamientos. Al desglosar los efectos factoriales se notó que el factor que influyó para esta significancia fue el B, fertilizante al suelo, que tuvo dos niveles, 0 y 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup>, correspondiente al tratamiento 4. Si el primer nivel representó la ausencia de fertilizante y el segundo la mezcla indicada, se concluyó que era innecesario realizar la prueba de medias de Tukey que se había planeado. El efecto del fertilizante foliar y la interacción no tuvieron influencia en el resultado obtenido. Sin embargo en el Cuadro 7 se observó que el mayor rendimiento correspondió al tratamiento 5, 60 kg N, 30 kg P, 50 K kg ha<sup>-1</sup> al suelo + 1 l ha<sup>-1</sup> foliar, aquí el efecto de foliar 1 ha<sup>-1</sup> fue aditivo, ya que no hubo interacción entre factores.

## 5.2 Altura de plantas

A continuación se presentan los promedios de la altura de plantas de ajonjolí (en centímetros) como respuesta a los 8 tratamientos bajo estudio. (Ver Cuadro 10)



Cuadro 10 Resumen de la altura de planta (cm) de ajonjolí (*S. indicum* L), bajo diferentes tratamientos de fertilización en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

TRATAMIENTO		Altura promedio de planta (cm)
No.	DESCRIPCION	
1	0 fertilizante al suelo + 0 foliar	156
2	0 fertilizante al suelo + 1 $\ell$ ha <sup>-1</sup> foliar	154
3	0 fertilizante al suelo + 2 $\ell$ ha <sup>-1</sup> foliar	154
4	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 0 foliar	165
5	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 1 $\ell$ ha <sup>-1</sup> foliar	156
6	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 2 $\ell$ ha <sup>-1</sup> foliar	163
7	Foliar aplicado al tronco 1 $\ell$ ha <sup>-1</sup>	158
8	Testigo modal	150

El tratamiento 4 donde se aplicó 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> al suelo + 0 foliar superó a todos los tratamientos. La menor altura de plantas correspondió al tratamiento 8 testigo modal 97.5 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amonio aplicado al suelo.

En la Figura 2 puede observarse el comportamiento de los distintos tratamientos bajo estudio.

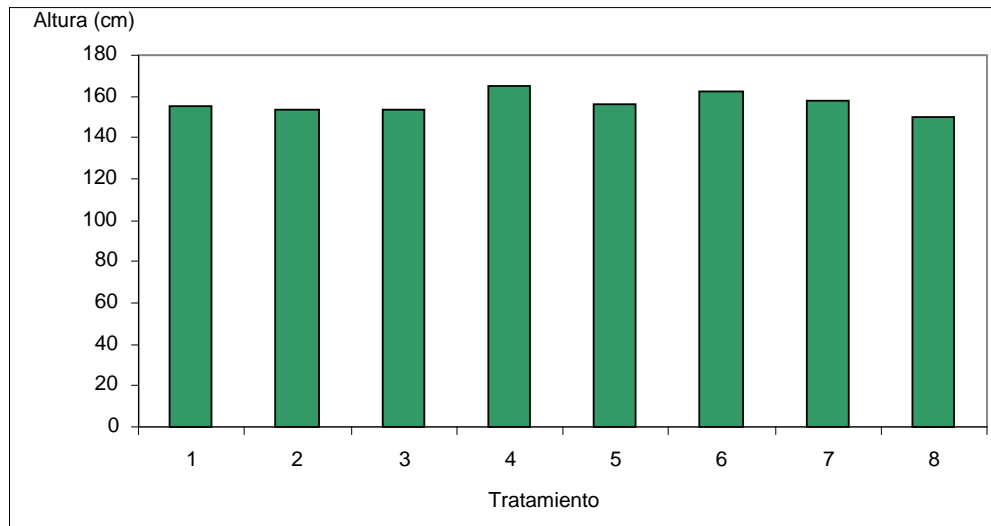


Figura 2 Altura de plantas de ajonjolí (cm) bajo 8 diferentes tratamientos de fertilización en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

La mayor altura correspondió al tratamiento 4, en el cual se aplicaron únicamente 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> al suelo y la menor al tratamiento 8, que consistió en 97.5 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amonio aplicado al suelo. El tratamiento 4 superó por un 5% al

tratamiento 1 donde no se aplicó ningún fertilizante y por un 9% al tratamiento 8, que representó al testigo modal.

Es importante también observar que la altura de plantas cuando no se aplicó ningún fertilizante (tratamiento 1) fue ligeramente superior que cuando se aplicó foliar (tratamientos 2 y 3) y cuando se aplicó el sulfato de amonio (tratamiento 8), y fue igual incluso cuando se aplicó 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> al suelo + 1 l ha<sup>-1</sup> foliar.

En esta variable el tratamiento 5 que consistió en aplicar 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> al suelo + 1 l ha<sup>-1</sup> foliar no tuvo el mismo efecto que en el rendimiento, donde fue el que provocó la mayor respuesta.

Para poder comparar los tratamientos entre si y por grupos arreglados convenientemente para satisfacer las interrogantes que motivaron el presente estudio, se formularon los siete contrastes ortogonales que aparecen en el Cuadro 11.

Cuadro 11 Análisis de varianza (ANDEVA) de los contrastes ortogonales para la variable altura de plantas de ajonjolí (*S. indicum* L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

#	FUENTES DE VARIACION Descripción	GL	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada	
						0.05	0.01
Contraste 1	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 1 l ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 2).	1	8.00	8.00	0.204 NS	4.32	8.02
Contraste 2	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 2 l ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 3).	1	7.35	7.35	0.187 NS	4.32	8.02
Contraste 3	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4).	1	166.53	166.53	4.237 NS	4.32	8.02
Contraste 4	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Testigo modal 97.5 kg ha <sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8).	1	60.50	60.50	1.539 NS	4.32	8.02
Contraste 5	Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4) Vrs. Testigo modal 97.5 kg ha <sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8).	1	427.78	427.78	10.884 **	4.32	8.02
Contraste 6	Sin fertilizante (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 1 l ha <sup>-1</sup> aplicado al tronco (Tratamiento 7).	1	10.89	10.89	0.277 NS	4.32	8.02
Contraste 7	Foliar aplicado a 1 y 2 l ha <sup>-1</sup> (Tratamientos 2 y 3) Vrs. Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4).	1	327.57	327.57	8.334 **	4.32	8.02

NS = No significativo \*\* = Significancia P<0.01

El Contraste 5 comparó el fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> (Tratamiento 4) versus Testigo modal 97.5 kg ha<sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8), si hubo diferencia significativa en la altura de planta entre los dos tratamientos, siendo superior el 4.

El Contraste 7 se formuló para comparar el subgrupo foliar aplicado a 1 y 2 l ha<sup>-1</sup> (Tratamientos 2 y 3) Vrs. Fertilizante aplicado al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> (Tratamiento 4). El resultado indico diferencias estadísticas (P<0.01) en la

altura de los tratamientos comparados. En la Figura 2 puede verse que la diferencia observada fue a favor de la mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> aplicada al suelo. (Tratamiento 4).

Moran (1988), reportó que en su investigación utilizando la variedad ICTA R-198, ningún tratamiento de fertilización aumentó la altura de planta. En lugar de ello fue el testigo absoluto el que produjo la mayor altura, habiendo sido superior en un 5% sobre el tratamiento que produjo la menor altura. Sin embargo, esta diferencia no fue significativa.

Barrera (1981), concluyó que en cuatro variedades de ajonjolí probadas en dos localidades distintas, no hubo respuesta a la aplicación de nitrógeno con los niveles 0, 30, 60 y 90 kg ha<sup>-1</sup> en cuanto a aumentar la altura de las plantas.

