UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE AJONJOLÍ (*Sesamum indicum* L.) BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA ISLA PARAHUASHA

Tesis para optar el Título Profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

DOLIBETH RODRÍGUEZ MACEDO

Pucallpa – Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de la tesis, presentado por la Bachiller **Dolibeth Rodríguez Macedo,** denominada: **"EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE AJONJOLÍ (*Sesamum indicum L.*) BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA ISLA PARAHUASHA"** para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por la sustentante lo declaramos: APROBADO POR UNANIMIDAD con el calificativo (*) DIECISIETE (17).

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apta por el Consejo Universitario y recibir el: Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con lo estipulado en Art. 10 del reglamento general de grados académicos, título profesional y título de segunda especialidad profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 22 de ENERO de 2025.

Dr. Fernando Pérez Leal
Presidente

Dra. Glendy Sánchez Sunción
Secretario

M. Sc. María Adelaida Pilco Lozano
Miembro

M. Sc. José Antonio López Ucariegue
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

Dr. Fernando Pérez Leal

.....
PRESIDENTE

Dra. Glendy Sánchez Sunción

.....
SECRETARIO

M. Sc. María Adelaida Pilco Lozano

.....
MIEMBRO

M. Sc. José Antonio López Ucariegue

.....
ASESOR

Bach. Dolibeth Rodríguez Macedo

.....
TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0760-2024** .

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE AJONJOLÍ (Sesamum indicum L.) BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA ISLA PARAHUASHA**"

Autor(es)	:	**RODRIGUEZ MACEDO, DOLIBETH**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**M.Sc. LOPEZ UCARIEGUE JOSE ANTONIO**

Presenta un **porcentaje de similitud de 9%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 31/12/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Dolibeth Rodríguez Macedo

Autor de la tesis titulada : "Efecto de diferentes densidades de siembra en el comportamiento agronómico del cultivo de ajonjolí (Sesamum indicum L.) bajo las condiciones agroecológicas de la isla de Parahuasha"

Sustentada el año 2025

Asesor(a): Ing. M.sc José Antonio López Ucariegue

Facultad: Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional: Agronomía

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 22/01/2025

Email: dolibethmacedo1999@gmail.com Firma: D Lib

Teléfono: 962853189 DNI: 75763409

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios y a mis padres quienes me han apoyado durante este lapso de mi vida para llegar a ser una profesional

Dedico también a todos mi familiares, amigos y personas, quienes de una y otra forma me apoyaron permanentemente a continuar de forma indesmayable mis estudios y lograr el anhelado título profesional.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a mi alma mater, la Universidad Nacional de Ucayali, especialmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y a sus docentes en general, por los conocimientos, enseñanzas y experiencias compartidas durante mi vida universitaria.

A mi asesor de tesis, quien en forma permanente me apoyó a diseñar y ejecutar la tesis, así como a los miembros del jurado quienes, con sus consejos, aprendí a consolidar mi trabajo de investigación.

A la familia Yachi Huacho, por cederme un espacio de su terreno para ejecutar la tesis y al Ing. Eder Pinedo Cueva, por su apoyo en todo momento para culminar con éxito mi trabajo de titulación.

A mis compañeros de estudios con quienes compartí alegrías y tristezas que me forjaron a ser la persona responsable en los quehaceres de mi vida profesional.

