



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE
AJONJOLÍ (*Sesamum indicum* L.) BAJO DIFERENTES DOSIS
DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y DENSIDADES DE
SIEMBRA EN LA PARROQUIA MANGLARALTO, SANTA
ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: José Manuel Magallanes Beltrán

LA LIBERTAD, DICIEMBRE 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE
AJONJOLÍ (*Sesamum indicum* L.) BAJO DIFERENTES DOSIS
DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y DENSIDADES DE
SIEMBRA EN LA PARROQUIA MANGLARALTO, SANTA
ELENA.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: José Manuel Magallanes Beltrán

Tutor: Ing. Marlon Alexis Mena Montoya, Mgtr.

LA LIBERTAD, DICIEMBRE 2025

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **JOSÉ MANUEL MAGALLANES BELTRÁN** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 08/12/2025

Ing. Lenni Ramírez Flores, M.Sc.
DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Johnny Choéz Baque, M.Sc.
PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Marlon Mena Montoya, Mgtr.
PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.
PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Washington Perero Vera, M.Sc.
ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por impartir sus conocimientos y hacer posible mi formación profesional. Y agradezco al Centro de Apoyo Manglaralto por darme la oportunidad de establecer el experimento en sus instalaciones.

De manera especial a mi tutor Ing. Marlon Mena Montoya Mgtr., le estoy profundamente agradecido por su paciencia, orientación, guía y conocimientos impartidos a lo largo de este proceso de titulación, siendo claves para alcanzar este objetivo.

Agradezco a mis compañeros Naydelin Baquerizo, Diego Guale y Jennifer Suárez, gracias por su amistad y confianza; a mi novia Suanny Perero, por su amor, paciencia y apoyo inquebrantable en este largo camino académico.

Y finalmente agradezco con todo mi corazón a mis padres, Josefina Beltrán y Manuel Magallanes por sus sacrificios silenciosos, fe inquebrantable en mis capacidades y constante motivación me permitieron alcanzar este logro. Este es un reflejo de sus esfuerzos y valores que siempre me han inculcado.

DEDICATORIA

En primer lugar, se lo dedico a Dios, por permitirme cumplir uno de mis objetivos, también, este logro es dedicado a las personas que me han brindado su apoyo, palabras de motivación y amor constante en mi camino académico, a mis padres Josefina Beltrán y Manuel Magallanes, quienes han sido mis guías y motivación en lograr mis metas. Y dedico este logro a mí mismo, por no rendirme en los momentos difíciles, por creer en mis capacidades y persistir en alcanzar este logro.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) bajo diferentes dosis de fertilización orgánica y densidades de siembra en la parroquia Manglaralto, Santa Elena en el Centro de Apoyo Manglaralto (UPSE). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con un arreglo factorial (2x3) obteniendo seis tratamientos, resultados de la combinación de dos dosis de fertilización orgánica (Factor A= 100 y 150 g/planta de compost) y tres distancias de siembra (Factor B= 0.70 hilera; 0.25, 0.30 y 0.35 m entre plantas) distribuidos en cuatro bloques. Los parámetros evaluados fueron: morfológicas (altura de la planta, diámetro del tallo, días hasta la floración), productivas (número de cápsulas por planta, número de semillas por cápsula), rendimiento y rentabilidad (peso de mil semillas, rendimiento estimado y análisis económico). Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza para identificar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con la prueba de Duncan al 5% de probabilidad. Los resultados demostraron un efecto significativo en ambos factores; con una dosis mayor de fertilización orgánica (A2= 150 g/planta) y una distancia de siembra amplia (B3= 0.70x0.35 m) promovieron los mejores resultados en la mayoría de las variables, mientras que la interacción entre ambos no presentó significancia. Si embargo, la combinación del tratamiento T6 (A2B3) mostró los mejores resultados en la mayoría de las variables. No obstante, en términos de rendimiento y viabilidad económica, el tratamiento T5 (A2B2) destacó con el mayor rendimiento (3117.41 Kg.ha⁻¹) obteniéndose una relación B/C de 2.13, debido a una mayor densidad de siembra. Se concluye que con una dosis alta de fertilización orgánica (150 g/planta), combinada con una distancia de siembra óptima (0.70x0.30 m) representa una alternativa viable y sostenible para los agricultores locales.

Palabras claves: densidad de siembra, fertilización orgánica, rendimiento, rentabilidad.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the agronomic performance of sesame (*Sesamum indicum* L.) under different doses of organic fertilizer and planting densities in the parish of Manglaralto, Santa Elena, at the Manglaralto Support Center (UPSE). A completely randomized block design (CRBD) with a factorial arrangement (2x3) was used, resulting in six treatments, which were the combination of two doses of organic fertilizer (Factor A = 100 and 150 g/plant of compost) and three planting distances (Factor B = 0.70 row; 0.25, 0.30, and 0.35 m between plants) distributed in four blocks. The parameters evaluated were: morphological (plant height, stem diameter, days to flowering), productive (number of capsules per plant, number of seeds per capsule), yield and profitability (weight of 1,000 seeds, estimated yield and economic analysis). The data were subjected to analysis of variance to identify statistically significant differences between treatments using Duncan's test at a 5% probability level. The results showed a significant effect on both factors; a higher dose of organic fertilizer (A2 = 150 g/plant) and a wide planting distance (B3 = 0.70 x 0.35 m) promoted the best results in most variables, while the interaction between the two was not significant. However, the combination of treatment T6 (A2B3) showed the best results in most variables. Nevertheless, in terms of yield and economic viability, treatment T5 (A2B2) stood out with the highest yield (3117.41 kg/ha) and a B/C ratio of 2.13, due to a higher planting density. It is concluded that a high dose of organic fertilization (150 g/plant), combined with an optimal planting distance (0.70x0.30 m), represents a viable and sustainable alternative for local farmers.

Keyword: Planting density, Organic fertilization, Yield, Profitability.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE AJONJOLÍ (*Sesamum indicum* L.) BAJO DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA PARROQUIA MANGLARALTO, SANTA ELENA**” y elaborado por **José Manuel Magallanes Beltrán**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Problema Científico	2
Objetivos	3
Objetivo General:.....	3
Objetivos Específicos:.....	3
Hipótesis.....	3
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1 Origen del cultivo de ajonjolí	4
1.2 Importancia económica del cultivo de ajonjolí	4
1.3 Taxonomía del cultivo de ajonjolí.....	4
1.4 Morfología del cultivo de ajonjolí	5
1.4.1 Semilla	5
1.4.2 Raíz	5
1.4.3 Tallo	6
1.4.4 Hojas	6
1.4.5 Flor.....	6
1.4.6 Frutos	6
1.5 Fases fenológicas del cultivo de ajonjolí	7
1.6 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de ajonjolí	7
1.6.1 Precipitación.....	7
1.6.2 Suelo.....	8
1.6.3 Temperatura	8
1.6.4 Humedad.....	8
1.6.5 Agua.....	8
1.7 Manejo agronómico del cultivo de ajonjolí	8
1.7.1 Desinfección de semilla.....	9
1.7.2 Preparación del terreno.....	9
1.7.3 Siembra y métodos de siembra	9
1.7.4 Riego	9
1.7.5 Densidad de siembra.....	10
1.8 Labores culturales en el cultivo de ajonjolí.....	10

1.8.1	Control de malezas	10
1.8.2	Raleo	10
1.8.3	Fertilización.....	11
1.9	Plagas y enfermedades en el cultivo de ajonjolí.....	11
1.9.1	Plagas	11
1.9.2	Enfermedades	11
1.10	Importancia de la densidad de siembra del cultivo de ajonjolí.....	12
1.11	Densidades reportadas en Ecuador	12
1.12	Cosecha, producción y comercialización del cultivo de ajonjolí.....	12
1.12.1	Cosecha	12
1.12.2	Producción	13
1.12.3	Comercialización.....	13
1.13	Fertilización orgánica	15
1.13.1	Compostaje.....	15
1.13.2	Compost a base de estiércol de bovino	15
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS		17
2.1	Caracterización del área de estudio	17
2.2	Materiales, equipos y reactivos	17
2.2.1	Material biológico	17
2.2.2	Material de oficina.....	18
2.2.3	Material de campo	18
2.3	Tipo de investigación	19
2.4	Diseño de investigación	19
2.4.1	Diseño experimental.....	19
2.4.2	Tratamientos.....	20
2.4.3	Delineamiento del experimento	20
2.5	Manejo del experimento	22
2.5.1	Preparación del terreno	22
2.5.2	Instalación del sistema de riego	22
2.5.3	Elaboración del compost	22
2.5.4	Siembra	23
2.5.5	Plan de fertilización.....	23
2.5.6	Raleo	23

2.5.7 Frecuencia de riego	24
2.5.8 Manejo fitosanitario	24
2.5.9 Cosecha	24
2.6 Parámetros evaluados.....	24
2.6.1 Morfológicos	24
2.6.2 Productivos.....	25
2.6.3 Rendimiento y Rentabilidad	25
2.7 Análisis estadístico de los resultados.....	27
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1 Efectos de los tratamientos en los parámetros morfológicos en plantas de ajonjolí.....	28
3.1.1 Altura de la planta (AP).....	28
3.1.2 Diámetro del tallo (DT).....	30
3.1.3 Días hasta la floración (DHF).....	32
3.2 Efectos de los tratamientos en los parámetros productivos en plantas de ajonjolí	33
3.2.1 Número de cápsulas (NC).....	33
3.2.2 Número de semillas por cápsula (NSC).....	34
3.3 Efectos de los tratamientos en los parámetros de rendimiento y rentabilidad con el cultivo de ajonjolí	36
3.3.1 Peso de mil semillas (PMS).....	36
3.3.2 Rendimiento (Kg.ha ⁻¹).....	37
3.3.3 Rentabilidad	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
Conclusiones	42
Recomendaciones	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del ajonjolí (Medrano, 2024).....	4
Tabla 2. Fases fenológicas del cultivo de ajonjolí (Queiroga et al., 2018).....	7
Tabla 3. Plagas del cultivo de ajonjolí (Apolo, 2021).	11
Tabla 4. Enfermedades del cultivo de ajonjolí (Queiroga et al., 2018 y Apolo, 2021).	12
Tabla 5. Propiedades fisicoquímicas del compost de estiércol de bovino (Álvarez, 2025).	16
Tabla 6. Esquema ANOVA.	19
Tabla 7. Descripción de los Tratamientos empleados.	20
Tabla 8. Aplicación del compost.	23
Tabla 9. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en la altura en plantas de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> L.) a los 30, 60 y 90 dds en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.	30
Tabla 10. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en el diámetro del tallo en plantas de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> L.) a los 30, 60 y 90 dds en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.....	31
Tabla 11. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en el comportamiento productivo de número de cápsulas y semillas por cápsulas en plantas de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> L.) en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.	36
Tabla 12. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en el peso de las semillas y rendimiento en el cultivo de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> L.) en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.....	39
Tabla 13. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en el costo de producción del cultivo de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> L.) en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.	40
Tabla 14. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en la rentabilidad del cultivo de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> L.) proyectado a 1 ha.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología del ajonjolí (Cometics, 2020).....	5
Figura 2. Ciclo vegetativo del cultivo de ajonjolí (Agrotendencia, 2020).	7
Figura 3. Secado del ajonjolí (Agrotendencia, 2020).....	13
Figura 4. Proporción de producción de ajonjolí por continente (FAOSTAT, 2025).	14
Figura 5. Producción/Rendimiento de ajonjolí en Ecuador 2004-2023 (FAOSTAT, 2025).	14
Figura 6. Ubicación del Centro de Apoyo Manglaralto-UPSE (Google Maps, 2025).....	17
Figura 7. Croquis del experimento.	21
Figura 8. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en días hasta la floración en plantas de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> L.) en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cuadros ANOVA.

Anexo 1.1. Cuadro ANOVA para la variable AP30.

Anexo 1.2. Cuadro ANOVA para la variable AP60.

Anexo 1.3. Cuadro ANOVA para la variable AP90.

Anexo 1.4. Cuadro ANOVA para la variable DT30.

Anexo 1.5. Cuadro ANOVA para la variable DT60

Anexo 1.6. Cuadro ANOVA para la variable DT90.

Anexo 1.7. Cuadro ANOVA para la variable NDC.

Anexo 1.8. Cuadro ANOVA para la variable NDSC.

Anexo 1.9. Cuadro ANOVA para la variable PMS.

Anexo 1.10. Cuadro ANOVA para la variable R.Par⁻¹.

Anexo 1.11. Cuadro ANOVA para la variable Rendimiento.

Anexo 2. Fotografías del experimento.

Anexo 2.1. Recolección de hojas.

Anexo 2.2. Recolección del estiércol de bovino.

Anexo 2.3. Preparación del compost.

Anexo 2.4. Preparación del área experimental.

Anexo 2.5. Siembra de semillas de ajonjolí.

Anexo 2.6. Raleo del ajonjolí

Anexo 2.7. Aplicación del compost.

Anexo 2.8. Limpieza de malezas.

Anexo 2.9. Toma de datos DT.

Anexo 2.10. Secado del ajonjolí.

Anexo 2.11. Peso de mil semillas.

Anexo 2.12. Peso rendimiento del ajonjolí.

INTRODUCCIÓN

El ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) un cultivo reconocido por el valor agregado y una versatilidad notable en diversos campos; su crecimiento, producción y la demanda a nivel mundial, se debe a sus múltiples aplicaciones y beneficios que presenta, generando un gran impacto socioeconómico en las comunicades agrícolas como en las industrias, en la fabricación de aceite (Villalba *et al.*, 2024). La semilla es usada también como alimento nutritivo para el hombre destacándose en la elaboración de productos alimenticios y de confitería, ya que se compone de un 55% de lípidos y 20% de proteínas (Melgarejo *et al.*, 2020). De acuerdo a la base de datos estadísticos de la Organización de las Naciones para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT, 2025), el área cosechada de ajonjolí en el año 2023, a nivel mundial fue de 13 052 038 hectáreas y una producción obtenida de 6 788 881 toneladas, donde el continente africano es el mayor productor de ajonjolí con un 50.7%, siguiendo el continente asiático con 45.1% y por último el continente americano con el 4.2% de producción.