Lemus (1980), reportó que empleando la variedad Maporal y fertilizante a 120-80-30 kg ha<sup>-1</sup> de NPK obtuvo 18% más altura de planta que con el testigo absoluto. Sin embargo, llegó a la conclusión de que este aumento en la altura no se tradujo en un aumento en el rendimiento.

Para determinar el efecto de los factores bajo estudio se realizó el análisis de varianza de la matriz factorial (Ver Cuadro 12)

Cuadro 12 Análisis de varianza (ANDEVA) de los factores A, B y su interacción A x B sobre la altura de plantas de ajonjolí (*S. indicum* L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

FUENTES DE VARIACION	GL	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada	
					0.05	0.01
Bloques	3	309.56	103.19	2.81 NS	3.29	5.42
Tratamientos	5	458.05	91.61	2.50 NS	2.90	4.56
Factor A Fertilizante foliar	2	118.24	59.12	1.61 NS	3.68	6.36
Factor B Fertilizante al suelo	1	280.17	280.17	7.64 *	4.54	8.68
Interacción A x B	2	59.65	29.82	0.81 NS	3.68	6.36
Error	15	550.38	36.69			
Total	28	1318.00				

NS = No significativo

\* = Significancia P<0.05

El Cuadro 12 muestra el ANDEVA factorial donde se muestra que las diferencias de altura observada se debieron exclusivamente al factor B, este factor tuvo solo dos niveles, el primero sin aplicación y el segundo con mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup>, por lo tanto no se consideró necesario realizar la prueba de medias. El análisis no reveló interacción de los factores.

### 5.3 Número de cápsulas por planta

A continuación se presentan los promedios de los datos de campo para la variable número de cápsulas por planta de ajonjolí, como respuesta a los 8 tratamientos bajo estudio (Ver Cuadro 13)

Cuadro 13 Resumen del número de cápsulas por planta de ajonjolí (*S. indicum* L) bajo diferentes tratamientos de fertilización en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

TRATAMIENTO		PROMEDIO
No.	DESCRIPCION	
1	0 fertilizante al suelo + 0 foliar	39
2	0 fertilizante al suelo + 1 ℓ ha <sup>-1</sup> foliar	38
3	0 fertilizante al suelo + 2 ℓ ha <sup>-1</sup> foliar	41
4	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 0 foliar	45
5	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 1 ℓ ha <sup>-1</sup> foliar	51
6	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 2 ℓ ha <sup>-1</sup> foliar	51
7	Foliar aplicado al tronco 1 ℓ ha <sup>-1</sup>	36
8	Testigo modal	40

Obsérvese que el mayor número de cápsulas por planta correspondió a los tratamientos 5 y 6 donde se aplicaron 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> al suelo + 1 ℓ ha<sup>-1</sup> foliar y 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> al suelo + 2 ℓ ha<sup>-1</sup>. El menor número de cápsulas correspondió al tratamiento 7 donde se aplicó foliar 1 ℓ ha<sup>-1</sup> al tronco.

En la Figura 3 puede observarse el comportamiento de los distintos tratamientos bajo estudio.

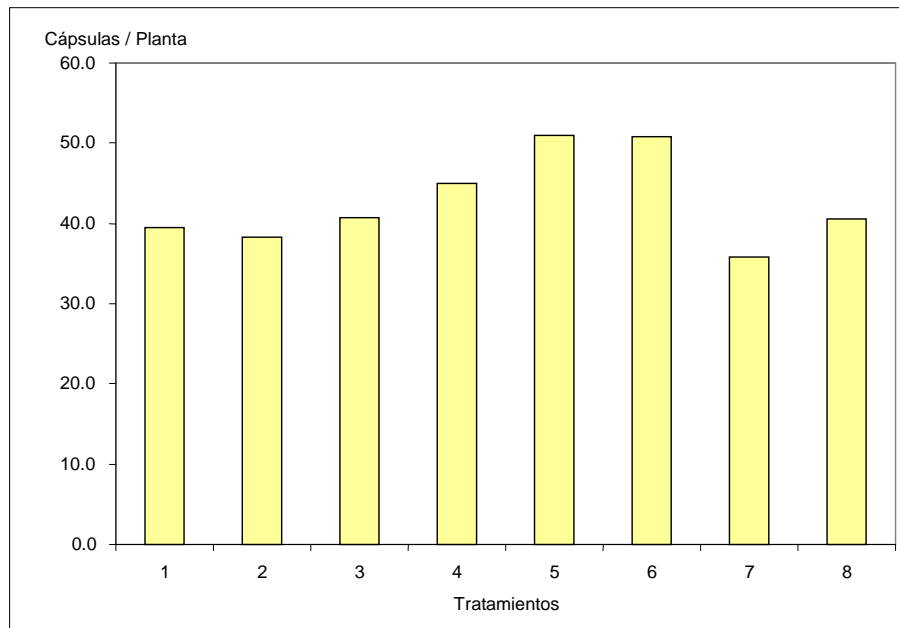


Figura 3 Comportamiento de la variable número de cápsulas por planta de ajonjolí (*S. indicum* L), bajo diferentes tratamientos de fertilización en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

Puede verse que los tratamientos manifestaron un comportamiento bastante uniforme. Según se observa el tratamiento que tuvo el menor número de cápsulas por planta fue

el 7, donde se aplicó foliar 1 l ha<sup>-1</sup> al tronco. Los tratamientos 5 y 6 obtuvieron igual número de cápsulas.

Para poder comparar los tratamientos entre si y por grupos arreglados convenientemente para satisfacer las interrogantes que motivaron el presente estudio, se formularon los siete contrastes ortogonales que aparecen en el Cuadro 14. Puede verse que no hubo diferencias estadísticas en ninguna comparación ortogonal.

Cuadro 14 Análisis de varianza (ANDEVA) de los contrastes ortogonales para la variable número de cápsulas por planta de ajonjolí (*S. indicum* L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

FUENTES DE VARIACION #	Descripción	GL	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada	
						0.05	0.01
Contraste 1	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 1 l ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 2).	1	3.13	3.13	0.031 NS	4.32	8.02
Contraste 2	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 2 l ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 3).	1	3.34	3.34	0.033 NS	4.32	8.02
Contraste 3	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4).	1	61.42	61.42	0.614 NS	4.32	8.02
Contraste 4	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Testigo modal 97.5 kg ha <sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8).	1	2.53	2.53	0.025 NS	4.32	8.02
Contraste 5	Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4) Vrs. Testigo modal 97.5 kg ha <sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8).	1	39.01	39.01	0.390 NS	4.32	8.02
Contraste 6	Sin fertilizante (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 1 l ha <sup>-1</sup> aplicado al tronco (Tratamiento 7).	1	26.28	26.28	0.263 NS	4.32	8.02
Contraste 7	Foliar aplicado a 1 y 2 l ha <sup>-1</sup> (Tratamientos 2 y 3) Vrs. Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4).	1	81.28	81.28	0.813 NS	4.32	8.02

\* = Significativo a P<0.05. NS = No significativo

En el Cuadro 14 puede verse que no hubo diferencia estadística en ninguna comparación ortogonal.

Cuadro 15 Análisis de varianza (ANDEVA) de los factores A, B y su interacción A x B sobre el número de cápsulas por planta de ajonjolí (*S. indicum* L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

FUENTES DE VARIACION	GL	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada	
					0.05	0.01
Bloques	3	1066.82	355.61	5.00 *	3.29	5.42
Tratamientos	5	640.27	128.05	1.80 NS	2.9	4.56
Factor A Fertilización foliar	2	51.60	25.80	0.36 NS	3.68	6.36
Factor B Fertilización al suelo	1	535.19	535.19	7.52 *	4.54	8.68
Interacción factores A x B	2	53.49	26.74	0.38 NS	3.68	6.36
Error	15	1066.94	71.13			
Total	28	2774.04				

\* = Significativo a  $P < 0.05$  NS = No significativo

El análisis solo incluye los tratamientos de la parte factorial donde se encontró significancia ( $P < 0.05$ ) debida a la aplicación de fertilizantes granulados al suelo. Como este factor solo contó con dos niveles, sin aplicación y con aplicación de 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K  $ha^{-1}$  al suelo, fue innecesario realizar la prueba de medias de Tukey pues corresponde al tratamiento 4. Tampoco existió interacción de los factores.