INDICE GENERAL

RESUMEN ix
ABSTRACT xi
INDICE DE TABLAS xii
INDICE DE FIGURAS xiii
INTRODUCCIÓN 1
CAPITULO I 2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.1 Descripción y fundamentación del problema 2
1.2 Formulación del problema 3
1.2.1 Problema general 3
1.2.2 Problemas específicos 3
1.3 Objetivo general y objetivos específicos. 3
1.3.1 Objetivo general 3
1.3.2 Objetivos específicos 4
1.4 Hipótesis y/o sistema de hipótesis 4
1.4.1 Hipótesis general 4
1.4.2 Hipótesis especificas 4
1.5 Operacionalización de las variables 4
1.6 Justificación e importancia 5
CAPITULO II 6
MARCO TEORICO 6
2.1 Antecedentes de la investigación. 6
2.1.1 Antecedentes internacionales 6
2.1.2 Antecedentes nacionales 7
2.1.3 Antecedentes locales 8
2.2 Bases teóricas. 9
2.2.1 Origen de la especie. 9
2.2.2 Clasificación taxonómica. 9
2.2.3 Descripción botánica. 10
2.2.4 Periodo vegetativo. 11
2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos. 12

2.2.6 Manejo agronómico. 12
2.2.7 Densidad de siembra. 13
2.3 Definiciones conceptuales. 14
CAPITULO III 16
METODOLOGÍA 16
3.1 Método de investigación 16
3.2 Tipo y nivel de investigación 16
3.2.1 Población y muestra 16
3.3 Componentes en estudio 16
3.4 Tratamientos en estudio 17
3.4.1 Variables independientes 17
3.5 Diseño experimental 18
3.6 Ejecución del experimento 21
3.6.1 Ubicación y duración del estudio. 21
3.6.2 Condiciones ambientales 22
3.6.3 Proceso experimental 23
3.6.4 Variables evaluadas 25
CAPITULO IV: 27
RESULTADOS 27
4.1 Rendimiento de grano por ha 27
4.2 Rendimiento de grano por parcela. 28
4.3 Número de ramas productivas por planta. 29
4.4 Número de cápsulas por planta. 31
4.5 Número de granos por cápsula. 32
4.6 Peso de mil granos. 33
CAPITULO V 35
DISCUSIÓN 35
CAPITULO VI 36
CONCLUSIONES. 36
CAPITULO VII 40
RECOMENDACIONES. 37
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 41
ANEXO 46
ICONOGRAFIA 50

RESUMEN

El ensayo se desarrolló en una parcela aluvial del distrito de Callería, aprovechando la humedad remanente del estiaje de las aguas fluviales del río Ucayali, con la finalidad evaluar el efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de ajonjolí variedad criolla. Los distanciamientos probados fueron 0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1}), 0.50 m x 0.30 m (66 666 plantas ha^{-1}), 0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1}) y 0.60 m x 0.30 m (55 555 plantas ha^{-1}) frente a un tratamiento de siembra directa al voleo. Las variables evaluadas fueron rendimiento de grano, número de ramas por planta, número de cápsulas por planta, número de granos por cápsula y peso de mil granos y el diseño utilizado fue de bloques completos al azar con 3 repeticiones. Los resultados indican que, no se presentaron diferencias significativas entre las densidades de siembra probadas respecto al sistema de siembra al voleo, sin embargo, el distanciamiento de 0.50 m x 0.30 m (80 000 plantas ha^{-1}), destacó numéricamente en los componentes rendimiento de grano (2136.7 kg ha^{-1}), número de ramas productivas por planta (4.9 ramas), número de cápsulas por planta (287) y número de granos por cápsula (82.5 granos). En relación al peso de mil granos, se notó la superioridad numérica cuando las plantas fueron sembradas a un distanciamiento de 0.50 m x 0.30 m (66 666 plantas ha^{-1}), con un promedio de 2.82 g, sin ser superior estadísticamente a los demás tratamientos.

Palabras claves: suelo aluvial, ajonjolí, densidades de siembra, rendimiento de grano.