En Ecuador desde el año 2023 existe un área cosechada de 22 hectáreas del cultivo, obteniéndose una producción de 17.83 t/ha (FAOSTAT, 2025). Sin embargo, la producción en el Ecuador se ve apoyada por el crecimiento de la demanda tanto a nivel nacional como internacional, valorado por sus propiedades nutricionales, producción; aunque se siembre en pequeñas extensiones sirviendo para el autoconsumo por lo que se considera un cultivo familiar (Bajaña, 2022).

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) para el año 2015 en el proyecto de PIDAASSE fomentó la producción de 5.600 hectáreas en las comunas de las provincias del Guayas y Santa Elena. En el área se sembró cultivos como el maíz, café, frejol, sandía, melón, chía y el ajonjolí. El proyecto doto de semillas certificadas, sistemas de riego, capacitación y asistencia técnica a los agricultores beneficiados. Sin embargo, en la actualidad no se reportan estadísticas de producción de ajonjolí en la provincia de Santa Elena.

Bajo este antecedente, estudios previos revelan que la variación en las densidades de siembra desempeña un impacto significativo para el desarrollo y, por ende, el rendimiento del ajonjolí (Melgarejo *et al.*, 2020). Los espacios demasiado anchos conducen a una baja cantidad de plantas por área reduciendo la cobertura del suelo, mientras que, un espacio

demasiado estrecho se traduce a una competencia entre plantas por factores de crecimiento, afectando la productividad y el rendimiento del cultivo (Villalba *et al.*, 2024). Por otro lado, la fertilización orgánica surge como una alternativa sostenible, se la considera una forma más eficiente de reciclar nutrientes e incorporarlos al suelo, lo que puede reducir la dependencia de los fertilizantes químicos (Naeem *et al.*, 2020).

En este sentido, se busca establecer una alternativa que ayude a reducir los costos de producción mediante la implementación de una fertilización orgánica optimizando los recursos disponibles, así como determinar una densidad de siembra óptima que permita un aumento en el rendimiento del cultivo de ajonjolí.

Problema Científico

El ajonjolí al ser un cultivo de gran importancia económica y nutricional en diversas partes del mundo, incluyendo Ecuador, su productividad puede verse afectada significativamente por las prácticas empleadas, especialmente su densidad de siembra. A nivel local, la producción de ajonjolí, específicamente en la provincia de Santa Elena, se cultiva a una distancia de 1.50 m entre hilera y 0.30 m entre plantas, obteniendo 15 a 20 qq.ha⁻¹ en promedio. Bajo este antecedente, es necesario implementar mecanismos que permitan obtener mayores producciones, optimizando los recursos disponibles.

¿Cuál será el efecto de las dosis de fertilización orgánica y las densidades de siembra sobre el comportamiento agronómico del cultivo de ajonjolí en la parroquia Manglaralto, Santa Elena?

Objetivos

Objetivo General:

- ❖ Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) bajo diferentes dosis de fertilización orgánica y densidades de siembra en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.

Objetivos Específicos:

1. Analizar el efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en el comportamiento morfológico y productivo del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.
2. Evaluar el efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.
3. Valorar la influencia de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en el cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en función de la rentabilidad.

Hipótesis

La aplicación de diferentes dosis de fertilización orgánica y densidades de siembra influirá significativamente en el comportamiento morfológico, productivo, rendimiento y la rentabilidad del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Origen del cultivo de ajonjolí

El cultivo de ajonjolí tuvo su origen en Etiopía (África) y países de diversificación secundaria entran: India, Japón y china. Posteriormente, al descubrimiento de América, fue llevado a México, para su posterior distribución en Centro América con climas cálidos de zonas tropicales. No obstante, dentro de la historia del cultivo de ajonjolí no es fácil identificar su origen, cuyas semillas son consideradas buenas para la salud. Lo que, si es cierto, es que, en tiempos inmemoriales, en diferentes localidades se cultivaban sus semillas empleándose para distintos fines (Zepeda *et al.*, 2019).

1.2 Importancia económica del cultivo de ajonjolí

En Ecuador la producción de ajonjolí, se cultivan en grandes cantidades encontrándose dentro de la provincia de Manabí por los sectores de Pedro Carbo, Jipijapa, también encontrada en la provincia de Tungurahua; en cuanto a su importancia económica, ha adquirido gran importancia en nuestro país, principalmente por su consumo humano, como aditivos en los cereales y en la cocina (Ruiz, 2022); incluso un porcentaje es utilizado en la industria, en la fabricación de aceite.

1.3 Taxonomía del cultivo de ajonjolí

Medrano (2024), cita la siguiente taxonomía del ajonjolí es la siguiente:

Tabla 1. Taxonomía del ajonjolí (Medrano, 2024).

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lamiales
Familia:	Pedaliaceae
Género:	<i>Sesamum</i>
Especie:	<i>S. indicum</i> L.

1.4 Morfología del cultivo de ajonjolí

1.4.1 Semilla

Ruiz (2022), menciona que la semilla presenta forma aplanada pequeña, de colores blanco, gris o negra en su exterior, llegando a medir entre 2 a 4 mm de longitud y diámetro de 1 a 2 mm, se encuentran cubiertas por una testa que protege el endospermo, una fuente de nutriente en la etapa de germinación de la semilla. Aproximadamente, Villar (2019), afirma que la mitad del peso de la semilla está constituida por aceite, 37% de proteínas, 8% de hidratos de carbono y 2% de minerales. Mientras que Melgarejo *et al.* (2020), citan que está compuesta alrededor de 55% de lípidos y 20% de proteínas, además de contener vitaminas y minerales.



Figura 1. Morfología del ajonjolí
(Cometics, 2020).

1.4.2 Raíz

El ajonjolí, al ser una dicotiledónea, presenta un sistema radicular pivotante, con una raíz principal que se ramifica abundantemente; raíces secundarias; y pelos absorbentes de la planta de ajonjolí, sin embargo, es excesivamente sensible a la falta de oxígeno en el suelo (Queiroga *et al.*, 2018). La mayor parte es superficial, con una mayor cantidad de raíces secundarias se ubican en los primeros 20 cm del suelo, lo que les permite competir por los nutrientes (Agrotendencia, 2020).

1.4.3 Tallo

Presenta un tallo erecto, cilíndrico y cuadrangular, en algunos casos presentan seis lados. Con un corte transversal del tallo se muestra un área externa dura con una médula blanca (Bajaña, 2022). Dependiendo de su variedad, según Queiroga *et al.* (2018), el tallo presenta diferentes alturas que van de 0,5 a 3 m, que puede ser erecto, con o sin ramificaciones, con o sin pelo, presentando diferentes formas como cuadrado y redondo.

1.4.4 Hojas

Sus hojas tienen forma lanceolada o acorazonadas, unidas al tallo, por una parte, denominada pecíolo, la cual su longitud varía, de color verde, sin embargo, en algunas variedades las hojas al estar expuestas al sol se tornan en un color rojizo (Apolo, 2021). En cuanto a sus dimensiones es de 3 a 17 cm de largo con un aproximado de 5 cm de ancho, de manera opuesta y alterna, presentando estructuras sencillas, y recubiertas de vellosidades pequeñas en la superficie de la planta (Medrano, 2024).

1.4.5 Flor

Es gamopétala, de cáliz pequeño con 5 sépalos, solitaria y pedicelo corto. Las flores de color blanco o ligeramente moradas con forma acampanada, alcanzando medidas de 2 a 4 cm de longitud (Bajaña, 2022). Su floración comienza entre 50 a 70 días después de germinar, durando un día cada flor, produciéndose la polinización dentro de las 3 primeras horas continuando hasta la maduración de los frutos, donde la flor produce de una a dos cápsulas (Medrano, 2024).

1.4.6 Frutos

Su fruto se presenta en forma de cápsula, el cual mide 2 a 5 cm de largo, formada por dos carpelos que se dividen en dos formando cuatro celdas. Siendo pubescente y dehiscente conteniendo entre 15 a 25 semillas cada cápsula, en la madurez se abren (Bajaña, 2022). Sánchez (2018), cita que la maduración de sus frutos ocurre de manera asincrónica y la dehiscencia de las cápsulas ocurre desde la base hasta el ápice, un proceso muy complicado con el cultivo de ajonjolí, pues pequeños factores a la época de cosecha significan pérdidas del cultivo en un 50%.

1.5 Fases fenológicas del cultivo de ajonjolí

Las fases fenológicas (Tabla 2) permiten un conocimiento detallado de la fase del cultivo, dando un mejor manejo agronómico de cada especie. Es de importancia resaltar que cada especie tiene su fase fenológica de mayor interés para la explotación comercial. En el caso del ajonjolí, su etapa más importante es la floración, que se relaciona con las etapas de la formación y maduración de los frutos (Queiroga *et al.*, 2018).

Tabla 2. Fases fenológicas del cultivo de ajonjolí (Queiroga *et al.*, 2018).

Fases fenológicas	Días después de la siembra
Germinación y plántula	0-15
Desarrollo vegetativo	15-30
Inicio de floración	22-45
Desarrollo de flores, inicio y llenado de cápsula	30-60
Cápsula en maduración	65-90

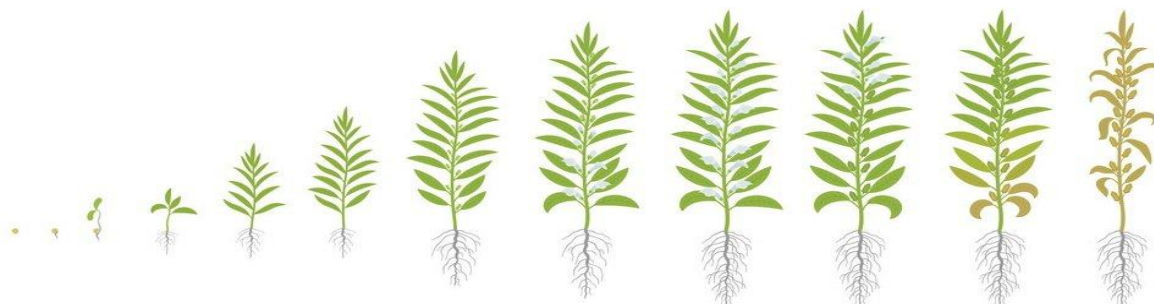


Figura 2. Ciclo vegetativo del cultivo de ajonjolí (Agrotendencia, 2020).

1.6 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de ajonjolí

1.6.1 Precipitación

Apolo (2021), mencionan que, al ser un cultivo anual de días cortos, se cultivan en ambientes subtropicales como tropicales; el ajonjolí necesita un adecuado suplemento de agua, existiendo investigaciones afirmando que las precipitaciones de 300-500 mm son suficientes para obtener óptimos rendimientos, siempre y cuando sea bien distribuido en su ciclo vegetativo, no tolera el encharcamiento.

1.6.2 Suelo

Logra un rendimiento excelente en suelos fértiles, sin embargo, responde muy bien en suelos con texturas arcillosas o franco arcillosas, con buen drenaje y acidez neutra, pH de 6 a 7, profundidad de 30 cm, mientras que, en los suelos arenosos, se perdería nutrientes por lixiviación, nitrificación y volatización, creciendo en mayoría de suelos con drenaje eficiente (Agrotendencia, 2020).

1.6.3 Temperatura

El cultivo de ajonjolí requiere temperaturas altas y constantes, temperaturas óptimas para su desarrollo, floración y maduración debe estar entre los 26 a 30 °C. Temperaturas por debajo de los 18 °C, influyen adversamente en la germinación de la semilla, al existir periodos con temperaturas superiores a los 40 °C, se ve afectada la fecundación y formación de la cápsula disminuyendo la producción (Siguencia y Saritama, 2022).

1.6.4 Humedad

Una humedad relativa óptima para el cultivo varía según las etapas fisiológicas del cultivo, durante la etapa de germinación y crecimiento requieren una humedad relativa entre 70 a 80% favoreciendo la germinación de las semillas; en la fase de floración requiere entre 50 a 70%; y en la etapa de maduración entre 40 a 60% (Medrano, 2024).

1.6.5 Agua

El agua es un elemento esencial para el crecimiento del cultivo de ajonjolí, ya que su cantidad y distribución influyen en el desarrollo de las plantas durante la temporada de crecimiento, la cantidad de agua dependerá de la etapa de crecimiento, cuando existe estrés hídrico surgen problemas en cuanto a su desarrollo y rendimiento, afectando a las actividades metabólicas de la planta; una falta de agua ocasiona abortos de flores y cápsulas (Garnica *et al.*, 2020).

1.7 Manejo agronómico del cultivo de ajonjolí

Un manejo adecuado en el cultivo de ajonjolí es una característica de mucha importancia para un buen desarrollo vegetativo desde el inicio de su germinación hasta la cosecha, como las labores de labranza, un riego adecuado, fertilización, control de malezas, el manejo integrado de plagas y enfermedades (Sánchez, 2018).

1.7.1 Desinfección de semilla

Apolo (2021), menciona que las semillas deben ser tratadas para su respectiva protección durante las primeras semanas de germinación, que son causadas por plagas y enfermedades, una práctica de suma importancia.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 2018), menciona que la semilla de ajonjolí dependerá de un correcto almacenamiento para que el productor pueda depender de éstas en la próxima siembra o esperar un momento oportuno para su venta, conservándose en lugares secos y frescos, libre de residuos de cosechas anteriores para evitar la contaminación por plagas.

1.7.2 Preparación del terreno

Bajaña (2022), cita que es recomendable preparar bien el terreno para una mejor disposición de camas para las semillas, al ser muy fina la semilla de ajonjolí, se necesita que el terreno esté en condiciones óptimas, para que la planta tenga un buen desarrollo de su sistema radicular, y por ende una buena aireación y mejor aprovechamiento de los nutrientes presentes en el suelo. Villar (2019), menciona que la nivelación es una operación de gran importancia porque las semillas son muy pequeñas.

1.7.3 Siembra y métodos de siembra

Al ser una semilla pequeña es recomendable sembrar a una profundidad de 3-5 cm, tiene un poder de germinación bastante fuerte, si se la coloca algo más profunda, en el suelo, está queda por más tiempo en el suelo húmedo y puede obtener una mejor germinación (Villar, 2019).