#### 5.4 Peso de 1000 granos o semillas (en g)

Los promedios de los distintos tratamientos para la variable peso de 1,000 granos pueden observarse en el Cuadro 16.

Cuadro 16 Resumen del peso de 1,000 granos (g) de ajonjolí bajo diferentes tratamientos de fertilización en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

TRATAMIENTO		Peso Promedio 1000 semillas (g)
No.	DESCRIPCION	
1	0 fertilizante al suelo + 0 foliar	3.00
2	0 fertilizante al suelo + 1 $l\ ha^{-1}$ foliar	3.25
3	0 fertilizante al suelo + 2 $l\ ha^{-1}$ foliar	3.50
4	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K $ha^{-1}$ al suelo + 0 foliar	3.00
5	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K $ha^{-1}$ al suelo + 1 $l\ ha^{-1}$ foliar	3.25
6	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K $ha^{-1}$ al suelo + 2 $l\ ha^{-1}$ foliar	3.25
7	Foliar aplicado al tronco 1 $l\ ha^{-1}$	3.00
8	Testigo modal	3.75

Nótese que el mayor peso correspondió al tratamiento 8 testigo modal en el cual se aplicaron 97.5 kg  $ha^{-1}$  de sulfato de amonio y el menor peso fue igual para los tratamientos 1, 4 y 7. El tratamiento 1 fue el testigo absoluto, el número 4 consistió en

aplicar 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> al suelo y en el número 7 se aplicó foliar 1 l ha<sup>-1</sup> al tronco.

La Figura 4 presenta la comparación visual del comportamiento de los ocho tratamientos sobre la variable en estudio.

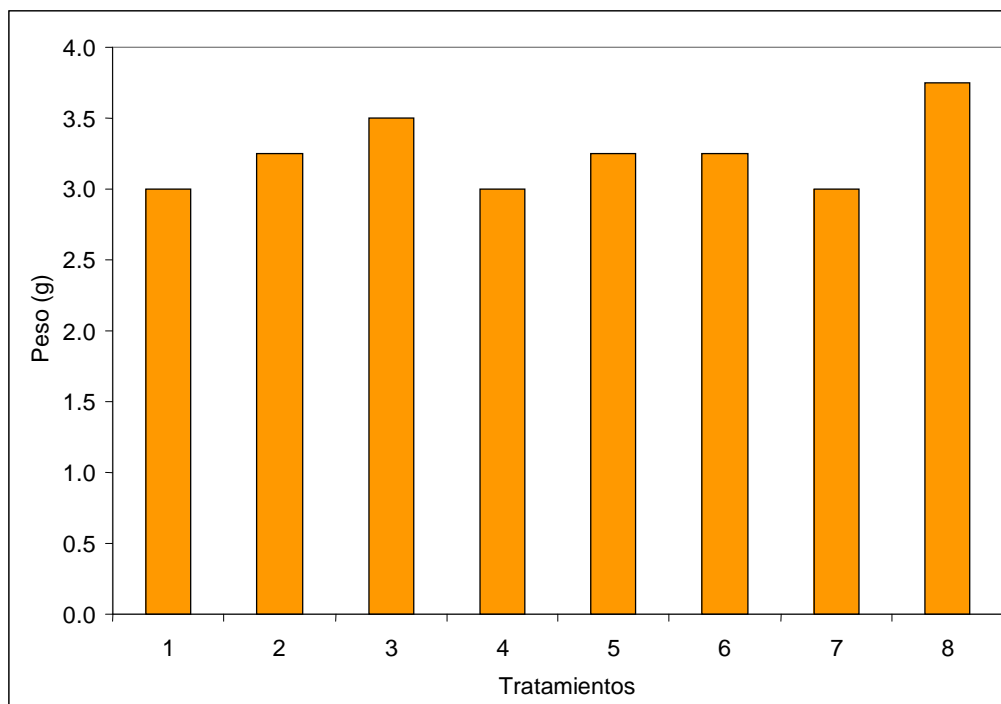


Figura 4. Comportamiento de la variable peso de 1,000 granos (g) de ajonjolí bajo diferentes tratamientos de fertilización en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

Véase cómo el tratamiento 8, testigo modal 97.5 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amonio, fue superior a todos los demás. Es notorio también lo ocurrido con los tratamientos 4 y 5, que para esta variable fueron los que menos respuesta mostraron.

La diferencia entre el tratamiento que más peso provocó y los tratamientos 1, 4 y 7 (los de menores efectos) fue de 20%.

El análisis de los contrastes ortogonales para la variable peso de 1,000 granos puede examinarse en el Cuadro 17.

Cuadro 17 Análisis de varianza (ANDEVA) de los contrastes ortogonales para la variable peso de 1,000 granos de ajonjolí (*S. indicum* L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

#	Fuentes de Variación Descripción	GL	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada	
						0.05	0.01
Contraste 1	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 1 l ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 2).	1	0.13	0.13	0.700 NS	4.32	8.02
Contraste 2	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 2 l ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 3).	1	0.50	0.50	2.800 NS	4.32	8.02
Contraste 3	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4).	1	0.00	0.00	0.000 NS	4.32	8.02
Contraste 4	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Testigo modal 97.5 kg ha <sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8).	1	1.13	1.13	6.300 *	4.32	8.02
Contraste 5	Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4) Vrs. Testigo modal 97.5 kg ha <sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8).	1	1.13	1.13	6.300 *	4.32	8.02
Contraste 6	Sin fertilizante (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 1 l ha <sup>-1</sup> aplicado al tronco (Tratamiento 7).	1	0.00	0.00	0.000 NS	4.32	8.02
Contraste 7	Foliar aplicado a 1 y 2 l ha <sup>-1</sup> (Tratamientos 2 y 3) Vrs. Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4).	1	0.38	0.38	2.100 NS	4.32	8.02

\* = Significancia estadística P<0.05 NS = No significativo

El Contraste 1 comparó el tratamiento 1 (sin fertilizantes) versus el tratamiento 2 foliar 1 l ha<sup>-1</sup>. En este caso no hubo efecto del fertilizante foliar con esta dosis.

El Contraste 2 fue similar al 1, solamente que el foliar se aplicó a 2 l ha<sup>-1</sup>. El resultado mostró que tampoco a doble dosis hubo efecto del fertilizante foliar sobre la variable estudiada.

En el Contraste 3 se comparó la aplicación al suelo de 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> (Tratamiento 4), contra la ausencia de fertilización (Tratamiento 1). El resultado mostró que ambos tratamientos se comportaron igual. No hubo diferencia al aplicar el fertilizante al suelo.

En el Contraste 4 se comparó la ausencia de fertilizantes (Tratamiento 1) contra el testigo modal 97.5 kg ha<sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8). En este caso hubo diferencia significativa (P<0.05). La aplicación de sulfato de amonio provocó un aumento en el peso del grano de ajonjolí en comparación con la no aplicación de fertilizantes.

El Contraste 5 sirvió para realizar la comparación entre el fertilizante aplicado al suelo mezcla 60 kgha<sup>-1</sup> N, 30 kgha<sup>-1</sup> P, 50 kgha<sup>-1</sup> K (Tratamiento 4) contra el testigo modal 97.5 kg ha<sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8). En este caso también hubo diferencia significativa (P<0.05). La aplicación de sulfato de amonio provocó un aumento en el peso del grano de ajonjolí al compararlo con la aplicación de NPK en la dosis ya indicada.