ABSTRACT

The trial was carried in an alluvial plot in the district of Callería, taking advantage of the remaining moisture from the low water levels of the river waters of the Ucayali River, with the purpose of determining the effect of different planting densities on the agronomic behavior of the Creole variety sesame crop. The distances tested were 0.50 m x 0.25 m (80,000 plants ha^{-1}), 0.50 m x 0.30 m (66,666 plants ha^{-1}), 0.60 m plants ha^{-1}) versus a broadcast seeding control. The variables evaluated were grain yield, number of branches per plant, number of capsules per plant, number of grains per capsule and weight of a thousand grains and the design used was complete randomized blocks with 3 repetitions. The results indicate that there were no significant differences between the planting densities tested with respect to the broadcast planting system, however, the distance of 0.50 m x 0.30 m (80,000 plants ha^{-1}), stood numerically in the performance components of grain (2136.7 kg ha^{-1}), number of productive branches per plant (4.9 branches), number of capsules per plant (287) and number of grains per capsule (82.5 grains). In relation to the weight of a thousand grains, numerical superiority was noted when the plants were planted at a distance of 0.50 m x 0.30 m (66,666 plants ha^{-1}), with an average of 2.82 g, without being statistically superior to the other treatments.

Keywords: alluvial soil, sesame, planting densities, grain yield.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Análisis de varianza..... 18

Tabla 2.Croquis del ensayo..... 20

Tabla 3.Datos climatológicos de Pucallpa durante el año 2022 22

Tabla 4.Rendimiento de grano por ha por densidad de siembra..... 17

Tabla 5.Rendimiento de grano por ha por densidad de siembra..... 28

Tabla 6.Número de ramas productivas por planta por densidad de siembra 30

Tabla 7.Número de cápsulas por planta por densidad de siembra 31

Tabla 8.Número de granos por cápsula por densidad de siembra..... 32

Tabla 9.Peso de mil granos..... 34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación satelital de la parcela (Fuente:google earth) 21

Figura 2. Rendimiento de grano por ha densidad de siembra 28

Figura 3. Rendimiento de grano por parcela por densidad de siembra 29

Figura 4. Número de remas productivas por planta por densidad de siembra 30

Figura 5. Número de cápsulas por planta por densidad de siembra 32

Figura 6. Número de granos por cápsulas por densidad de siembra 33

Figura 7. Peso de mil granos 34

Figura 8. Limpieza y delimitación de cada UE 51

Figura 9. Visita de los jurados 51

Figura 10. Inicio de floración a los 43 días 52

Figura 11. Aparición de las primeras cápsulas 52

Figura 12. Día 64 después de la siembra 53

Figura 13. Las plantas muestran hojas verdes y amarillas, indica que el ciclo del cultivo está en su fases finales. 53

Figura 14. Después del corte, se agrupan y se colocan de pie, generalmente en haces 54

Figura 15. Evaluación conteo de granos por cápsula 54

Figura 16. Empaquetamiento en bolsa de plástico transparente. 55

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el cultivo de ajonjolí viene tomando un espacio expectante en los diferentes mercados a nivel mundial, debido no solo a la calidad nutricional del grano, sino también a la calidad del aceite para consumo directo y procesado. Así mismo, se prevé para un futuro, su uso en la industria de fabricación de hidrocarburos por el gran contenido de aceite que posee (45-50%).

A nivel mundial, los principales productores de ajonjolí, según datos registrados por la FAO en el 2019, lo lideran Sudan y la india, con una producción promedio anual de 1 210 000 y 689 310 t cada uno. En el continente americano, los principales productores de ajonjolí son Guatemala con un promedio de 53 000 t anuales, en segundo lugar, se encuentra México con 49 000 t anuales y en tercer lugar Paraguay con 36 000 t (FAO, 2019).

Aunque la mayor producción se concentra sobre todo en el continente africano, llama la atención la disparidad en la cantidad producida contra lo sembrado. De entre los principales productores, la productividad promedio no supera los 500 kg ha^{-1}. Sudan, siendo el principal productor, produce actualmente un promedio de 290 kg ha^{-1} y la India tiene un rendimiento promedio de 490 kg ha^{-1} (FAO, 2019). Por el contrario, en el continente americano la relación entre las áreas sembradas y la producción es superior o cercana a la tonelada por ha, destacándose los países de Nicaragua, El Salvador, Guatemala y Honduras (FAO, 2019). En el Perú, la producción promedio del cultivo de ajonjolí varia de entre 398 kg ha^{-1} (FAO, 2019) hasta los 800 kg ha^{-1} (Augstburger, *et al*. 2000).