En monocultivo la siembra se la puede realizar manual, semi-mecanizada y mecanizada, según Apolo (2021):

- Máquinas con sembradoras
- Espeque
- A mano
- Al voleo

1.7.4 Riego

Agrotendencia (2020), menciona que una de sus ventajas fisiológicas del cultivo, es su alta resistencia estomática, permitiendo menor transpiración, el cual le permite resistir

cuando no hay agua suficiente; dependiendo de la etapa del cultivo; el primer mes, la planta requiere 160 a 180 mm de lámina de agua, siendo sensible a la salinidad del agua.

1.7.5 Densidad de siembra

La distancia entre hileras se puede hacer desde 60 cm hasta 1 m. al sembrar con menor espacio entre hileras, las plantas cubren más rápido el suelo y las malezas no pueden desarrollarse. Esto dependerá de la variedad que se siembra; si se cosecha manual la distancia sería de 60 a 85 cm entre hileras; para una cosecha mecánica debe ser justo a 60 cm y una cosecha semimanual debe ser 80-90 cm entre hilera. Entre hilera se busca tener entre 10-12 plantas por metro, a una distancia de 15 cm entre plantas (Villar, 2019).

Sánchez (2018), cita que existen ensayos con distancias diferentes recomendando que una de las distancias entre hileras óptimas es de 70 cm, ya que produce un mayor rendimiento que en la siembra entre hileras de 25-50 cm, que al ser pequeñas provocan compactación y baja producción de semillas.

1.8 Labores culturales en el cultivo de ajonjolí

1.8.1 Control de malezas

El crecimiento de las plántulas durante los primeros 30 días es lento, por ende, le da una desventaja para competir con las malezas, por eso es indispensable mantener el cultivo limpio (Villar, 2019). Tomando en cuenta el crecimiento lento del cultivo en su fase inicial, los problemas con las malezas aumentan, y por ende, la competencia por los nutrientes; lo que puede llegar a reducir el rendimiento entre los 50-60%; se debe realizar un eficiente control de malezas se debe considerar los métodos culturales, mecánicos y químicos (Agrotendencia, 2020).

1.8.2 Raleo

Bellido (2025), menciona que el raleo es una práctica sanitaria en el cultivo, consiste en seleccionar la planta más vigorosa y eliminar plántulas pequeñas que estén en el mismo espacio, lo que permite aprovechar de mejor manera los espacios, la distribución de humedad, luz y nutrientes y por ende producir plantas más fuertes y sanas. Se la realiza cuando las plantas tienen de 5 a 10 cm de altura, dejando una o dos plantas por sitio (Villar, 2019).

1.8.3 Fertilización

Bajaña (2022), menciona que el cultivo de ajonjolí necesita fundamentalmente Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), aplicando lo indicado a través de un análisis físico y químico del suelo. Ante esto, Montoya *et al.* (2019) recomiendan para obtener un rendimiento adecuado una dosis de 50-25-50 de NPK.

Otra posibilidad de fertilización es a partir de la producción ecológica del ajonjolí y la utilización de abonos verdes al incorporarlo 30 días antes de la siembra (Queiroga *et al.*, 2018).

1.9 Plagas y enfermedades en el cultivo de ajonjolí

1.9.1 Plagas

El ajonjolí presenta algunos enemigos biológicos que pueden lograr pérdidas en la producción, entre las principales plagas están:

Tabla 3. Plagas del cultivo de ajonjolí (Apolo, 2021).

Nombre común	Nombre científico	Descripción
Gallina ciega	<i>Phillophaga spp.</i>	Se alimenta de las semillas germinadas, alimentándose de sus raíces causando diversos daños.
Chinche verde	<i>Nezara viridula</i>	Generalmente, ataca al cogollo chupando la savia e inyectando toxinas que decoloran las hojas.
Mosca blanca	<i>Bemisia sp.</i>	Perjudica a las hojas al absorber su savia, sin embargo, su principal daño es la transmisión de virus.

1.9.2 Enfermedades

Entre las principales enfermedades del ajonjolí se destacan las siguientes:

Tabla 4. Enfermedades del cultivo de ajonjolí (Queiroga *et al.*, 2018 y Apolo, 2021).

Nombre común	Nombre científico	Descripción
Pata negra	<i>Macrophomina phaseolina</i>	Se manifiesta por una coloración negra desde la base del tallo, caudado por altas temperaturas y riego abundante.
Mancha circular	<i>Pseudocercospora sesami</i>	Se identifica por la presencia de manchas redondas en las hojas ocasionando defoliación.

1.10 Importancia de la densidad de siembra del cultivo de ajonjolí

La producción del ajonjolí puede ser afectada por diferentes factores, entre los que se destacan una siembra fuera de su época habitual, mal control de arvenses, manejo inadecuado de fertilizantes, plagas y una alta densidad poblacional, esta última, tiene una relación con la altura de la planta y su capacidad de ramificación (Rodríguez *et al.*, 2018).

La densidad de siembra influye directamente en el crecimiento y productividad de plantas de ajonjolí, influyendo significativamente sobre el número de ramas, cápsulas por planta, peso y rendimiento del grano (Villalba *et al.*, 2024).

1.11 Densidades reportadas en Ecuador

Según Huarquilla (2015), en Ecuador el ajonjolí se cultiva utilizando diferentes variedades comerciales como el Aceitera y Portoviejo 1, para obtener buenos rendimientos en el cultivo, se recomienda sembrar a 90 cm entre hileras y ocupando entre 18 a 20 plantas por metro lineal, lo que resaltaría en una población aproximada de 200 mil plantas por hectárea.

1.12 Cosecha, producción y comercialización del cultivo de ajonjolí

1.12.1 Cosecha

Apolo (2021), mencionan que el momento óptimo de cosecha del ajonjolí se debe mantener el monitoreo de la maduración del cultivo, siendo el momento ideal para realizar el corte cuando la planta haya alcanzado su madurez fisiológica, presentándose un color

amarillento en el 90% de la planta, caída de sus hojas y se abren las primeras cápsulas inferiores.

Ferré *et al.* (2018), afirman que el momento adecuado de la cosecha es cuando el cultivo obtiene un color amarillento antes de que aparezca la dehiscencia, las cápsulas adquieren un tono café. El corte de las plantas se debe hacer a ras del suelo y se las coloca a secar en una forma de choza o campana (Figura 3) para evitar así la caída de la semilla al secarse y abrirse las cápsulas.



Figura 3. Secado del ajonjolí (Agrotendencia, 2020).

1.12.2 Producción

Para el año 2023 en el mundo el área cosechada en promedio del cultivo de ajonjolí fue de 13 052 038 hectáreas con una producción en estima de 6 788 881 toneladas, siendo el continente Africano (Figura 4) el mayor exportador con un 50.7%, siguiéndole el continente Asiático con un 45.1% y por último el continente Americano con el 4.2%. En Ecuador (Figura 5) en este mismo año el área cosechada fue de 22 hectáreas obteniéndose una producción de 17.83 toneladas (FAOSTAT, 2025).

1.12.3 Comercialización

Melgarejo *et al.* (2020), mencionan que la semilla es utilizada como alimento nutritivo y destacada para la elaboración de productos, una parte de la producción de ajonjolí, entre el 70-75% es para la extracción de aceite y su respectiva comercialización. En el continente americano, los países con mayor producción son: Paraguay, Guatemala, México, Bolivia y Venezuela, abarcando un aproximado del 10% de exportación en el mercado internacional, con grandes posibilidades de crecimiento por su gran demanda siendo

sostenible durante varios años (Agrotendencia, 2020). En Ecuador las principales zonas de cultivo se encuentran en: Babahoyo, Portoviejo, entre otros. Su comercialización se basa en que algunas empresas exploran la producción de productos derivados del ajonjolí, como lo es la mantequilla de ajonjolí (Hurtado, 2018).

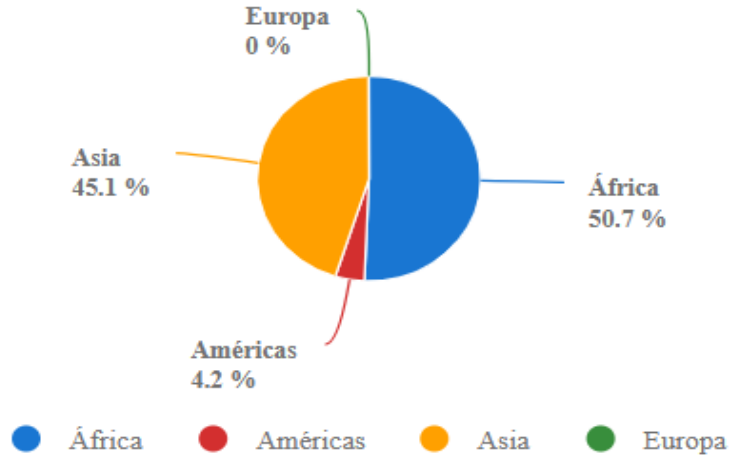


Figura 4. Proporción de producción de ajonjolí por continente (FAOSTAT, 2025).

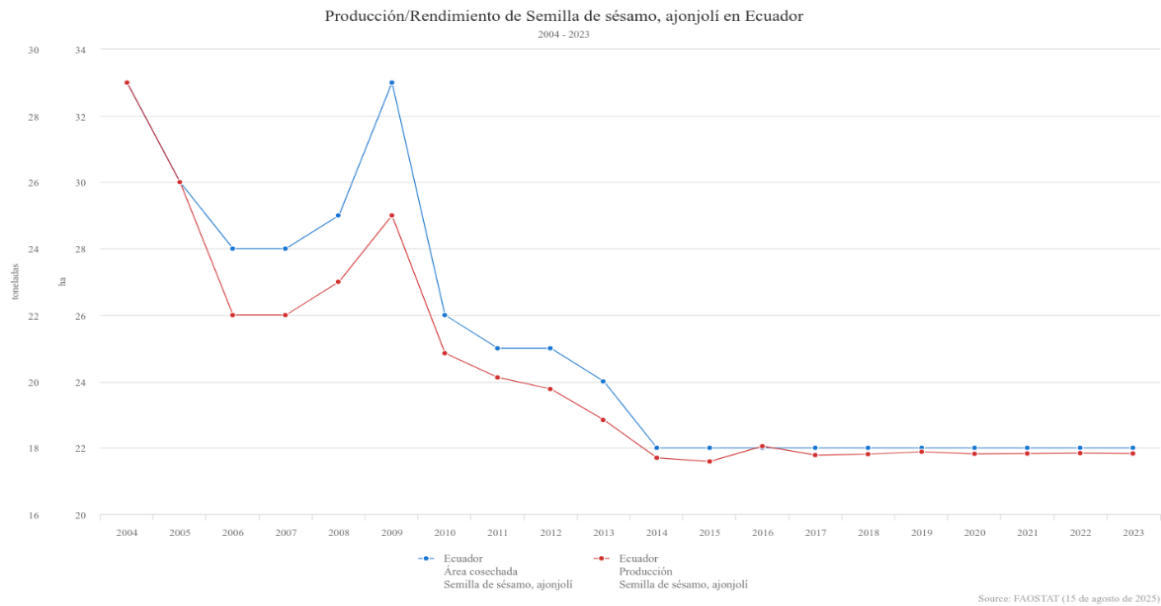


Figura 5. Producción/Rendimiento de ajonjolí en Ecuador 2004-2023 (FAOSTAT, 2025).

1.13 Fertilización orgánica

La Fundación Hogares Juveniles Campesinos (2008), consideran que el suelo es la base de la producción agropecuaria y funciona como un organismo vivo que debe ser nutrida de forma adecuada para que las plantas se desarrollen y crezcan dentro de un equilibrio nutritivo correcto. Para que el suelo se mantenga en buenas condiciones es necesario estar atentos con su fertilidad, recomendando la aplicación de abonos orgánicos que mejoran la fertilidad de los suelos y proporcionar un medio adecuado para el desarrollo de microorganismos.

Los abonos o fertilizantes orgánicos en su mayoría son de origen vegetal o animal, los abonos más comunes incluyen estiércoles. Los fertilizantes orgánicos promueven un sano desarrollo de las plantas ayudando en mejorar la estructura del suelo, reduciendo la erosión hídrica y eólica, aumenta la retención del agua y asegura una mayor disponibilidad de nutrientes (Álvarez, 2025).

1.13.1 Compostaje

Desde la parte agronómica se la define como un sistema de tratamiento de restos orgánicos, basado en una actividad microbiológica, que es llevada a cabo en condiciones controladas (aeróbicas y termófilas), mediante las que se obtiene un producto utilizable como lo son el abono, enmienda o sustrato (Bueno, 2021).

El compostaje es un proceso en el que la materia orgánica de origen vegetal o animal se descompone en condiciones aeróbicas y la presencia de microorganismos que ayudan con su descomposición. El compost ayuda a devolver nutrientes al suelo mejorando la calidad y fertilidad (Kim *et al.*, 2022). Involucra cuatro componentes esenciales: materia orgánica, humedad, oxígeno y descomponedores. Keep Austin Beautiful (KAB, 2025), menciona que, al agregarlo a suelos arenosos, mejora su estructura y por ende ayuda con la retención de agua del suelo, ayudando a un mejor desarrollo y salud de las plantas.

1.13.2 Compost a base de estiércol de bovino

Varios estudios reportan beneficios de la aplicación de compost, en procesos como la recuperación de suelos degradados por procesos erosivos o la compactación por el uso de maquinarias. Los residuos orgánicos compostados se los puede utilizar para controlar las escorrentías y erosión del suelo (Mora *et al.*, 2019).

El estiércol de vaca es un abono orgánico rico en nutrientes aportando nitrógeno, fósforo y potasio, no se recomienda usarlo fresco porque perjudica a las plantas. Es por eso por lo que es recomendable hacer un compostaje. El compost de estiércol de bovino es la mejor manera de añadir nutrientes al suelo y uno de los beneficios es el crecimiento rápido de los cultivos, aportando también una gran cantidad de fauna microbiana que ayuda con la mejora de la estructura del suelo (Jardón, 2022).

Tabla 5. Propiedades fisicoquímicas del compost de estiércol de bovino (Álvarez, 2025).