En el contraste 6 al comparar la ausencia de fertilizantes (Tratamiento 1) contra foliar 1 l ha<sup>-1</sup> aplicado al tronco (Tratamiento 7) no se encontró diferencia. La aplicación de foliar al tronco no produjo efecto alguno sobre el peso del grano de ajonjolí.

Por último, en el Contraste 7 se comparó foliar aplicado a 1 y 2 l ha<sup>-1</sup> (Tratamientos 2 y 3) contra fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha<sup>-1</sup> (Tratamiento 4). El resultado no mostró diferencia entre los dos tipos de fertilización, ambas afectaron igualmente la variable estudiada.

Para determinar las variaciones debida a los factores evaluados se elaboró el Cuadro 18 que contiene el análisis de varianza de los factores y su interacción (del tratamiento 1 al 6).

Cuadro 18 Análisis de varianza (ANDEVA) de los factores A, B y su interacción A x B para la variable peso de 1,000 granos de ajonjolí (*S. indicum* L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

FUENTES DE VARIACION	GL	Sumas de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada	
					0.05	0.01
Bloques	3	4.46	1.49	7.99 **	3.29	5.42
Tratamientos	5	0.71	0.14	0.76 NS	2.9	4.56
Factor A Fertilizante foliar	2	0.58	0.29	1.57 NS	3.68	6.36
Factor B Fertilizante al suelo	1	0.04	0.04	0.22 NS	4.54	8.68
Interacción A x B	2	0.08	0.04	0.22 NS	3.68	6.36
Error	15	2.79	0.19			
Total	28	7.96				

\*\* = Significativo a P<0.01 NS = No significativo

El resultado del análisis factorial no reveló diferencias entre los tratamientos, ni el factor A, ni el factor B, ni su interacción tuvieron efecto significativo sobre la variable peso de 1,000 granos. Este resultado confirma el resultado de los contrastes ortogonales. En los contrastes se encontró que solamente el tratamiento 8 tuvo efecto sobre la variable estudiada. En el análisis factorial solamente se estudió el efecto de los tratamientos 1 al 6, y de estos, ninguno resultó significativo.

### 5.5 Análisis financiero

En el Cuadro 19 se presenta un resumen del análisis de rentabilidad de los ocho tratamientos bajo estudio. El análisis detallado para cada tratamiento puede verse del cuadro 25 al 32 en el Anexo 4.

Cuadro 19 Resumen del análisis de financiero para 8 diferentes tratamientos de fertilización en el cultivo de ajonjolí (*S. indicum* L). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

#	Descripción	Rend. (kg ha <sup>-1</sup> )	Costo Producción (Q ha <sup>-1</sup> )	Ingreso Bruto (Q ha <sup>-1</sup> )	Ingreso Neto (Q ha <sup>-1</sup> )	Renta-Bilidad (%)
1	0 fertilizante al suelo + 0 foliar	313.0	1571.12	1378.52	-192.60	NR
2	0 fertilizante al suelo + 1 ℓ ha <sup>-1</sup> foliar	454.6	1755.12	1999.80	244.68	13.9
3	0 fertilizante al suelo + 2 ℓ ha <sup>-1</sup> foliar	387.6	1804.12	1706.32	-97.80	NR
4	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 0 foliar	613.3	2344.92	2699.40	354.48	15.1
5	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 1 ℓ ha <sup>-1</sup> foliar	851.3	2528.92	3745.72	1216.80	48.1
6	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 2 ℓ ha <sup>-1</sup> foliar	633.0	2577.92	2786.52	208.60	8.0
7	Foliar aplicado al tronco 1 ℓ ha <sup>-1</sup>	483.1	1755.12	2125.20	370.08	21.0
8	Testigo modal del área	579.3	1966.08	2548.92	582.84	29.6

NR = No rentable

En el Cuadro 19 se observa que la mayor rentabilidad fue de 48% y correspondió al tratamiento 5, donde se aplicó al suelo 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K + 1 ℓ ha<sup>-1</sup> foliar. El tratamiento 8 testigo modal, que consistió en aplicar 97.5 kg ha<sup>-1</sup> sulfato de amonio, obtuvo 29.6%. La rentabilidad se redujo hasta llegar a una pérdida de 12% en el tratamiento 1, testigo absoluto. De no aplicar fertilizantes el cultivo producirá pérdidas.

La Figura 5 ilustra el comportamiento de la rentabilidad en cada tratamiento bajo estudio.

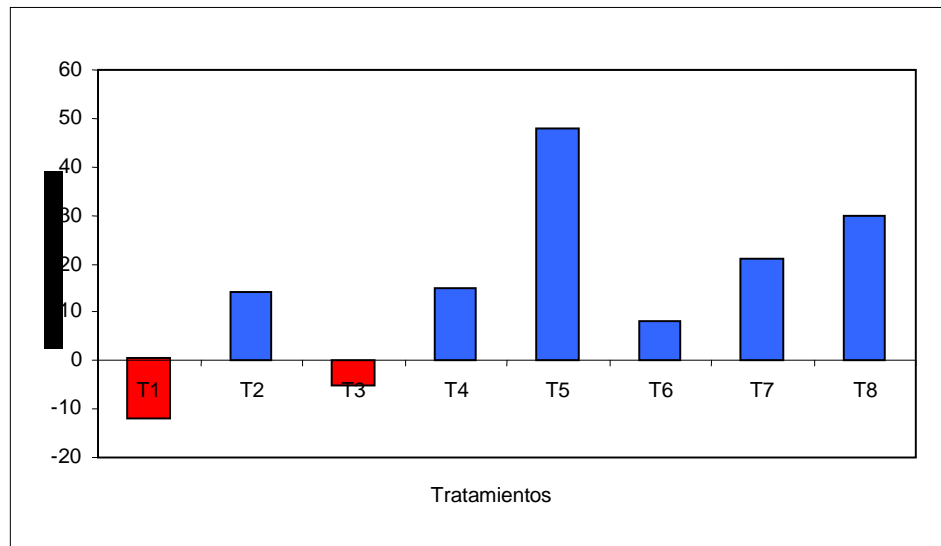


Figura 5 Porcentajes de rentabilidad de ocho tratamientos de fertilización en el cultivo de ajonjolí en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

## **VI. Conclusiones**

1. La aplicación de fertilizante foliar, en cualquiera de las dosis evaluadas, no afectó significativamente el rendimiento de grano, la altura de planta, el número de cápsulas por planta y el peso de 1000 granos, en ajonjolí variedad ICTA R-198. Se rechaza la primera hipótesis.
2. La aplicación de fertilizante al suelo, en las cantidades de 60, 30 y 50 kg de N, P y K por hectárea y 97.5 kg de sulfato de amonio afectaron positivamente el rendimiento de grano de ajonjolí. La altura de planta y el número de cápsulas/planta fueron afectados por el primero de los tratamientos mencionados, y el peso de 1000 granos por el segundo de ellos. Se acepta la segunda hipótesis.
3. El análisis no reveló efecto de la interacción de los factores sobre ninguna de las variables estudiadas. Se rechaza la tercera hipótesis.
4. Para las condiciones de suelo y clima en que se condujo la investigación resulta más rentable producir ajonjolí variedad ICTA R-198 aplicando al suelo 60, 30 y 50 kg de N, P y K por hectárea y complementar con un litro por hectárea de fertilizante foliar (20 – 20 – 20 N-P-K + micronutrientes). Como segunda opción se pueden aplicar 97.5 kg de sulfato de amonio por hectárea. Se acepta la cuarta hipótesis.