En la región Ucayali, distrito de Callería, provincia de coronel Portillo, existe una asociación de agricultores denominado “Asociación de Productores Agropecuarios Futuro Porvenir - Isla Parahuasha (APAFUP)”, el cual es considerado uno de los principales productores de este cultivo en la región, sin embargo y estando ubicados en un suelo de restinga, su producción es baja, variando entre 350 a 500 kg ha^{-1}, concluyendo que esto se debe a la poca información y tecnologías de manejo.

CAPITULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y fundamentación del problema

Actualmente son pocos los agricultores que trabajan directamente con ajonjolí dentro de la asociación APAFUP, si bien, el costo de producción por ha es relativamente bajo (menor a S/. 1 500.00), el problema radica en el mantenimiento del cultivo, ya que, por lo regular, el tipo de siembra es al voleo, lo que genera un mal manejo de plantas no deseables durante el desarrollo del cultivo repercutiendo grandemente en la producción final de la plantación, así como los gastos en cosecha.

La densidad de siembra forma parte fundamental del paquete tecnológico para el buen manejo y producción de un cultivo, por lo que la determinación de una adecuada densidad para el cultivo de ajonjolí no solo mejorara en cierta forma la producción, si no que cambiara la forma de trabajo del agricultor, logrando un mejor control de arvenses y trabajando de forma más ordenada dentro de su plantación. Así mismo, permitirá que otros agricultores vean una opción en el ajonjolí para rotar sus plantaciones.

La ejecución y determinación de esta tecnología de manejo de cultivo es muy importante si se desea abastecer el mercado local y nacional. Actualmente, se podría decir que la producción promedio del cultivo en la provincia de coronel Portillo está llegando a los 650 kg ha^{-1} y, según las áreas sembradas anualmente, se llega a producir un máximo de 8 t, lo que es relativamente mínimo, teniendo en cuenta que en la ciudad de Pucallpa, se llega a colocar hasta 2 t de granos cada 2 meses en promedio (datos establecidos según sondeos que se realizó a productores en la asociación APAFUP).

Y es que, en un estudio realizado por Etchevers en el año 2000, concluye que el rendimiento máximo del cultivo está estrechamente ligado a las condiciones agroecológicas del lugar, así como los factores de crecimiento y desarrollo de la

planta, principalmente la densidad de siembra, ya que a medida que esta aumente habrá una disminución de la producción (Melgarejo, *et al*., 2020). Así mismo, otro estudio realizado por Singh *et al*., (2004), concluyó que un distanciamiento muy

ancho promueve una baja cantidad de plantas y reduce la cobertura del suelo, mientras que, un corto espacio entre plantas se relaciona con la competencia entre ellas por luz, agua y nutrientes, influyendo en el rendimiento (Rahnama y Bakhshandeh, 2006).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Es posible conocer los efectos de cuatro densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de ajonjolí en las condiciones agroecológicas de la isla Parahuasha?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Es posible evaluar el efecto de las densidades de siembra 0,50 m x 0,25 m, 0,50 m x 0,30 m, 0,60 m x 0,25 m y 0,60 m x 0,35 m en el rendimiento del cultivo de ajonjolí bajo las condiciones agroecológicas de la Isla Parahuashá?

- ¿Es posible identificar la mejor densidad de siembra que incremente el rendimiento del cultivo de ajonjolí bajo las condiciones agroecológicas de la Isla Parahuashá?