Composición	Resultado
pH	7.2
Materia orgánica (%)	0.85
Nitrógeno (%)	1.52
Fosforo (%)	6.83
Potasio (%)	0.12
Calcio (%)	8.8
Magnesio (%)	1.7
Humedad (%)	57.9

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Apoyo Manglaralto – Estación Experimental UPSE, Parroquia Manglaralto, provincia de Santa Elena, cuyas coordenadas geográficas del área donde se estableció el experimento son latitud sur $1^{\circ}50'24.77''$, longitud oeste $80^{\circ}44'25.2''$ y a una altitud de 12 msnm. El clima en la Parroquia Manglaralto se presenta en la zona como un clima tropical, con temperaturas que van entre 23 y 26 °C, con suelos franco-arcillosos, ligeramente alcalino, con precipitaciones anuales de 500 a 1000 mm y humedad relativa entre 81% y 86% (Gobierno Descentralizado Parroquial, 2024).



Figura 6. Ubicación del Centro de Apoyo Manglaralto-UPSE (Google Maps, 2025).

2.2 Materiales, equipos y reactivos

2.2.1 *Material biológico*

- ❖ Semillas de ajonjolí variedad “Varillon”
- ❖ Compost de bovino.
 - ❖ Estiércol de bovino 45 kg
 - ❖ Tierra 30 kg
 - ❖ Hojas secas
 - ❖ Hojas verdes

2.2.2 *Material de oficina*

- ❖ Hojas de apuntes
- ❖ Carpeta
- ❖ Bolígrafo
- ❖ Laptop
- ❖ Software Infostat

2.2.3 *Material de campo*

- ❖ Piola
- ❖ Pala
- ❖ Rastrillo
- ❖ Azadón
- ❖ Machete
- ❖ Martillo
- ❖ Clavos
- ❖ 24 letreros
- ❖ Cámara
- ❖ Cinta métrica
- ❖ Calibrador vernier
- ❖ Cinta de riego por goteo
- ❖ 24 llaves de paso con unión de 16 mm
- ❖ 24 codos de 16 mm
- ❖ 12 t de 16 mm
- ❖ 1 bomba de 20 L
- ❖ Insecticida agrícola Cyperpac (Cypermethrin 200 g/l) de 100 mL
- ❖ Plástico negro
- ❖ 1 balde de 3 litros
- ❖ 3 kg de melaza
- ❖ 3 kg de ceniza
- ❖ Caneca de 20 L con Trichoderma

2.3 Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental. Donde se evaluó el comportamiento morfológico y productivo del cultivo de ajonjolí (variable dependiente) bajo dos dosis de una fertilización orgánica (compost) y tres distancias de siembra (variable independiente).

2.4 Diseño de investigación

2.4.1 *Diseño experimental*

Para la siguiente investigación se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con un arreglo factorial, empleándose dos factores que fueron determinantes en la investigación (Factor A= dosis de fertilización orgánica y Factor B= distancias de siembra), estableciéndose 6 tratamientos con 4 repeticiones (Tabla 7), donde se obtuvo un total de 24 unidades experimentales. El modelo lineal del diseño experimental es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Observación de la variable respuesta obtenida del tratamiento con el i-ésimo nivel de A, el j-ésimo nivel de B y la repetición k-ésima

μ = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A

β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del Factor A y el j-ésimo nivel del Factor B en su repetición k

γ_k = Efecto del bloque k

ε_{ijk} = Error del experimento

Tabla 6. Esquema ANOVA.

Fuente de variación	Grados de libertad	
Bloques	b-1	3
Factor A	A-1	1
Factor B	B-1	2
Factor A x B	(A-1)(B-1)	2
Error del experimento	(t-1)(b-1)	15
Total	(t x b) - 1	23

*b= número de bloques (4). *A= Factor A dosis de compost (2). *B= Factor B distancias de siembra (3). t= número de tratamientos (6).

2.4.2 *Tratamientos*

En la Tabla 8 se detallan las combinaciones entre los factores empleados en la investigación obteniéndose un total de 6 tratamientos. Las dosis ocupadas en el compost (Factor A) fueron de 100 y 150 g/planta que fueron aplicadas en tres etapas, mientras que las distancias de siembra (Factor B) fueron de 0.70 m entre hileras y de 0.25, 0.30 y 0.35 m entre plantas dando como resultados densidades de siembra de 57.142, 47.619 y 40.816 plantas por hectárea.

Tabla 7. Descripción de los Tratamientos empleados.

Factor fertilización orgánica (A)	Factor distancias de siembra (B)	Combinaciones	Densidad de siembra (P.ha⁻¹)
Compost 100 g/planta (A1)	0.70 x 0.25 (B1)	T1 (A1B1)	57.142
	0.70 x 0.30 (B2)	T2 (A1B2)	47.619
	0.70 x 0.35 (B3)	T3 (A1B3)	40.816
Compost 150 g/planta (A2)	0.70 x 0.25 (B1)	T4 (A2B1)	57.142
	0.70 x 0.30 (B2)	T5 (A2B2)	47.619
	0.70 x 0.35 (B3)	T6 (A2B3)	40.816

2.4.3 *Delineamiento del experimento*

- Diseño experimental: DBCA con arreglo factorial (2x3)
- Número de tratamientos: 6
- Número de bloques: 4
- Número de unidades experimentales: 24
- Área total del experimento: 309.68 m²
- Área neta del experimento: 240.948 m²
- Área de la unidad experimental: 5.67 m²
- Área útil de la unidad experimental: 4.9, 5.4 y 4.9 m²

- Número de hileras por unidad experimental: 4
- Distancia entre hileras: 0.70 m
- Distancia entre plantas: 0.25, 0.30 y 0.35m
- Número de plantas por hilera: 7, 6 y 5
- Número de plantas por unidad experimental: 28, 24 y 20
- Total, de plantas en toda el área: 576

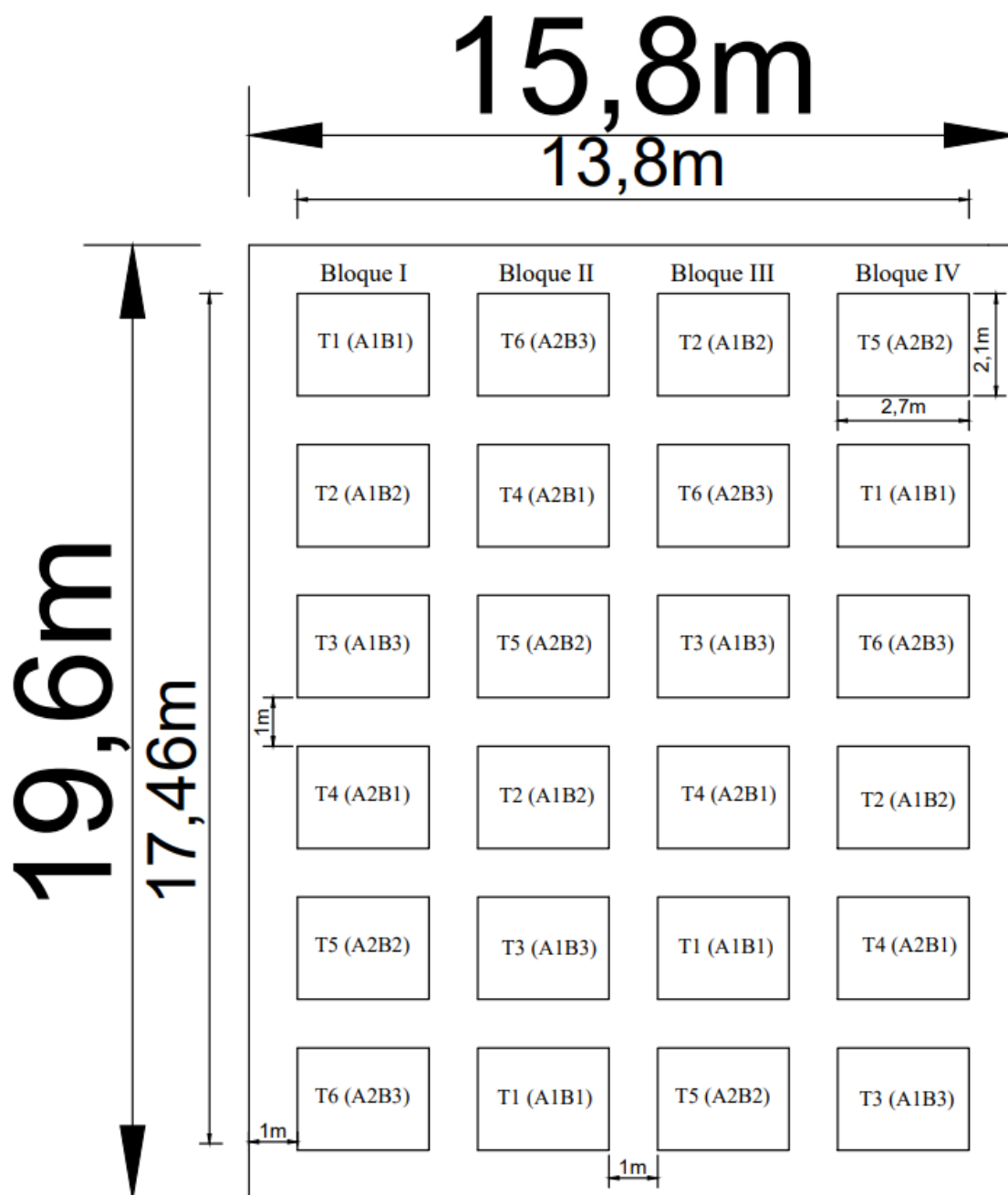


Figura 7. Croquis del experimento.

2.5 Manejo del experimento

2.5.1 Preparación del terreno

Se limpió el terreno de forma manual con ayuda de machetes y azadón para la eliminación de malezas; posteriormente se realizó un adecuado laboreo del suelo con un mes de anticipación antes de la siembra donde se delimitaron las áreas de cada unidad experimental. Una vez preparado el suelo se aplicó 2 L de Trichoderma en 20 L de agua para la desinfección del suelo.

2.5.2 Instalación del sistema de riego

Para el sistema de riego se empleó un sistema de riego por goteo de 16 mm de diámetro y 20 cm entre goteros. Para la instalación de la distancia entre hileras se utilizaron codos de 16 mm, t de 16 mm y llaves de paso de 16 mm.

2.5.3 Elaboración del compost

Se preparó con tres meses de anticipación el compost de bovino, siguiendo los pasos del manual para horticultores ecológicos (Bueno, 2021), los materiales y el procedimiento para la elaboración del compost a base de estiércol de bovino utilizados son los siguientes:

- Hojas verdes y secas
- 30 kg de tierra
- 45 kg de estiércol de bovino
- 3 kg de melaza
- 3 kg de ceniza
- Agua sin cloro o agua de lluvia

Procedimiento:

1. En primer lugar, se colocó el compost en un lugar seco protegido de los rayos de sol y del acceso al agua.
2. Se colocó una primera capa de tierra. Luego se incorporó otra capa de hojas verdes y secas, picados previamente en trozos pequeños.
3. Luego se colocó una capa de estiércol de bovino fresco.
4. Después se agregó una capa delgada de ceniza.

5. Posterior se diluyo en agua la melaza 1 kg en tres litros de agua y se lo vertió en las capas.
6. Se repitió todo este proceso, hasta ocupar todo el material. Finalmente, se lo dejó tapado con un plástico negro.
7. Se lo volteó pasando 15 días durante 3 meses.

2.5.4 Siembra

Con la preparación del suelo y la instalación del sistema de riego se procedió a realizar un primer riego de 1 hora, una vez el suelo estuvo húmedo se sembró a la distancia correspondiente de cada tratamiento a una profundidad de 1 cm, se sembraron 5 semillas por sitio, la siembra se la realizó el 6 de junio.

2.5.5 Plan de fertilización

La aplicación del compost se la realizó en tres etapas con 15 días de frecuencia. La primera aplicación se la realizó 15 días después de la germinación hasta los 45 días donde se completó la dosis establecida en la investigación (100 y 150 g/planta).

Tabla 8. Aplicación del compost.

Tratamiento	Dosis (g/planta/etapa)	Cantidad por tratamiento (Kg/Tratamiento)	Número de aplicaciones	Frecuencia (días)
T1	33.3 g	2.8 Kg	3	15
T2	33.3 g	2.4 Kg	3	15
T3	33.3 g	2 Kg	3	15
T4	50 g	4.2 Kg	3	15
T5	50 g	3.6 Kg	3	15
T6	50 g	3 Kg	3	15

2.5.6 Raleo

Esta técnica se la realizó a los 15 días después de la germinación, esto debido a que como se sembraron 5 semillas por sitio, se presentaba una mayor competencia entre nutrientes, por el cual se eliminaron plantas por sitio dejándose a la más vigorosa.

2.5.7 Frecuencia de riego

Las condiciones climáticas de Manglaralto fueron adecuadas por la presencia de lluvias, solo los primeros 30 días de vida se realizó un riego con una frecuencia de una hora pasando 3 días, durante los meses de julio, agosto y septiembre no se le realizó ningún riego por las presencias de lluvias.

2.5.8 Manejo fitosanitario

2.5.8.1 Control de malezas

Para el control de malezas se la realizó una vez a la semana de forma manual en todo el ciclo vegetativo, con ayuda de machetes y azadones para evitar la presencia de plagas, enfermedades y la competencia de recursos.

2.5.8.2 Control de plagas

Se realizó un control químico por la presencia de pulgón utilizándose Cyperpac con el producto activo Cypermethrin en una presentación de 100 mL, utilizándose una bomba de 20 L con la dosis correspondiente para controlar el pulgón.

2.5.9 Cosecha

Se observó en las hojas una coloración amarillenta signo de hacer el corte para el secado, el corte se la realizó a los 130 días dds; para el secado se instalaron soportes, una vez estuvo seco las capsulas en un plástico negro se votaron las semillas y con ayuda de una malla se separó los residuos para solo dejar las semillas de ajonjolí.

2.6 Parámetros evaluados

2.6.1 Morfológicos

Altura de la planta (cm) a los 30, 60, 90 días: con ayuda de una cinta métrica se evaluó la altura de la planta en cm, se tomó de cada tratamiento 10 plantas centrales al alzar en cada combinación (Casuriaga *et al.*, 2024).