## **VII. Recomendaciones**

1. No emplear programas de fertilización que consideren únicamente aplicaciones foliares en el cultivo de ajonjolí, pues la fertilización foliar no es rentable, y por si sola no mejora significativamente el rendimiento.
2. De acuerdo a la capacidad financiera del agricultor, es recomendable fertilizar el cultivo de ajonjolí con 60 kg de N, 30 kg de P y 50 kg de K por hectárea; complementar con un litro de fertilizante foliar (20 – 20 – 20 N-P-K + micronutrientes), pues fue el tratamiento que presentó mayor rentabilidad (48%).
3. Si no se cuenta con suficientes recursos para invertir en el tratamiento anterior, se recomienda que el agricultor fertilice el cultivo solamente con sulfato de amonio a  $97.5 \text{ kg K ha}^{-1}$  pues fue el segundo en rentabilidad con 30%.

## VIII. Referencias Bibliográficas

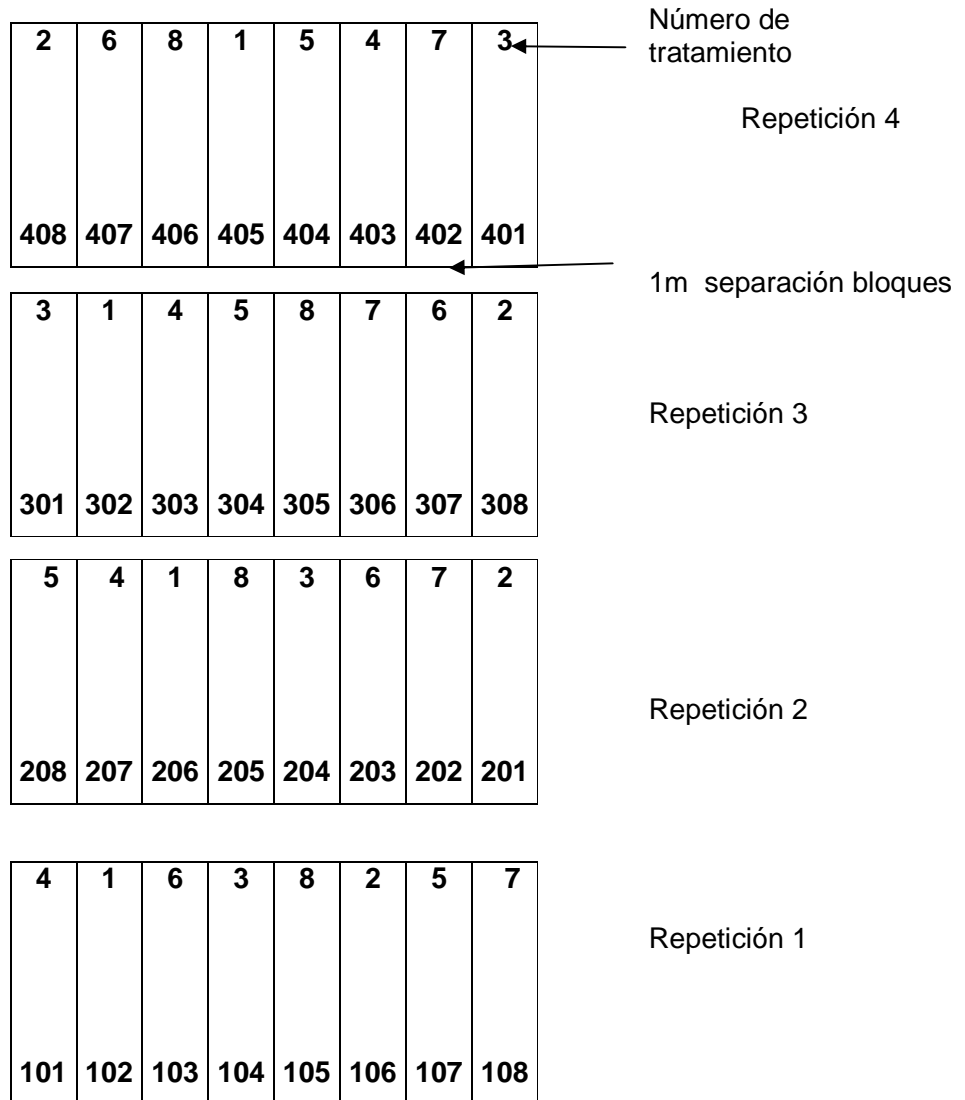
- Alvarado, R. (2004). *Efecto de dos niveles de NPK y fertilizante foliar sobre el rendimiento y calidad del cultivo de maní (Arachis hypogea L.) en el caserío Rama Blanca, Sipacate, La Gomera, Escuintla*. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, U. Rafael Landívar, Guatemala.
- Ballesteros, M. (2004). *Biocombustibles para el transporte*. Departamento de Energías Renovables, CIEMAT. Extraído el 30 de abril, 2006 de [URL:http://www.agroinformacion.com/leer-articulo.aspx?not=131#](http://www.agroinformacion.com/leer-articulo.aspx?not=131#)
- Barrera, L. (1981). *Evaluación de cuatro variedades de ajonjolí (Sesamun indicum L.) y cuatro niveles decrecientes de nitrógeno en el sur del departamento de Retalhuleu*. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- BID-IICA-CONSULPAN. (1972). Fomento del cultivo de ajonjolí en los valles de Comayagua y Jamastran. Tegucigalpa, Honduras. pp. 35, 37, 38, 40, 56.
- Buckman, H.; Brady, N. (1966/1970). *Naturaleza y Propiedades de los suelos*. (1ª Reimpresión). Barcelona: Montaner y Simon, S. A.
- California Fertilizer Association (1995). *Manual de fertilizantes para horticultura*. Soil Improvement Comité. 1ª. Edición en español. Noriega Editores. México.
- Cardona, D. (1990). *Diseño experimental*. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
- Cruz, J.R. De La. (1976). Clasificación de zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. pp. 11-13.
- De León, William A. (2005). Folleto. *Producción de Semillas de Ajonjolí de Calidad*. ICTA-MAGA. CISUR. Guatemala. pp. 4 y 26.
- Donahue, R.; Miller, R.; Shickluna, J. (1990). *Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas*. 4ta. Ed. Prentice Hall. México.
- Escobar, R. (1974). *Investigación sobre la producción y comercialización del cultivo de ajonjolí en Guatemala*. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Hidalgo, I. (2000). *Análisis y priorización de recomendaciones técnicas generadas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- en el cultivo de ajonjolí (Sesamun indicum L.) durante el período de 1975-1996, en cinco parcelamientos agrarios de la costa sur de Guatemala*. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- ICTA (1981). *El Cultivo de Ajonjolí (Sesamum indicum L.)* Manual Técnico. MAGA. INFOAGRO. Guatemala.

- ICTA (1984). ICTA R-198 *Nueva variedad de ajonjolí*. Trifoliar. MAGA. Sector Público Agropecuario y de Alimentación. Guatemala.
- ICTA (1987). Conozca al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA. Publicación miscelánea 20. Nov. 1987. Ed. Luis Manilo Castillo. MAGA. Sector Público Agropecuario y de Alimentación. Guatemala.
- IICA-BID-PROCIANDINO. (1990). VI Curso Corto. *Tecnología de la Producción de ajonjolí*. Editado por B. Ramakrishna. Quito, Ecuador. pp. 1,2,87,117-119.
- INFOAGRO (2005). *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación*. Mapa de Zonas de vida de Holdridge. Extraído el 29 de septiembre, 2005 de URL: [http://200.12.49.225/sig/NOVEDADES/1\\_Atlas2002/archivos%20mapas%20y%20graficos/1%20recursos%20naturales%20y%20ambiente/13%20zonas%20de%20vida/Zona%20de%20vida%20por%20departamento.htm](http://200.12.49.225/sig/NOVEDADES/1_Atlas2002/archivos%20mapas%20y%20graficos/1%20recursos%20naturales%20y%20ambiente/13%20zonas%20de%20vida/Zona%20de%20vida%20por%20departamento.htm)
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. (1978). *Ajonjolí para temporal en Nayarit*. Folleto desplegable. Ed. Samuel Nuño Cueva. Centro de Investigaciones Agrícolas del Pacífico Norte. Nayarit, México.
- Lemus, R. (1980). *Evaluación de 6 niveles de N-P-K, en el cultivo de Ajonjolí (Sesamun indicum L.) en San Manuel Chaparrón, Jalapa*. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Mazzani, B. (1999). *Investigación y Tecnología del Cultivo del Ajonjolí en Venezuela*. CONICIT ISBN 980-6020-54-5 / FUNDACITE ARAGUA ISBN 980-327-509-7. Ediciones del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Extraído el 29 de septiembre, 2005 de URL: <http://ajonjoli.sian.info.ve>
- Mendiburu, F. (2007). *Experimentos Factoriales*. Extraído el 13 de octubre de 2007 de URL: <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~uchr/factoriales.htm>
- Morán, F. (1988). *Evaluación de diferentes niveles de N-P-K aplicados al follaje en ajonjolí (Sesamun indicum L.)*. Trabajo supervisado para optar al título de Técnico Universitario Fitotecnista Especializado en Cultivos, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Orozco, H.; Soto, G.J.; Pérez, O.; Ventura, R.; Recinos, M. (1995) *Estratificación preliminar de la zona de caña de azúcar (Saccharum sp.) en Guatemala con fines de investigación de variedades*. Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Documento Técnico No.6. Escuintla, Guatemala. 33 pp.
- Perfil ambiental de Guatemala, Informe sobre el estado del ambiente y bases para su evaluación sistemática. (2004). Guatemala: *Universidad Rafael Landívar & Instituto de Incidencia Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente*. pp. 68-70, 210.

- Santa María, G. (1970). *Evaluación de material genético de ajonjolí y la factibilidad de su cultivo extensivo en Guatemala*. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Simmons, Ch.; Tarano, J.; Pinto, J.; (1959). Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala. Ed. José de Pineda Ibarra. pp. 305-309, 313-327.
- Sitún, M. (1998). *Investigación Agrícola*. Guía de Estudio. Escuela Nacional Central de Agricultura. Barcenas, Villa Nueva, Guatemala.
- Soberanis, R.A. (2002) *Respuesta del Cultivo de Maní (Arachis hypogea L ) a la fertilización orgánica en San Miguel, Baja Verapaz, Guatemala*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landívar.

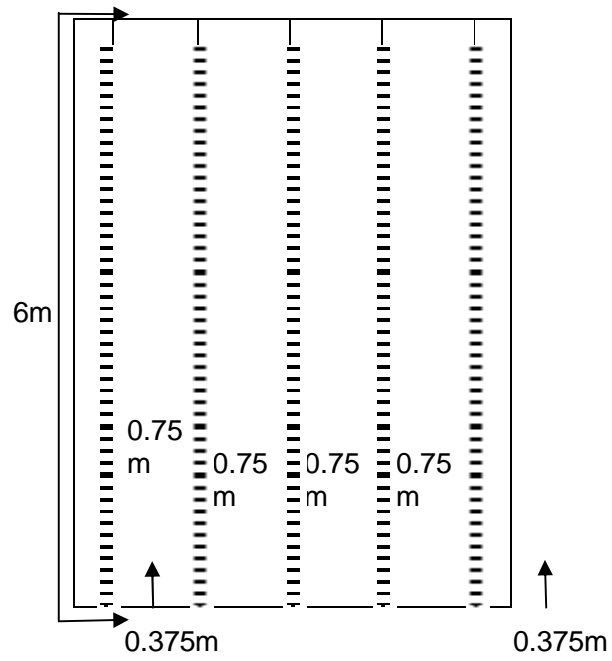
## IX. Anexos

### Anexo 1. Croquis de campo, de parcela bruta y de parcela neta.

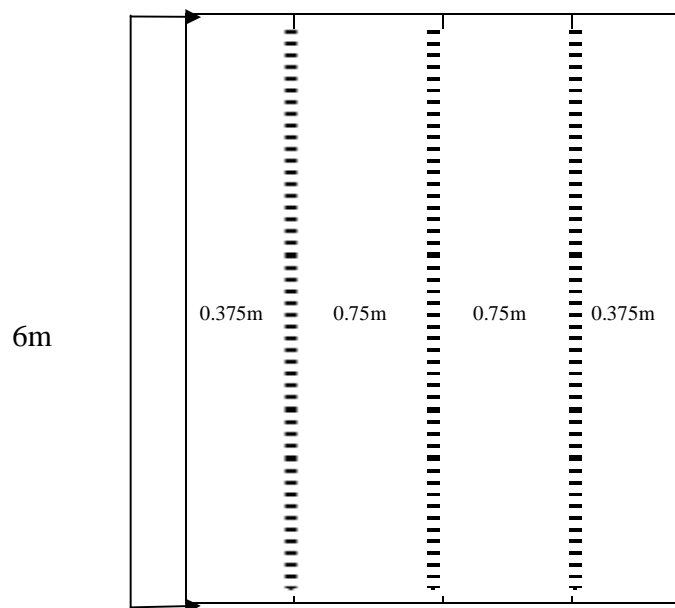


**Figura 6. Croquis de campo.**





**Figura 7. Parcela bruta.**



Surcos que se cosecharon.

**Figura 8. Parcela neta.**

**Anexo 2. Datos de campo por bloque y tratamiento para las variables bajo estudio.**

Cuadro 20 Datos de campo por bloque y tratamiento para la variable rendimiento de ajonjolí en kg ha<sup>-1</sup> en aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

TRATAMIENTO		BLOQUE				SUMAS (TotalesTj)	PROMEDIO (X)
No.	DESCRIPCION	I	II	III	IV		
1	0 fertilizante al suelo + 0 foliar	329	170	336	418	1251.9	313.0
2	0 fertilizante al suelo + 1 l ha <sup>-1</sup> foliar	639	361	441	377	1818.5	454.6
3	0 fertilizante al suelo + 2 l ha <sup>-1</sup> foliar	437	241	443	430	1550.4	387.6
4	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 0 foliar	332	599	725	798	2453.3	613.3
5	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 1 l ha <sup>-1</sup> foliar	1170	705	833	697	3405.2	851.3
6	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 2 l ha <sup>-1</sup> foliar	539	299	839	856	2532	633.0
7	Foliar aplicado al tronco 1 l ha <sup>-1</sup>	464	507	397	564	1933	483.1
8	Testigo modal del área	838	441	422	616	2317	579.3
SUMAS		4747.4	3323.0	4435.6	4755	17261	539.4

Cuadro 21 Datos de campo por bloque y tratamiento para la variable  
 Altura de planta de ajonjolí en cm en aldea El Paredón Buena Vista,  
 La Gomera, Escuintla, 2006.

TRATAMIENTO		BLOQUE				SUMAS (TotalesTj)	PROMEDIO (X)
No.	DESCRIPCION	I	II	III	IV		
1	0 fertilizante al suelo + 0 foliar	163.3	149.0	157.7	152.8	622.8	156
2	0 fertilizante al suelo + 1 l ha <sup>-1</sup> foliar	157.3	150.7	155.5	151.3	614.8	154
3	0 fertilizante al suelo + 2 l ha <sup>-1</sup> foliar	157.2	153.2	157.0	147.8	615.2	154
4	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 0 foliar	165.7	156.0	179.0	158.7	659.3	165
5	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 1 l ha <sup>-1</sup> foliar	146.0	156.0	169.8	152.5	624.3	156
6	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 2 l ha <sup>-1</sup> foliar	166.5	161.0	159.0	164.7	651.2	163
7	Foliar aplicado al tronco 1 l ha <sup>-1</sup>	161.7	166.5	155.7	148.3	632.2	158
8	Testigo modal del área	145.5	148.3	155.7	151.3	600.8	150

Cuadro 22 Datos de campo por bloque y tratamiento para la variable  
 Cápsulas por planta de ajonjolí en aldea El Paredón Buena Vista,  
 La Gomera, Escuintla, 2006.