Diámetro del tallo (mm) a los 30, 60, 90 días: se tomaron las mismas 10 plantas en cada combinación, midiéndose en mm con la ayuda de un calibrador vernier, se tomó a una altura de 10 cm del suelo (Magalhaes *et al.*, 2017).

Días hasta la floración: esta variable se la determinó mediante la observación directa en cada combinación, contándose los días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas entraron en etapa de floración (Bellido, 2025).

2.6.2 Productivos

Número de cápsulas: se contabilizó el número de cápsulas de las 10 plantas centrales en cada combinación, el conteo se lo realizó a partir del día 90, las medidas fueron expresadas en unidades (Rodríguez *et al.*, 2018).

Número de semillas por cápsulas: para el conteo del número de semillas por cápsulas, una vez secada las 10 plantas, se seleccionó 10 cápsulas al azar, una vez contabilizado los granos de cada cápsula, las medidas fueron expresadas en unidades (Villalba *et al.*, 2024).

2.6.3 Rendimiento y Rentabilidad

Peso de mil semillas (g): secadas todas las plantas y posterior a la trillada, fueron seleccionados los granos de forma aleatoria en cada combinación y fueron pesados en una balanza, los resultados fueron expresados en gramos (Melgarejo *et al.*, 2020).

Rendimiento kg.ha⁻¹: una vez secada todas las plantas y trilladas en cada unidad experimental, el rendimiento se lo determino mediante el peso total del área útil de la unidad experimental con ayuda de una balanza se pesó en gramos y posteriormente fueron convertidos en kg.ha⁻¹ (Apolo, 2021).

Fórmula 1:

$$\text{Rend.Tra}^{-1} (\text{kg}) = \frac{\text{PAUP}}{1000 \text{ g}}$$

Donde:

- ❖ PTA= Peso área útil de los tratamientos (g).
- ❖ Rend.Tra⁻¹ (kg)= Rendimiento por tratamiento en kg.

Fórmula 2:

$$\text{Rend. (kg.ha}^{-1}) = \frac{\text{Rend.Tra (kg)* 10000 m}^2}{\text{AUE m}^2}$$

Donde:

- ❖ Rend. (kg.ha⁻¹)= Rendimiento estimado en kg.ha⁻¹.
- ❖ AUE= Área útil de la unidad experimental (m²)

Análisis económico: se lo realizó en función de los tratamientos empleados para comparar el rendimiento económico donde se consideró los costos de producción estimado en una hectárea; calculándose el Ingreso Bruto, Costos Totales, Utilidad Neta y la relación Beneficio/Costo.

- **Ingreso Bruto:** valores totales de la fase de investigación, siguiendo la formula:

Fórmula 3:

$$IB = PV * \text{Rend. (kg.ha}^{-1}\text{)}$$

Donde:

- ❖ IB= Ingreso Bruto
- ❖ PV= Precio de Venta
- ❖ Rend. (kg.ha⁻¹)= Rendimiento estimado en kg.ha⁻¹.

- **Costos totales:** se lo determinó sumando los costos fijos (insumos ocupados por tratamientos) más los costos variables la cual se empleó la siguiente formula:

Fórmula 4:

$$CT = CF + CV$$

Donde:

- ❖ CT= Costos Totales
- ❖ CF= Costos Fijos
- ❖ CV= Costos variables

- **Utilidad neta:** se lo determinó mediante la obtención entre el beneficio bruto menos los costos totales de producción por tratamiento, empleándose la siguiente formula:

Fórmula 5:

$$UN = IB - CT$$

Donde:

- ❖ UN= Utilidad Neta
- ❖ IB= Ingreso Bruto
- ❖ CT= Costos Totales

- **Relación B/C:** se calculó la relación beneficio-costo de cada tratamiento mediante la siguiente formula:

Fórmula 6:

$$B/C = IB / CT$$

Donde:

- ❖ B/C= Relación Beneficio-Costo
- ❖ IB= Ingreso Bruto
- ❖ CT= Costos Totales

2.7 Análisis estadístico de los resultados

Se realizó una matriz de Excel con los datos recolectados en todo el proceso de la investigación, para luego proceder al análisis estadístico mediante el software InfoStat, en el cual se aplicó un ANOVA y test de Duncan para comparación de medias con un nivel de significancia $P < 0,05$.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Efectos de los tratamientos en los parámetros morfológicos en plantas de ajonjolí

3.1.1 *Altura de la planta (AP)*

De acuerdo con la Tabla 9, se evidencian los resultados de la altura de las plantas de ajonjolí desde los 30, 60 y 90 días, donde el factor A (Fertilización orgánica) y el factor B (Distancias de siembra), registraron diferencias significativas ($p < 0.05$), mientras que la interacción AxB no mostró una diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) en las tres fechas evaluadas (30, 60 y 90 días), lo que indicaría que los efectos de la fertilización orgánica no dependen de las distancias de siembra.

A los 30 días de evaluación, las plantas de ajonjolí con la mayor dosis de fertilización orgánica (A2= 150 g/planta) alcanzaron un promedio de altura de 14.90 cm, superando a las plantas con la menor dosis (A1= 100 g/planta) que alcanzaron una altura de 14.48 cm. Asimismo, con una distancia mayor entre plantas (B3= 0.70x0.35 m) favoreció una mayor altura (15 cm) en comparación a las distancias menores. En la interacción entre los factores, el tratamiento T6 (A2B3) alcanzó una altura de 15.28 cm, mientras que el tratamiento T1 (A1B1) presentó un menor crecimiento llegando a los 14.20 cm de altura.

Esta tendencia se mantuvo hasta el día 60, con la mayor dosis (A2= 150 g/planta) se obtuvo un mayor desarrollo de las plantas llegando a los 73.21 cm de altura frente a la menor dosis (A1= 100 g/planta) con 64.31 cm de altura. Asimismo, en cuanto a las distancias de siembra, con una distancia mayor (B3= 0.70x0.35 m) registró un mayor promedio en la altura con 71.16 cm, superando a las demás distancias. El tratamiento que obtuvo la mayor altura corresponde al T6 (A2B3) con 75.53 cm, mientras que el tratamiento T1 (A1B1) demostró el menor crecimiento con un promedio de 61.70 cm.

Finalmente, a los 90 días, las diferencias de altura fueron aún más notorias, debido a que se infiere que el efecto de una mayor dosis (A2= 150 g/planta) se obtuvo una mayor altura llegando a 193.21 cm, que resultó significativamente a una menor dosis (A1= 100 g/planta) con 181.83 cm. Por otro lado, con una distancia mayor ((B3= 0.70x0.35 m) permitió un mayor crecimiento llegando a 191.63 cm, superando a las demás distancias. En los tratamientos combinados, el que presentó mayor altura promedio fue el tratamiento T6

(A2B3) llegando a 197.38 cm de altura, siendo el T1 (A1B1, 177.63 cm) nuevamente el menor promedio en altura.

Estos resultados coinciden con los reportado por Aquino *et al.* (2019), quienes evidenciaron una respuesta morfológica positiva en la altura de la planta a diferentes densidades de siembra (10, 15, 20, 25 y 30 plantas por metro lineal), resultados que son evidentes de una densidad menor (10 pl.m^{-1}) evaluándose a una frecuencia de 30 días. Obteniendo las mayores alturas a los 30 días un promedio de 0.34 m, al día 60 un promedio de 0.77 m y finalmente al día 90 un promedio de 1.84 m de altura.

Similar a lo observado por Sánchez (2018), evidenció que a los 60 días las plantas mostraron una altura de 77.45 cm con una distancia de siembra de 60x30 cm (T4) a diferencia de las demás distancias evaluadas. Así mismo, a la cosecha, las plantas reportaron una altura de 2.86 m en el mismo tratamiento.

Eifediyi *et al.* (2023), investigaron el efecto de una fertilización orgánica a base de estiércol de bovino en el cultivo de ajonjolí sobre la altura de planta, utilizando tres dosis de estiércol de bovino (7.5, 15, 22.5 t.ha^{-1}), evaluándose en dos etapas, reportando diferencias significativas. Los autores citados reportaron que con la dosis mayor (22.5 t.ha^{-1}) al día 65, en la primera etapa obtuvieron una altura de 100.05 cm, en la segunda etapa con una dosis de 15 t.ha^{-1} una altura de 100.67 cm, siguiéndole la dosis 22.5 t.ha^{-1} con una altura de 100 cm. Estas diferencias se debieron probablemente a las diferencias de los factores climáticos por la zona de estudio y por los periodos evaluados (2018 y 2019).

A diferencia de lo encontrado por Duarte (2021), quien evaluó la altura de la planta de ajonjolí en la variedad Escoba Blanca, a los 120 días después de la aplicación de diferentes fuentes de fertilización, entre ellos el estiércol de bovino, obtuvo una altura de 2.31 m con una dosis de 30 t.ha^{-1} siendo uno de los mejores tratamientos en cuanto a la altura de la planta de ajonjolí.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden parcialmente con lo reportado por los autores, aunque no se evidenciaron interacciones significativas entre los factores, los resultados permiten inferir que con la fertilización orgánica a una mayor dosis (A2= 150 g/planta) y una distancia de siembra más amplia (B3= 0.70x0.35 m) favorece al desarrollo en la altura de las plantas de ajonjolí.

Tabla 9. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en la altura en plantas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) a los 30, 60 y 90 dds en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.

		Altura de la planta			N	
		GL	AP 30	AP 60		AP 90
Factor A (Fertilización orgánica)	A1	1	14.48 a	64.31 a	181.83 a	
	A2		14.90 b	73.21 b	193.21 b	
Factor B (Distancias de siembra)	B1	2	14.34 a	66.16 a	183.31 a	
	B2		14.73 b	68.95 b	187.63 b	
	B3		15.00 c	71.16 b	191.63 c	
Tratamientos						
T1 (A1B1)			14.20 a	61.70 a	177.63 a	40
T2 (A1B2)			14.48 ab	64.43 ab	182.00 b	40
T3 (A1B3)			14.50 ab	66.80 bc	185.88 c	40
T4 (A2B1)			14.73 bc	70.63 cd	189.00 d	40
T5 (A2B2)			14.95 cd	73.48 de	193.25 e	40
T6 (A2B3)			15.28 d	75.53 e	197.38 f	40
A x B						
Error experimental		2				
Total		231				
CV%			5.86	12.98	3.63	
Probabilidad _(FA)			0.0002	<0.0001	<0.0001	
Probabilidad _(FB)			<0.0001	0.0022	<0.0001	
Probabilidad _(A x B)			0.5931	0.9933	0.9933	

*AP 30= Altura de la planta a los 30 días después de la siembra. *A1= compost 100 g/planta. *A2= compost 150 g/planta. *B1= 0.70x0.25 m. *B2= 0.70x0.30 m. *B3= 0.70x0.35 m. *N= Número de plantas evaluadas. *GL= Grados de libertad. *CV%= Coeficiente de variación. *Medias estadísticas Duncan (p<0.05).

3.1.2 Diámetro del tallo (DT)

De acuerdo con la Tabla 10, se evidencian los resultados del diámetro del tallo en las plantas de ajonjolí, donde se presentaron diferencias significativas (p<0.05) para el factor A (Fertilización orgánica) y el factor B (Distancias de siembra), mientras que la interacción AxB no mostró una significancia estadística (p>0.05) en las tres fechas evaluadas (30, 60 y 90 días), lo que indicaría que los efectos de la fertilización orgánica no dependen de las distancias de siembra en cuanto al comportamiento del diámetro del tallo.

Desde los 30 a los 90 días después de la siembra, se evidenció que las plantas con una mayor dosis de fertilización orgánica (A2= 150 g/planta) mantuvo una tendencia superior, alcanzando promedios desde 1 a 18.75 mm de diámetro del tallo, a diferencia de las plantas con una menor dosis (A2= 100 g/planta) que registró promedios inferiores en un rango de 0.93 a 15.96 mm. De igual manera, con respecto a las distancias de siembra, a una mayor distancia (B3= 0.70x0.35 m) favoreció un mayor diámetro desde 0.99 a 18.29 mm. Por otro lado, la interacción entre los factores destacó el tratamiento T6 (A2B3) que alcanzó promedios desde 1.03 a 20.18 mm, mientras que el tratamiento T1 (A1B1) obtuvo promedios inferiores en un rango de 0.92 a 15.52 mm.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Casuriaga *et al.* (2022), quienes evidenciaron en cuanto al espaciamiento entre plantas evaluando la variedad Escoba Blanca en el día 60, con una mayor distancia de siembra (30 cm/planta) un diámetro de 2.10 cm. Sin embargo, Magalhaes *et al.* (2017) registraron diámetros en plantas de ajonjolí variedad BRS Seda, al aplicar dosis de estiércol de bovino (0, 10, 20, 30, 40 t.ha⁻¹) evaluado a los 120 días, con una dosis 40 t.ha⁻¹ un promedio de 26.50 mm, siendo superiores a los reportados en esta investigación.

Santos *et al.* (2014), mencionan que el tamaño del diámetro del tallo en plantas de ajonjolí puede estar influenciada por varios factores, entre los cuales se destacan: época de aplicación y el valor nutricional del fertilizante, la disponibilidad de los recursos para las plantas, entre otros.

De manera general, si bien los valores no son directamente similares, estos estudios hacen énfasis, que con una dosis alta de fertilización orgánica (A2= 150 g/planta) en particular a base de estiércol de bovino y una distancia de siembra más amplia (B3= 0.70x0.35 m) puede favorecer el desarrollo del tallo, aunque la magnitud del efecto va en dependencia del material estudiado y de las condiciones que se presenten.

Tabla 10. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en el diámetro del tallo en plantas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) a los 30, 60 y 90 dds en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.