TRATAMIENTO		BLOQUE				SUMAS (TotalesTj)	PROMEDIO (X)
No.	DESCRIPCION	I	II	III	IV		
1	0 fertilizante al suelo + 0 foliar	62.0	33.8	32.0	30.0	157.8	39.5
2	0 fertilizante al suelo + 1 l ha <sup>-1</sup> foliar	43.3	32.7	33.5	43.3	152.8	38.2
3	0 fertilizante al suelo + 2 l ha <sup>-1</sup> foliar	45.3	41.7	46.7	29.3	163.0	40.8
4	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 0 foliar	54.7	37.3	45.0	43.0	180.0	45.0
5	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 1 l ha <sup>-1</sup> foliar	62.0	44.3	57.3	40.3	204.0	51.0
6	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 2 l ha <sup>-1</sup> foliar	66.0	41.0	35.0	61.0	203.0	50.8
7	Foliar aplicado al tronco 1 l ha <sup>-1</sup>	35.0	51.0	30.7	26.7	143.3	35.8
8	Testigo modal del área	34.3	48.0	30.7	49.3	162.3	40.6

Cuadro 23 Datos de campo por bloque y tratamiento para la variable  
 Peso de 1,000 granos (g) de ajonjolí en aldea El Paredón Buena Vista,  
 La Gomera, Escuintla, 2006.

TRATAMIENTO		BLOQUE				SUMAS (TotalesTj)	PROMEDIO (X)
No.	DESCRIPCION	I	II	III	IV		
1	0 fertilizante al suelo + 0 foliar	2	3	3	4	12.0	3
2	0 fertilizante al suelo + 1 l ha <sup>-1</sup> foliar	3	4	3	3	13.0	3
3	0 fertilizante al suelo + 2 l ha <sup>-1</sup> foliar	3	4	3	4	14.0	4
4	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 0 foliar	2	3	3	4	12.0	3
5	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 1 l ha <sup>-1</sup> foliar	3	3	3	4	13.0	3
6	60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> al suelo + 2 l ha <sup>-1</sup> foliar	3	3	3	4	13.0	3
7	Foliar aplicado al tronco 1 l ha <sup>-1</sup>	3	3	3	3	12.0	3
8	Testigo modal del área	3	4	4	4	15.0	4

### Anexo 3. Matriz de los contrastes ortogonales.

Cuadro 24 Matriz de los contrastes ortogonales utilizados en la investigación.

Número	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Descripción de la comparación
Contraste 1	1	-1	0	0	0	0	0	0	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 1 l ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 2).
Contraste 2	1	0	-1	0	0	0	0	0	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 2 l ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 3).
Contraste 3	1	0	0	-1	0	0	0	0	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4).
Contraste 4	1	0	0	0	0	0	0	-1	Sin fertilizantes (Tratamiento 1) Vrs. Testigo modal 97.5 kg ha <sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8).
Contraste 5	0	0	0	1	0	0	0	-1	Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4) Vrs. Testigo modal 97.5 kg ha <sup>-1</sup> de Sulfato de Amonio (Tratamiento 8).
Contraste 6	1	0	0	0	0	0	-1	0	Sin fertilizante (Tratamiento 1) Vrs. Foliar 1 l ha <sup>-1</sup> aplicado al tronco (Tratamiento 7).
Contraste 7	0	1	1	-2	0	0	0	0	Foliar aplicado a 1 y 2 l ha <sup>-1</sup> (Tratamientos 2 y 3) Vrs. Fertilizante al suelo mezcla 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K ha <sup>-1</sup> (Tratamiento 4).

T1 = Tratamiento 1, T2 = Tratamiento 3, T3 = Tratamiento 3, T4 = Tratamiento 4  
T5 = Tratamiento 5, T6 = Tratamiento 6, T7 = Tratamiento 7, T8 = Tratamiento 8.

#### Anexo 4. Análisis financiero de los tratamientos bajo estudio.

Cuadro 25. Análisis de costos y rentabilidad para 1 hectárea de cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) sin fertilizar (Tratamiento 1). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)
1. RENTA DE LA TIERRA	Hectárea	1	250.00	250.00
2. MANO DE OBRA				1215.00
a) Preparación de la tierra (tractor)	Hectárea	1	300.00	300.00
b) Siembra (tractor)	Hectárea	1	150.00	150.00
c) Aplicación herbicida	Jornal	1	45.00	45.00
d) Limpias	Jornal	8	45.00	360.00
e) Corte y manejoado	Jornal	4	45.00	180.00
f) Aporreo, limpieza y pesado	Jornal	4	45.00	180.00
3. INSUMOS				106.12
a) Semilla de ajonjolí	Kilogramo	4	11.03	44.12
d) Herbicidas Gramoxone	Litro	1	62.00	62.00
COSTO TOTAL POR HECTAREA				1571.12
RENDIMIENTO	kilogramo	313.3	4.400	
INGRESO BRUTO*				1378.52
INGRESO NETO				-192.60
RENTABILIDAD				-12%

\* 45.45 kg = Q. 200.00

Cuadro 26. Análisis de costos y rentabilidad para 1 hectárea de cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) con aplicación de 1 litro de foliar (Tratamiento 2). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)
1. RENTA DE LA TIERRA	Hectárea	1	250.00	250.00
2. MANO DE OBRA				1350.00
a) Preparación de la tierra (tractor)	Hectárea	1	300.00	300.00
b) Siembra (tractor)	Hectárea	1	150.00	150.00
c) Fertilización foliar	Jornal	3	45.00	135.00
d) Aplicación herbicida	Jornal	1	45.00	45.00
e) Limpias	Jornal	8	45.00	360.00
f) Corte y manejo	Jornal	4	45.00	180.00
g) Aporeo, limpieza y pesado	Jornal	4	45.00	180.00
3. INSUMOS				155.12
a) Semilla de ajonjolí	Kilogramo	4	11.03	44.12
b) Fertilizantes - Foliar	Litro	1	49.00	49.00
c) Herbicidas Gramoxone	Litro	1	62.00	62.00
COSTO TOTAL POR HECTAREA				1755.12
RENDIMIENTO	kilogramo	454.5	4.400	
INGRESO BRUTO*				1999.80
INGRESO NETO				244.68
RENTABILIDAD				14%

\* 45.45 kg = Q. 200.00

Cuadro 27 Análisis de costos y rentabilidad para 1 hectárea de cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) con aplicación de 2 litros de foliar (Tratamiento 3). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)
1. RENTA DE LA TIERRA	Hectárea	1	250.00	250.00
2. MANO DE OBRA				1350.00
a) Preparación de la tierra (tractor)	Hectárea	1	300.00	300.00
b) Siembra (tractor)	Hectárea	1	150.00	150.00
d) Fertilización foliar	Jornal	3	45.00	135.00
d) Aplicación herbicida	Jornal	1	45.00	45.00
e) Limpias	Jornal	8	45.00	360.00
f) Corte y manejoado	Jornal	4	45.00	180.00
g) Aporreo, limpieza y pesado	Jornal	4	45.00	180.00
3. INSUMOS				204.12
a) Semilla de ajonjolí	Kilogramo	4	11.03	44.12
b) Fertilizantes - Foliar	Litro	2	49.00	98.00
d) Herbicidas Gramoxone	Litro	1	62.00	62.00
COSTO TOTAL POR HECTAREA				1804.12
RENDIMIENTO	kilogramo	387.8	4.400	
INGRESO BRUTO*				1706.32
INGRESO NETO				-97.80
RENTABILIDAD				-5%