GL	Diámetro del tallo			N
	DT 30	DT 60	DT 90	

Factor A (Fertilización orgánica)	A1	1	0.93 a	8.62 a	15.96 a
	A2		1.00 b	9.17 b	18.75 b
Factor B (Distancias de siembra)	B1	2	0.95 a	8.66 a	16.54 a
	B2		0.97 b	8.91 b	17.23 b
	B3		0.99 c	9.13 c	18.29 c

Tratamientos						
T1 (A1B1)			0.92 a	8.38 a	15.52 a	40
T2 (A1B2)			0.94 a	8.63 b	15.95 a	40
T3 (A1B3)			0.95 ab	8.87 c	16.41 a	40
T4 (A2B1)			0.98 bc	8.95 c	17.57 b	40
T5 (A2B2)			1.00 cd	9.19 d	18.51 c	40
T6 (A2B3)			1.03 d	9.38 e	20.18 d	40

A x B	2				
Error experimental	231				
Total	239				
CV%		9.01	5.03	11.40	
Probabilidad _(FA)		<0.0001	<0.0001	<0.0001	
Probabilidad _(FB)		0.0262	<0.0001	<0.0001	
Probabilidad _(A x B)		0.6491	0.9271	0.0199	

*DT 30= Diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra. *A1= compost 100 g/planta. *A2= compost 150 g/planta. *B1= 0.70x0.25 m. *B2= 0.70x0.30 m. *B3= 0.70x0.35 m. *N= Número de plantas evaluadas. *GL= Grados de libertad. *CV%= Coeficiente de variación. *Medias estadísticas Duncan ($p<0.05$).

3.1.3 *Días hasta la floración (DHF)*

De acuerdo con la Figura 8, se observan las respuestas de los tratamientos en función de los días a la floración obtenido en el cultivo de ajonjolí variedad varillon. Se evidencia que la aplicación de una menor dosis de fertilización orgánica y una menor distancia de siembra contribuyó a que las plantas fueran más precoces en cuanto a los días a la floración, destacando el T1 (A1B1) con 36 días a la floración, a diferencia del tratamiento T6 (A2B3) que reportó un mayor número de días a la floración (45 días).

De manera similar Bellido (2025), reportó con una menor distancia de siembra entre plantas (20 cm) presentó precocidad en la floración en plantas de ajonjolí variedad negra al día 38 registró las primeras flores, mientras que con las demás distancias de siembra y variedades de ajonjolí registro floración al día 47. Del mismo modo Alemu y Lishan (2024),

al aplicar con una dosis menor de fertilizantes a plantas de ajonjolí, presentaron precocidad en la floración.

Estos resultados se deben a que, a una menor distancia entre plantas, existe una mayor competencia, por lo tanto, la planta desencadena un estrés donde prioriza la supervivencia (producción de flores) sobre el crecimiento vegetativo.

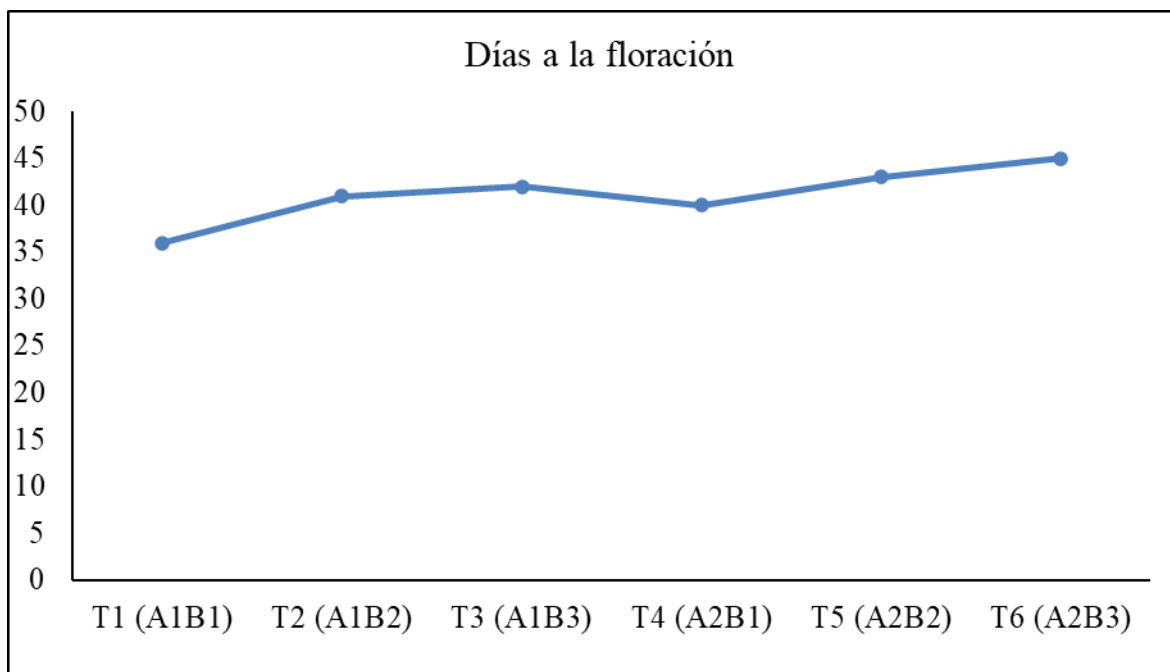


Figura 8. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en días hasta la floración en plantas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.

3.2 Efectos de los tratamientos en los parámetros productivos en plantas de ajonjolí

3.2.1 Número de cápsulas (NC)

Para el número de cápsulas (Tabla 11), presentó diferencias altamente significativas ($p < 0.05$) para el factor A (Fertilización orgánica) y el factor B (Distancias de siembra), mientras que la interacción AxB no mostró una diferencia estadística significativa ($p > 0.05$), lo que indicaría que los efectos de la fertilización orgánica no dependen de las distancias de siembra en el número de cápsulas por planta.

Se evidenció que las plantas con una mayor dosis de fertilización orgánica (A2= 150 g/planta) obtuvieron un promedio de 80.11 cápsulas, superando de forma significativa a las plantas sometidas a una menor dosis (A1= 100 g/planta) que registraron 72.33 cápsulas. Por

su parte, la distancia de siembra también influyó en dicha variable, observándose los valores más altos con una distancia de siembra más amplia B3 (0.70x0.35 m) registrando 77.95 cápsulas, en comparación a las demás distancias.

Al analizar la interacción entre los factores no se reportan diferencias estadísticas, sin embargo, se evidenció que el tratamiento T6 (A2B3) alcanzó el valor más alto con 83.18 cápsulas por planta, mientras que el tratamiento T1 (A1B1) presentó el menor número de cápsulas con 70.98.

Los datos obtenidos guardan cierta relación con lo reportado por Sangma *et al.* (2021), quienes evidenciaron el efecto de una menor densidad de siembra (T3= 40x10 cm) obtuvieron un promedio mayor con 89.33 cápsulas por planta y con manejo integrado de nutrientes en el cultivo de ajonjolí a una mayor dosis (N2= 75% NPK + 25% estiércol orgánico) obtuvieron 82.66 cápsulas por planta. Siendo la interacción entre estos dos factores con la que (T8= T3N2) reportaron un mayor número de cápsulas (95.88).

A diferencia de lo registrado por Magalhaes *et al.* (2017), quienes al usar una dosis mayor (40 t.ha⁻¹) de estiércol de bovino en el ajonjolí BRS Seda, obtuvieron un mayor número de cápsulas (429.25) siendo superior a lo obtenido en este estudio. Este resultado va en dependencia de la variedad utilizada, al ser una variedad conocida por presentar ramificación. En ese sentido, Melgarejo *et al.* (2020), indica que plantas de ajonjolí con un mayor número de ramificaciones manifiestan un aumento en el número de cápsulas por planta.

Si bien los resultados obtenidos en esta investigación son muchos menores a lo reportado por los autores, ambos estudios permiten afirmar que con una aplicación de mayor dosis de fertilización (A2= 150 g/planta) y el uso de distancias de siembra amplias (B3= 0.70x0.35 m) favorece a la producción de cápsulas en el cultivo de ajonjolí.

3.2.2 Número de semillas por cápsula (NSC)

Para el número de semillas por cápsula (Tabla 11), presentó diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$) para el factor A (Fertilización orgánica) y el factor B (Distancias de siembra), mientras que la interacción AxB no mostró una diferencia estadística significativa ($p < 0.4936$), lo que indicaría que los efectos de la fertilización orgánica no dependen de las distancias de siembra en el número de semillas por cápsula.

Se evidenció que las plantas con una mayor dosis de fertilización orgánica (A2= 150 g/planta) obtuvieron un promedio de 66.20 semillas/cápsula, superando significativamente a las plantas con una menor dosis (A1= 100 g/planta) registrando 61.72 semillas/cápsulas. Por su parte, la distancia de siembra también influyó en dicha variable, observándose los valores más altos con una distancia de siembra más amplia B3 (0.70x0.35 m) registrando 66.04 semillas/cápsula, en comparación a las demás distancias que registraron un menor número de semillas.

En cuanto a la interacción entre los factores no se reportan diferencias estadísticas, sin embargo, el tratamiento T6 (A2B3) alcanzó el valor más alto con 67.83 semillas/cápsulas, diferenciándose del tratamiento T1 (A1B1) quien presentó el menor número de semillas/cápsulas con 59.93.

Estos resultados se asemejan con lo reportado por Oyup (2020), quien evaluó el efecto de ceniza de madera y estiércol avícola en el cultivo de ajonjolí variedad Sesiim II, reportando que con estos dos elementos alcanzó un mayor número de semillas por cápsula (68.8). De manera similar Carneiro *et al.* (2016), evidenció con una dosis alta de abono orgánico (estiércol de bovino) alcanzó un promedio de 53.68 semillas por cápsula.

En comparación con Rodríguez *et al.* (2018), quienes evaluaron únicamente el efecto de distintas distancias de siembra en el ajonjolí variedad Portoviejo 1, registrando con una distancia de siembra más amplia (T4= 0.60x0.30 m) un promedio de 56.80 semillas/cápsulas, siendo inferiores a lo alcanzado en esta investigación.

De manera general, si bien los valores no son directamente similares, estos estudios hacen énfasis, que con una dosis alta de fertilización orgánica (A2= 150 g/planta) en particular a base de estiércol de bovino con una distancia de siembra más amplia (B3= 0.70x0.35 m) puede favorecer el incremento en el número de semillas por cápsulas. Cabe destacar que el efecto va en dependencia de la metodología empleada, incluso de la variedad estudiada y condiciones ambientales.

Tabla 11. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en el comportamiento productivo de número de cápsulas y semillas por cápsulas en plantas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.

	GL	Variables productivas		N	
		NC	NSC		
Factor A (Fertilización orgánica)	A1	1	72.33 a	61.72 a	
	A2	1	80.11 b	66.20 b	
Factor B (Distancias de siembra)	B1	2	73.83 a	62.16 a	
	B2	2	76.88 b	63.68 b	
	B3	2	77.95 b	66.04 c	
Tratamientos					
T1 (A1B1)			70.98 a	59.93 a	40
T2 (A1B2)			72.73 a	60.98 a	40
T3 (A1B3)			73.28 a	64.25 b	40
T4 (A2B1)			76.68 b	64.40 b	40
T5 (A2B2)			80.48 c	66.38 bc	40
T6 (A2B3)			83.18 c	67.83 c	40
A x B	2				
Error experimental	231				
Total	239				
CV%			9.53	7.58	
Probabilidad _(FA)			<0.0001	<0.0001	
Probabilidad _(FB)			0.0012	<0.0001	
Probabilidad _(A x B)			0.1092	0.4936	

*NC= Número de cápsulas. *NSC= Número de semillas por cápsula. *A1= compost 100 g/planta. *A2= compost 150 g/planta. *B1= 0.70x0.25 m. *B2= 0.70x0.30 m. *B3= 0.70x0.35 m. *N= Número de plantas evaluadas. *GL= Grados de libertad. *CV%= Coeficiente de variación. *Medias estadísticas Duncan (p<0.05).

3.3 Efectos de los tratamientos en los parámetros de rendimiento y rentabilidad con el cultivo de ajonjolí

3.3.1 Peso de mil semillas (PMS)

En cuando al peso de mil semillas (Tabla 12), se evidenciaron diferencias altamente significativas (p<0.05) para el factor A (Fertilización orgánica) y para el factor B (Distancias de siembra, mientras tanto la interacción AxB no mostró diferencias estadísticas

significativas ($p= 0.2072$), lo que indicaría que los efectos de la fertilización orgánica no dependen de las distancias de siembra en cuanto al peso de las semillas.

Con respecto al factor A, se observó que las plantas sometidas a una mayor dosis de fertilización orgánica ($A_2= 150$ g/planta) alcanzaron un mayor peso de las semillas con 2.84 g promedio, superando a las plantas con una dosis baja ($A_1= 100$ g/planta), registrando 2.68 g. En cuanto al factor B, se evidenció un peso mayor de las semillas con 2.91 g con una distancia más amplia ($B_3= 0.70 \times 0.35$ m), en comparación con la distancia más reducida ($B_1= 0.70 \times 0.25$ m) que obtuvo un promedio menor con 2.59 g.

Aunque la interacción entre factores no fue significativa, se observó que el tratamiento el T6 (A_2B_3) alcanzó un peso mayor de mil semillas (3.05 g), a diferencia con el tratamiento T1 (A_1B_1) quien registró el menor peso de semillas (2.58 g).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Duarte (2021), quien registró con una dosis mayor de estiércol de bovino ($30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) un promedio en el peso de mil semillas de 3.01 g en el cultivo de ajonjolí variedad Escoba Blanca. Asemejándose con lo investigado por Jan *et al.* (2014), quienes reportaron un mayor promedio en el peso de las mil semillas (3.64 g) con una dosis mayor de fertilizante fosfatado ($100 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$) en el cultivo de ajonjolí.

De manera similar Villalba *et al.* (2024), registraron con una densidad menor un promedio de 2.8 g en el peso de mil granos, mientras que con una densidad mayor obtuvieron un promedio menor de 2.4 g en el cultivo de ajonjolí variedad negro. Bellido (2025), evidenció el mismo comportamiento en lo referente a distancia de siembra entre plantas, obteniendo un mayor peso de las mil semillas (3.04 g) con una distancia más amplia (40 cm).

Los estudios realizados por los autores más lo reportado en la investigación, permiten inferir que a medida que se aumente la dosis de fertilizante y las distancias de siembra, el peso de las semillas aumenta. Lo cual está relacionado a una mejor distribución de los recursos agua, luz y nutrientes disponibles en el suelo, para el incremento en el peso en las semillas.

3.3.2 Rendimiento ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

El análisis del rendimiento de las plantas de ajonjolí (Tabla 12) mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las dosis de fertilización orgánica (Factor A) y las distancias de

siembra (Factor B), mientras que en la interacción entre ambos factores (AxB) no se reportó diferencias significativas ($p > 0.05$).

Los tratamientos con una dosis mayor de compost (A2= 150 g/planta) presentaron los mayores promedios en rendimientos alcanzando 1.42 kg por tratamiento y 2865.72 kg.ha⁻¹ a diferencia de los tratamientos con una menor dosis (A1= 100 g/planta) que alcanzaron un promedio inferior de 1.23 kg por tratamiento y 2480.97 kg.ha⁻¹. Con respecto a las distancias de siembra, con una distancia de 0.70 x 0.30 m (B2) se registró el mejor rendimiento promedio con 1.44 kg por tratamiento y 2851.94 kg.ha⁻¹ a diferencia con las demás distancias de siembra con menor rendimiento.

En cuanto a la interacción si bien no se encontró diferencias significativas, el tratamiento T5 (A2B2) registro el mayor promedio con 1.57 kg por tratamiento y 3117.41 kg.ha⁻¹, seguido por el T4 (A2B1) con 1.40 kg por tratamiento y 2856.46 kg.ha⁻¹. Mientras que los tratamientos que registraron los menores rendimientos corresponden al T3 (A1B3) y T1 (A1B1).

El rendimiento obtenido en este estudio es mayor a lo reportado por Baltodano y Díaz (2024), quienes con una dosis de 12 t.ha⁻¹ de compost de bovino obtuvieron un rendimiento en el cultivo de ajonjolí variedad ICTA R-198 de 1658.56 kg.ha⁻¹. Por otro lado, los datos obtenidos en este estudio concuerdan con los registrado por Sánchez (2018), quien reportó con una distancia de siembra óptima (0.60 x 0.30 m) un mayor rendimiento con el cultivo de ajonjolí variedad Portoviejo 1 llegando a 3.1250 t.ha⁻¹ en condiciones climáticas de la provincia de El Oro.

Antes esto Villalba *et al.* (2024), mencionan que el aumento de densidad de siembra en el cultivo de ajonjolí aumenta el rendimiento hasta un cierto punto, pues con una densidad mayor a la óptima el rendimiento disminuye. Es decir, que cuando la densidad de plantas supera un nivel óptimo, provocaría la competencia excesiva de recursos, lo que generaría plantas más delgadas, menor desarrollo de cápsulas y, en consecuencia, una disminución en el rendimiento. Por ello, debe existir un equilibrio entre cantidad de plantas para maximizar el rendimiento sin comprometer el desarrollo de las plantas.

Tabla 12. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en el peso de las semillas y rendimiento en el cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.

	GL	Rendimiento			N	
		PMS (g)	R.Tra ⁻¹ (kg)	R (kg.ha ⁻¹)		
Factor A (Fertilización orgánica)	A1	1	2.68 a	1.23 a	2480.97 a	
	A2		2.84 b	1.42 b	2865.72 b	
Factor B (Distancias de siembra)	B1	2	2.59 a	1.33 b	2703.10 b	
	B2		2.79 b	1.44 b	2851.94 b	
	B3		2.91 b	1.21 a	2465 a	
Tratamientos						
T1 (A1B1)			2.58 a	1.25 ab	2549.74 ab	4
T2 (A1B2)			2.70 ab	1.30 b	2586.47 ab	4
T3 (A1B3)			2.78 ab	1.13 a	2306.70 a	4
T4 (A2B1)			2.60 a	1.40 b	2856.46 bc	4
T5 (A2B2)			2.88 bc	1.57 c	3117.41 c	4
T6 (A2B3)			3.05 c	1.29 ab	2623.30 ab	4
A x B						
A x B		2				
Error experimental		15				
Total		23				
CV%			4.87	8.11	8.20	
Probabilidad _(FA)			0.0114	0.0005	0.0006	
Probabilidad _(FB)			0.0008	0.0025	0.0101	
Probabilidad _(A x B)			0.2072	0.4880	0.5275	

*PMS= Peso de mil semillas. *R.Par⁻¹= Rendimiento por tratamiento. *R= Rendimiento estimado. *A1= compost 100 g/planta. *A2= compost 150 g/planta. *B1= 0.70x0.25 m. *B2= 0.70x0.30 m. *B3= 0.70x0.35 m. *N= Número de tratamientos. *GL= Grados de libertad. *CV%= Coeficiente de variación. *Medias estadísticas Duncan (p<0.05).

3.3.3 Rentabilidad

En la Tabla 13, se detallan el costo de producción para la elaboración del fertilizante orgánico (compost) empleado para la investigación, con insumos ocupados durante el tiempo de elaboración. Cabe señalar que algunos insumos y herramientas fueron obtenidos con la ayuda del Centro de Apoyo Manglaralto (UPSE) para la instalación del experimento, por lo

que no fueron considerados en el cálculo total de costo, sin embargo, si son considerados en el costo de producción estimada a 1 ha.

Tabla 13. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en el costo de producción del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la parroquia Manglaralto, Santa Elena.

Detalle	Cantidad	Unidad	Costo Unit.	Total
Costos Variables de los tratamientos				
Tierra	30	Kg	-	-
Estiércol de bovino	45	Kg	-	-
Melaza (30 kg)	1	Saco	\$9.00	\$9.00
Ceniza	3	Kg	-	-
Hojas secas	1	Kg	-	-
Hojas verdes	1	Kg	-	-
Subtotal				\$9.00
Costos Fijos de los tratamientos				
Balde de 3 L	1	Unidad	\$1.00	\$1.00
Plástico	2	Metros	\$2.50	\$5.00
Carretilla	1	Unidad	-	-
Medidor vernier digital	1	Unidad	\$7.00	\$7.00
Subtotal				\$13.00
Costos Variables del experimento				
Semillas de ajonjolí “Varillon”	4	Kg	\$3.50	\$14.00
Limpieza del terreno	3	Jornal	\$15.00	\$45.00
Arado del suelo	3	Jornal	\$15.00	\$45.00
Herramientas (azadón, machete, etc)	-	Unidad	-	-
Siembra de semillas	4	Jornal	\$15.00	\$60.00
Raleo	5	Jornal	\$15.00	\$75.00
Limpieza de maleza	3	Jornal	\$15.00	\$45.00
Control fitosanitario (Insecticida)	1	Jornal	\$15.00	\$15.00
Cosecha	5	Jornal	\$15.00	\$75.00
Clavos de acero 1/2	1	Libra	\$2.50	\$2.50
Subtotal				\$376.50
Costos Fijos del experimento				
Cinta de riego por goteo	336	Metros	-	-
Llaves de paso 50 mm	1	Unidad	\$5.50	\$5.50
Llaves de paso con unión de 16 mm	24	Unidad	\$0.90	\$21.60
Codos de 16 mm	24	Unidad	\$0.25	\$6.00
T de 16 mm	12	Unidad	\$0.30	\$3.60
Caneca con Trichoderma 20 L	1	Caneca	\$31.00	\$31.00

Insecticida agrícola (Cyberpac) 100 mL	2	Unidad	\$2.85	\$5.70
Bomba de fumigación de 20 L	1	Unidad	\$15.00	\$15.00
Letreros	24	Unidad	\$0.50	\$12.00
Balanza digital	1	Unidad	-	-
Piola	2	Unidad	\$1.00	\$2.00
Subtotal				\$102.40
TOTAL				\$500.90

En la Tabla 14, se presenta una estimación económica por tratamiento donde se realizó el cálculo estimado a partir del costo de producción de la investigación proyectadas a 1 ha, donde se observa que el tratamiento con mayor rentabilidad es el T5 (A2B2) presentando una relación B/C de 2.13, lo que se interpreta por cada dólar invertido genera \$1.13 de beneficio, siguiéndole el tratamiento T2 (A1B2) quien registró una relación B/C de 2.09, mientras que el de menor rentabilidad fue el tratamiento T4 (A2B1) con una relación B/C de 1.79.

Estos resultados se deben a partir del rendimiento de cada tratamiento estimado en Kg.ha⁻¹ comercializado en \$4.50 por Kg y del costo total que va en dependencia de la cantidad de compost a elaborar por tratamiento.

Tabla 14. Efecto de la fertilización orgánica y las densidades de siembra en la rentabilidad del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) proyectado a 1 ha.

Tratamiento	Precio de venta por Kg	Ren. Kg.ha ⁻¹	Ingreso Bruto (USD)	Costos Totales	Utilidad neta (USD)	B/C
T1 (A1B1)	\$4.50	2549.74	\$11 473.83	\$5 970.80	\$5 503.03	1.92
T2 (A1B2)	\$4.50	2586.47	\$11 639.12	\$5 562.30	\$6 076.82	2.09
T3 (A1B3)	\$4.50	2306.70	\$10 380.15	\$5 269.90	\$5 110.25	1.97
T4 (A2B1)	\$4.50	2856.46	\$12 854.07	\$7 200.60	\$5 653.47	1.79
T5 (A2B2)	\$4.50	3117.41	\$14 028.35	\$6 585.70	\$7 442.65	2.13
T6 (A2B3)	\$4.50	2623.30	\$11 804.85	\$6 147.10	\$5 657.75	1.92

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El estudio permitió establecer que la fertilización orgánica y las densidades de siembra influyeron significativamente en el comportamiento agronómico del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en la parroquia Manglaralto, Santa Elena. Se evidenció que con una mayor dosis de fertilización orgánica (compost) y una densidad de siembra menor favorecieron un mejor desarrollo debido a que se redujo la competencia por los recursos, observándose un aumento significativo en las variables evaluadas, tales como la altura de la planta, diámetro del tallo, aumento en el número de cápsulas por planta y semillas por cápsula.

En cuanto al rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) se comprobó que con una mayor dosis de fertilización orgánica (compost) con una densidad de siembra óptima favorece a un peso adecuado de las semillas y un mejor rendimiento por hectárea. En contraste, un aporte adecuado de nutrientes y densidad óptima conduce a un equilibrio adecuado en el crecimiento y cantidad de plantas, mejorando la disponibilidad de recursos, lo que impacta directamente en el rendimiento y calidad del producto.

Entre los tratamientos evaluados en términos de eficiencia y costos de producción permitió identificar que el tratamiento con una mayor dosis de fertilización orgánica (compost) con una densidad de siembra óptima (T5 A2B2) presentó la mejor relación B/C, traduciéndose que la inversión en una fuente de fertilización orgánica y una adecuada densidad de siembra no solo mejora la producción sino también influye positivamente en la rentabilidad económica, convirtiéndose en una alternativa viable y sostenible para los agricultores locales.

Recomendaciones

- Para los productores de la provincia de Santa Elena se recomienda emplear una fuente de fertilización orgánica con una distancia de siembra de 0.70x0.30 m con el cultivo de ajonjolí variedad varillon que muestra una alta rentabilidad.
- Se sugiere evaluar diferentes fuentes de fertilización orgánica sea de origen vegetal, animal o microbianas para determinar su efecto en las variables agronómicas del cultivo de ajonjolí.
- Realizar investigaciones adicionales en cuanto a densidades de siembra óptimas con otras variedades con la finalidad de determinar su eficiencia según las condiciones edafoclimáticas de la provincia de Santa Elena.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemu, F., & Lishan, T. (2024). «*Managing integrated NPSB fertilizers and farmyard manure to improve the sesame (*Sesamum indicum* L) yield in Guraferda Districts, Southwest Ethiopia*». *Russian Agricultural Sciences*, 50(2), pp. 131-141.
- Aquino, C., Ruiz, E., Lugo, W., Fernández, A., Morel, E., Mongelos, C., Sánchez, M., & Resquin, A. (2019). «*Population of plants and its effect on the vegetative development and performance of sesame*». *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 12(11), p. 53-57.
- AgroKrebs. (2020). «*Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de ajonjolí*». [En línea]. Disponible en: <https://www.facebook.com/agrokrebs/posts/requerimientos-edafoclim%C3%A1ticos-del-cultivo-de-ajonjol%C3%AD-temperaturapor-ser-un-cul/1013652075785911/>. Consultado: 07/09/2024.
- Agrotendencia. (2020). «*El ajonjolí una “semilla milagrosa” y valioso tesoro para la salud*». [En línea]. Obtenido de: <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivo-de-ajonjol/>. Consultado: 07/09/2024.
- Apolo, R. (2021). «*Influencia del tipo de cultivar y distancia de siembra en parámetros morfológicos y agronómicos del cultivo de ajonjolí*». Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Machala. UTMACH. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17459/1/TTUACA-2021-IA-DE00041.pdf>
- Álvarado, M. (2025). «*Determinación de la calidad de compost obtenido a partir de residuos vegetales del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*) con estiércol de cobayo, ganado porcino y ganado bovino*». Posgrado. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca. Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/30214/1/UPS-CT012053.pdf>
- Bajaña, D. (2022). «*Importancia del manejo agronómico del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en Ecuador*». Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos. Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13295>

- Baltodano, C., y Díaz, L. (2024). «*Crecimiento y rendimiento del cultivo de ajonjolí en respuesta a dosis de bioestimulante, fertilización orgánica y fertilización sintética*». Trabajo de tesis. Dirección de Ciencias Agrícolas. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Bellido, K. (2025). «*Distancia de siembra entre plantas en tres cultivares de ajonjolí (Sesamum indicum L). Pichari 614 msnm-Cusco*». Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3b2048e3-4f96-42c5-9293-7ac18c721a03/content>
- Bueno, M. (Ed.). (2021). «*Cómo hacer un buen compost: manual para horticultores ecológicos (5a. Ed.)*». Estella, Navarra: La Fertilidad de la Tierra Ediciones. Disponible en eLibro: <https://elibro.net/es/lc/upse/titulos/230083> Consultado el: 06/10/2025.
- Casuriaga, O., Morel, E., Osmar, M., Servin, A., López, D., Pereira, W., y Huerta, A. (2022). «*Efecto de fertilización fosfatada y espaciamiento entre plantas en características morfológicas del sésamo (Sesamum indicum L.)*». Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(6), pp. 7829-7842. Disponible en: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3956
- Carneiro, J., Santos, P., De Freitas, G., Dos Santos, A., & Ribeiro, R. (2016). «*Resposta do gergelim à adubação com esterco bovino e doses de fósforo no sul de Tocantins*». Scientia Agraria, 17(2), pp. 41-48. Disponible en: <https://doi.org/10.5380/rsa.v17i2.48531>
- Duarte, M. (2021). «*Fuentes de fertilización y su efecto en la producción de sésamo y en las propiedades químicas del suelo*». Trabajo Final de Grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay. <https://www.pubiabm.com.py/wp-content/uploads/2022/07/Maria-Duarte-TFG.pdf>
- Eifediyi, E., Ahamefule, H., Ogedegbe, F., Agbede, T., Isiaka, K., & Ajayi, A. (2023). «*Influence of Tithonia diversifolia and cattle manures on the growth and yield of sesame (Sesamum indicum L.)* ». International Journal of Recycling of Organic

Waste in Agriculture, 12(3), p. 291-303. Disponible en:
<https://doi.org/10.30486/ijrowa.2022.1945769.1377>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT). (2025). «Cultivos y productos de ganadería». Disponible en:
<https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>. Consultado el: 06/08/2025

Ferré, C., Palomino, D., y Ramos, A. (2018). «Efecto de los abonos orgánicos en el incremento de la producción del cultivo de ajonjolí en el distrito de Chosica». Facultad de Agropecuaria y Nutrición. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/1230>

Garnica, J., Rodríguez, Ó., Jaramillo, C., Villamil, J., y Valencia, A. (2020). «Caracterización morfológica de 160 accesiones de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) del banco de germoplasma de Colombia». Ciencia y Agricultura, 17(3), p. 63-77. Disponible en: <https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n3.2020.11618>

Gobierno Descentralizado Parroquial. (2024). «Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia Manglaralto 2023-2027». Disponible en:
https://gadmanglaralto.gob.ec/media/gadmanglaralto/pdot_archivos/PDOT_20232027.pdf. Consultado el: 12/08/2025.