\* 45.45 kg = Q. 200.00



Cuadro 28. Análisis de costos y rentabilidad para 1 hectárea de cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) con aplicación de 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K al suelo (Tratamiento 4). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)
1. RENTA DE LA TIERRA	Hectárea	1	250.00	250.00
2. MANO DE OBRA				1440.00
a) Preparación de la tierra (tractor)	Hectárea	1	300.00	300.00
b) Siembra (tractor)	Hectárea	1	150.00	150.00
c) Fertilización granulada	Jornal	5	45.00	225.00
d) Aplicación herbicida	Jornal	1	45.00	45.00
e) Limpias	Jornal	8	45.00	360.00
f) Corte y manejo	Jornal	4	45.00	180.00
g) Aporeo, limpieza y pesado	Jornal	4	45.00	180.00
3. INSUMOS				654.92
a) Semilla de ajonjolí	Kilogramo	4	11.03	44.12
b) Fertilizantes				
- Nitrógeno	Kilogramo	60	2.89	173.40
- Fósforo	Kilogramo	30	5.78	173.40
- Potasio	Kilogramo	50	4.04	202.00
d) Herbicidas				
Gramoxone	Litro	1	62.00	62.00
COSTO TOTAL POR HECTAREA				2344.92
RENDIMIENTO	kilogramo	613.5	4.400	
INGRESO BRUTO*				2699.40
INGRESO NETO				354.48
RENTABILIDAD				15%

\* 45.45 kg = Q. 200.00

Cuadro 29. Análisis de costos y rentabilidad para 1 hectárea de cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) con aplicación de 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K al suelo y 1 litro de foliar (Tratamiento 5). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)
1. RENTA DE LA TIERRA	Hectárea	1	250.00	250.00
2. MANO DE OBRA				1575.00
a) Preparación de la tierra (tractor)	Hectárea	1	300.00	300.00
b) Siembra (tractor)	Hectárea	1	150.00	150.00
c) Fertilización granulada	Jornal	5	45.00	225.00
d) Fertilización foliar	Jornal	3	45.00	135.00
e) Aplicación herbicida	Jornal	1	45.00	45.00
f) Limpias	Jornal	8	45.00	360.00
g) Corte y manejoado	Jornal	4	45.00	180.00
h) Aporreo, limpieza y pesado	Jornal	4	45.00	180.00
3. INSUMOS				703.92
a) Semilla de ajonjolí	Kilogramo	4	11.03	44.12
b) Fertilizantes				
- Nitrógeno	Kilogramo	60	2.89	173.40
- Fósforo	Kilogramo	30	5.78	173.40
- Potasio	Kilogramo	50	4.04	202.00
- Foliar	Litro	1	49.00	49.00
d) Herbicidas				
Gramoxone	Litro	1	62.00	62.00
COSTO TOTAL POR HECTAREA				2528.92
RENDIMIENTO	kilogramo	851.3	4.400	
INGRESO BRUTO*				3745.72
INGRESO NETO				1216.80
RENTABILIDAD				48%

\* 45.45 kg = Q. 200.00

Cuadro 30. Análisis de costos y rentabilidad para 1 hectárea de cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) con aplicación de 60 kg N, 30 kg P, 50 kg K al suelo y 2 litros de foliar (Tratamiento 6). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)
1. RENTA DE LA TIERRA	Hectárea	1	250.00	250.00
2. MANO DE OBRA				1575.00
a) Preparación de la tierra (tractor)	Hectárea	1	300.00	300.00
b) Siembra (tractor)	Hectárea	1	150.00	150.00
c) Fertilización granulada	Jornal	5	45.00	225.00
d) Fertilización foliar	Jornal	3	45.00	135.00
e) Aplicación herbicida	Jornal	1	45.00	45.00
f) Limpias	Jornal	8	45.00	360.00
g) Corte y manejo	Jornal	4	45.00	180.00
h) Aporreo, limpieza y pesado	Jornal	4	45.00	180.00
3. INSUMOS				752.92
a) Semilla de ajonjolí	Kilogramo	4	11.03	44.12
b) Fertilizantes				
- Nitrógeno	Kilogramo	60	2.89	173.40
- Fósforo	Kilogramo	30	5.78	173.40
- Potasio	Kilogramo	50	4.04	202.00
- Foliar	Litro	2	49.00	98.00
d) Herbicidas				
Gramoxone	Litro	1	62.00	62.00
COSTO TOTAL POR HECTAREA				2577.92
RENDIMIENTO	kilogramo	633.3	4.400	
INGRESO BRUTO*				2786.52
INGRESO NETO				208.60
RENTABILIDAD				8%

\* 45.45 kg = Q. 200.00

Cuadro 31. Análisis de costos y rentabilidad para 1 hectárea de cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) con aplicación al tronco de 1 litro de foliar al tronco (Tratamiento 7). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)
1. RENTA DE LA TIERRA	Hectárea	1	250.00	250.00
2. MANO DE OBRA				1350.00
a) Preparación de la tierra (tractor)	Hectárea	1	300.00	300.00
b) Siembra (tractor)	Hectárea	1	150.00	150.00
d) Fertilización foliar	Jornal	3	45.00	135.00
d) Aplicación herbicida	Jornal	1	45.00	45.00
e) Limpias	Jornal	8	45.00	360.00
f) Corte y manejoado	Jornal	4	45.00	180.00
g) Aporreo, limpieza y pesado	Jornal	4	45.00	180.00
3. INSUMOS				155.12
a) Semilla de ajonjolí	Kilogramo	4	11.03	44.12
b) Fertilizantes - Foliar	Litro	1	49.00	49.00
d) Herbicidas Gramoxone	Litro	1	62.00	62.00
COSTO TOTAL POR HECTAREA				1755.12
RENDIMIENTO	kilogramo	483	4.400	
INGRESO BRUTO*				2125.20
INGRESO NETO				370.08
RENTABILIDAD				21%

\* 45.45 kg = Q. 200.00

Cuadro 32. Análisis de costos y rentabilidad para 1 hectárea de cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) con aplicación al suelo de 97.5 kg de sulfato de amonio (Tratamiento 8). Aldea El Paredón Buena Vista, La Gomera, Escuintla, 2006.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)
1. RENTA DE LA TIERRA	Hectárea	1	250.00	250.00
2. MANO DE OBRA				1350.00
a) Preparación de la tierra (tractor)	Hectárea	1	300.00	300.00
b) Siembra (tractor)	Hectárea	1	150.00	150.00
c) Fertilización granulada	Jornal	3	45.00	135.00
d) Aplicación herbicida	Jornal	1	45.00	45.00
e) Limpias	Jornal	8	45.00	360.00
f) Corte y manejoado	Jornal	4	45.00	180.00
g) Aporreo, limpieza y pesado	Jornal	4	45.00	180.00
3. INSUMOS				366.08
a) Semilla de ajonjolí	Kilogramo	4	11.03	44.12
b) Fertilizantes - Sulfato de amonio	Kilogramo	97	2.68	259.96
d) Herbicidas Gramoxone	Litro	1	62.00	62.00
COSTO TOTAL POR HECTAREA				1966.08
RENDIMIENTO	kilogramo	579.3	4.400	
INGRESO BRUTO*				2548.92
INGRESO NETO				582.84
RENTABILIDAD				30%

\* 45.45 kg = Q. 200.00



**MYNOR RENE PINEDA CORONADO,**  
"RESPUESTA DEL CULTIVO DE AJONJOLI (*Sesamum indicum*  
L, Pedaliaceae) A LA FERTILIZACION AL SUELO Y FOLIAR EN  
ALDEA EL PAREDON BUENA VISTA, LA GOMERA, ESCUINTLA,  
GUATEMALA." Guatemala, tesis de grado, Octubre de 2009.

Firma del estudiante

Vo. Bo.

Asesor



IMPRIMASE:

DECANO

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
Y AGRICOLAS