Gómez, J. (2024). «Evaluación de rendimiento y productividad de cuatro híbridos de maíz *Zea mays* L en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena». La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias. 44p. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12062>

Hogares Juveniles Campesinos. (Eds.). (2008). «Manual. Agricultura alternativa». Fundación Hogares Juveniles Campesinos.

Hurtado, A. (2018). «Plan de negocio para la creación de una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de mantequilla de ajonjolí en el sector Dr. Teodoro Wolf de la ciudad de Guayaquil, 2017». Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

- Jan, A., Shahzad, A., Mohammed, A., & Aziz, K. (2014). «*Growth and yield components of sesame (Sesamum indicum L) as influenced by phosphorus levels under different row spacing*». Journal of Environment and Earth Science, 4 (22), pp. 150-154. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/270272414>
- Jardón, T. (2022). «*Cómo compostar estiércol de vaca para la huerta*». [En línea]. Obtenido de: <https://www.lahuertinadetoni.es/compostar-estiercol-de-vaca/> Consultado el: 12/09/2025.
- Keep Austin Beautiful (KAB). (2025). *What is compost and why does it matter?* [En línea]. Obtenido de: <https://keepaustinbeautiful.org/blog/what-is-compost-why-does-it-matter>. Consultado el: 09/10/2025.
- Kim Ho, T., Tung, V., Hai, T., Nguyen, N., Tranc, C., Nguyen, P., Hien Vo, T., Thai, V., & Bui, X. (2022). «*Compost to improve sustainable soil cultivation and crop productivity*». Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, 6, p. 100211. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100211>.
- Medrano, A. (2024). «*Influencia de los factores climáticos en la producción del cultivo de ajonjolí (Sesamum indicum)*». Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos, Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16118>
- Melgarejo, M., Galeano, A., Amarilla, D., Maidana, E., Bogado, M., Franco, R., Mendoza, M., Colman, P., Silvero, O., Lugo, W., y da Silva Oviedo, M. (2020). «*Efecto de diferentes densidades de siembra sobre las características agronómicas del sésamo (Sesamum indicum L.) en el distrito de Curuguaty*». Idesia (Arica), 38(3), pp. 107-112. Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000300107>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2015). «*Santa Elena cuenta con una Planta de Almacenamiento y Secado de Granos*». Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://www.agricultura.gob.ec/santa-elena-cuenta-con-una-planta-de-almacenamiento-y-secado-de-granos>

- Montoya, J., Héctor, E., Torres, A., y Fosado, O. (2019). «*Crecimiento y rendimiento del ajonjolí (Sesamum indicum L.) bajo la acción de dos bioles*». La Técnica, Revista de las Agrociencias. Universidad Técnica de Manabí.
- Mora, J., Silva, A., y Escobar, N. (2019). «*Bioindicadores en suelos y abonos orgánicos*». Ibagué: Sello Editorial Universidad del Tolima. Disponible en eLibro: <https://elibro.net/es/lc/upse/titulos/120999> Consultado el: 13/10/2025.
- Naeem, M., Ansari, A. A., & Gill, S. S. (Eds.). (2020). «*Contaminants in agriculture: Sources, impacts and management*». Springer Nature.
- Noda, Y., y Martín, G. (2018). «*Efecto de la densidad de siembra en caracteres morfoproductivos de Jatropha curcas intercalada con cultivos alimenticios*». Pastos y Forrajes, 41(2), 97-105.
- Oyup, D. (2020). «*Effect of wood ash and chicken manure on growth and yield of sesame (Sesamum indicum)* ». Uganda Martyrs University.
- Queiroga, V., Chavez, J. y Perez, F. (2018). «*Cultivo de ajonjolí para los campesinos en los departamentos de Choluteca y Valle*». Honduras. Revista A Barriguda 1ª edición. Disponible en: <http://190.15.129.146/bitstream/handle/49000/16118/E-UTB-FACIAG-%20AGROP-000119.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- QuestionPro. (2018). «*Investigación experimental: Qué es, tipos y cómo realizarlo*». [En línea]. Obtenido de: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>. Consultado el: 01/10/2024.
- Rodríguez, I., Pérez, H., García, R., y Sánchez, Z. (2018). «*Efecto de la densidad de población en parámetros agronómicos del cultivo de ajonjolí (Sesamum indicum L.)* ». Revista Científica Agroecosistemas, 6(3), pp. 33-39. Disponible en: <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>
- Ruiz, F. (2022). «*Extracción, caracterización e índice de estabilidad del aceite de ajonjolí (Sesamum indicum L.) a diferentes condiciones de inhibición oxidativa*». Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34281/1/t1938mquim.pdf>

- Sánchez, Z. (2018). «*Comportamiento del cultivo del ajonjolí bajo diferentes densidades de población en la granja Santa Inés*». (Trabajo de titulación). UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12434>
- Sangma, D., Longkumer, L., Singh, A., & Solo, V. (2021). «*Effect of planting density and integrated nutrient management in sesame (sesamum indicum L)* ». Agricultural Science Digest. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/349889341>
- Santos, A., Garófalo, L., & Felipe, J. (2014). «*Morfología dos frutos do gergelim irrigadi submetido a doses de N*». Congreso Brasileiro de Engenharia Agrícola- CONBEA 2014. Campo Grande, MS, Brasil.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). «*Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos. 9. Compuesta*». Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737324/9_Composta.pdf
Consultado el: 24/09/2025.
- Siguencia, E., y Saritama, R. (2022). «*Evaluación del rendimiento del aceite esencial de ajonjolí (Sesamum indicum L.) a partir de dos pretratamientos para su aplicación en la industria*». Universidad Politécnica Salesiana. Carrera de Biotecnología. Cuenca. Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23422/4/UPSCT010081.pdf>
- Toledo, R., Vásquez, R., Grajales, M., Arispe, J., y Noriega, D. (2024). «*Manejo agronómico del cultivo de ajonjolí en Guerrero*». Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Iguala. Iguala de la Independencia, Guerrero. Folleto técnico Núm. 28. ISBN: 978-607-37-1627-7.
- Villalba, C., Ramírez, I., Sanabria, M., y da Silva, C. (2024). «*Comportamiento agronómico bajo diferentes densidades de siembra del sésamo negro (Sesamum indicum L.) en la Región Sur del Paraguay*». Investigación Agraria, 26(1), 22-28. Disponible en: <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2024.junio.2601768>.

Villar, L. (2019). «*Cultivo del Sesamo*». Scribd. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/421616262/Cultivo-Del-Sesamo#download> .
Consultado: 19/09/2024.

Zepeda, L., Saquic, E., y Lam, E. (2019). «*Trabajo Escrito “El ajonjolí”* ». Centro de estudios agrícolas del sur. Santa Lucía Cotz, Escuintla.

ANEXOS

Anexo 1. Cuadros ANOVA.

Anexo 1.1. Cuadro ANOVA para la variable AP30.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32.62	8	4.08	5.51	<0.0001
Bloque	3.28	3	1.09	1.48	0.2215
Abono	10.84	1	10.84	14.64	0.0002
Distancia	17.73	2	8.86	11.98	<0.0001
Abono*Distancia	0.78	2	0.39	0.52	0.5931
Error	170.95	231	0.74		
Total	203.56	239			

Anexo 1.2. Cuadro ANOVA para la variable AP60.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5782.53	8	722.82	9.07	<0.0001
Bloque	24.45	3	8.15	0.10	0.9586
Abono	4752.60	1	4752.60	59.65	<0.0001
Distancia	1004.41	2	502.20	6.30	0.0022
Abono*Distancia	1.08	2	0.54	0.01	0.9933
Error	18403.45	231	79.67		
Total	24185.98	239			

Anexo 1.3. Cuadro ANOVA para la variable AP90.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10918.75	8	1364.84	29.38	<0.0001
Bloque	389.48	3	129.83	2.79	0.0411
Abono	7763.44	1	7763.44	167.12	<0.0001
Distancia	2765.21	2	1382.60	29.76	<0.0001
Abono*Distancia	0.63	2	0.31	0.01	0.9933
Error	10731.15	231	46.46		
Total	21649.90	239			

Anexo 1.4. Cuadro ANOVA para la variable DT30.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.39	8	0.05	6.42	<0.0001
Bloque	0.05	3	0.02	2.08	0.1032
Abono	0.28	1	0.28	36.86	<0.0001
Distancia	0.06	2	0.03	3.70	0.0262
Abono*Distancia	0.01	2	3.3	0.43	0.6491
Error	1.76	231	0.01		
Total	2.15	239			

Anexo 1.5. Cuadro ANOVA para la variable DT60.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26.56	8	3.32	16.58	<0.0001
Bloque	0.04	3	0.01	0.07	0.9775
Abono	17.93	1	17.93	89.51	<0.0001
Distancia	8.56	2	4.28	21.37	<0.0001
Abono*Distancia	0.03	2	0.02	0.08	0.9271
Error	46.27	231	0.20		
Total	72.84	239			

Anexo 1.6. Cuadro ANOVA para la variable DT90.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	637.76	8	79.72	20.36	<0.0001
Bloque	13.96	3	4.65	1.19	0.3150
Abono	468.16	1	468.16	119.54	<0.0001
Distancia	124.43	2	62.21	15.89	<0.0001
Abono*Distancia	31.22	2	15.61	3.99	0.0199
Error	904.65	231	3.92		
Total	1542.42	239			

Anexo 1.7. Cuadro ANOVA para la variable NDC.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5343.12	8	667.89	12.67	<0.0001
Bloque	739.83	3	246.61	4.68	0.0034

Abono	3634.82	1	3634.82	68.93	<0.0001
Distancia	732.63	2	366.32	6.95	0.0012
Abono*Distancia	235.83	2	11792	2.24	0.1092
Error	12181.62	231	52.73		
Total	17524.73	239			

Anexo 1.8. Cuadro ANOVA para la variable NDSC.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1979.73	8	247.47	10.52	<0.0001
Bloque	130.15	3	43.38	1.84	0.1398
Abono	1206.02	1	1206.02	51.29	<0.0001
Distancia	610.26	2	305.13	12.98	<0.0001
Abono*Distancia	33.31	2	16.65	0.71	0.4936
Error	5431.85	231	23.51		
Total	7411.58	239			

Anexo 1.9. Cuadro ANOVA para la variable PMS.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.67	8	0.08	4.60	0.0054
Bloque	0.02	3	0.01	4.60	0.7607
Abono	0.15	1	0.15	8.32	0.0114
Distancia	0.43	2	0.22	11.89	0.0008
Abono*Distancia	0.06	2	0.03	1.75	0.2072
Error	0.27	15	0.02		
Total	0.94	23			

Anexo 1.10. Cuadro ANOVA para la variable R.Tra⁻¹.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.57	8	0.07	6.15	0.0013
Bloque	0.12	3	0.04	3.37	0.0467
Abono	0.22	1	0.22	19.17	0.0005
Distancia	0.21	2	0.11	9.21	0.0025
Abono*Distancia	0.002	2	0.01	0.75	0.4880
Error	0.17	15	0.01		
Total	0.74	23			

Anexo 1.11. Cuadro ANOVA para la variable Rendimiento.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2026508.24	8	253313.53	5.27	0.0028
Bloque	464601.60	3	154867.20	3.22	0.0529
Abono	888195.38	1	888195.38	18.47	0.0006
Distancia	60499.10	2	304749.55	6.34	0.0101
Abono*Distancia	64212.16	2	32106.08	0.67	0.5275
Error	721264.20	15	48084.28		
Total	2747772.44	23			

Anexo 2. Fotografías del experimento.

	
<p>Anexo 2.1. Recolección de hojas.</p>	<p>Anexo 2.2. Recolección del estiércol de bovino.</p>
	
<p>Anexo 2.3. Preparación del compost.</p>	<p>Anexo 2.4. Preparación del área experimental.</p>
	
<p>Anexo 2.5. Siembra de semillas de ajonjolí.</p>	<p>Anexo 2.6. Raleo del ajonjolí.</p>



Anexo 2.7. Aplicación del compost.



Anexo 2.8. Limpieza de malezas.



Anexo 2.9. Toma de datos DT.



Anexo 2.10. Secado del ajonjolí.



Anexo 2.11. Peso de mil semillas



Anexo 2.12. Peso rendimiento del ajonjolí.