1.3 Objetivo general y objetivos específicos.

1.3.1 Objetivo general

Conocer el efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de ajonjolí bajo las condiciones agroecológicas de la Isla Parahuashá

1.3.2 Objetivos específicos.

- Evaluar el efecto que producen las densidades de siembra de 0,50 m x 0,25 m, 0,50 m x 0,30 m, 0,60 m x 0,25 m y 0,60 m x 0,35 m en el rendimiento del cultivo de ajonjolí bajo las condiciones agroecológicas de la Isla Parahuashá

- Identificar la densidad de siembra que mejor efecto tenga en el rendimiento del cultivo de ajonjolí bajo las condiciones agroecológicas de la Isla Parahuashá

1.4 Hipótesis y/o sistema de hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

Se puede evaluar el efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de ajonjolí bajo las condiciones agroecológicas de la Isla Parahuashá

1.4.2 Hipótesis especificas

- Se puede evaluar el efecto que producen las densidades de siembra de 0,50 m x 0,25 m, 0,50 m x 0,30 m, 0,60 m x 0,25 m y 0,60 m x 0,35 m en el rendimiento del cultivo de ajonjolí bajo las condiciones agroecológicas de la Isla Parahuashá

- Se puede identificar la densidad de siembra que mejor efecto tenga en el rendimiento del cultivo de ajonjolí bajo las condiciones agroecológicas de la Isla Parahuashá.

1.5 Operacionalización de las variables

En el ensayo se probó el efecto de 5 diferentes densidades de siembra en el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajonjolí. La densidad testigo fue la siembra voleo y no tuvo un distanciamiento como tal, sino que sirvió como control de la forma que utilizan los productores de la zona, representando una población estimada

de 100 000 plantas ha^{-1}. Los otros tratamientos contaron con diferentes densidades, de los cuales, en dos de ellas, las plantas de ajonjolí fueron sembradas a una distancia de 0.50 m entre hileras y 0.25 m entre plantas (80 000 plantas ha^{-1}), mientras que en la tercera densidad, las plantas de ajonjolí fueron sembradas a una distancia de 0.50 m entre hileras y 0.30 m entre plantas (66 666 plantas ha^{-1}), en la cuarta densidad, las plantas de ajonjolí se sembraron a una distancia de 0.60 m por hileras y 0.25 m por plantas (66 666 plantas ha^{-1}) y en la quinta densidad, las plantas de ajonjolí fueron sembradas a una distancia de 0.60 m entre hileras y 0.30 m entre plantas (55 555 plantas ha^{-1})

1.6 Justificación e importancia

La producción de alimentos enfrenta varios diversos problemas relacionados a la degradación de suelos, tecnologías no apropiadas, variedades no adecuadas a las condiciones edafoclimáticas, entre otros factores que causan desbalances nutricionales en las plantas y la disminución del rendimiento y calidad de los productos y alimentos (Pérez *et al.,* 2024).

Por otra parte, Bazán (2019), sostiene que, el manejo de las densidades de siembra depende de varios factores como fertilidad del suelo, humedad, porcentaje de germinación y las características agronómicas de las variedades o cultivares

El patrón espacial del cultivo es otro factor agronómico que puede afectar el rendimiento y la competitividad del cultivo frente a las malezas, agua y nutrientes. Sin embargo, es ampliamente reportado, que un patrón de siembra uniforme aumenta la uniformidad espacial y el índice de foliar de la hoja, reduce el sombreado mutuo y acelera el cierre de la hoja, todo lo cual resulta en una mayor intercepción de radiación por las hojas (Melgarejo *et a*l., 2020)

De acuerdo con lo expresado y las escasas investigaciones en el manejo del cultivo del ajonjolí, es de gran importancia estudiar el efecto de las densidades

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 Antecedentes internacionales

Pérez *et al*., (2024), evaluó el efecto de la aplicación de tres dosis de aminoácidos (0, 0,25 y 0,50 litros ha^{-1}) y dos densidades de siembra (25000 y 29000 plantas/ha), sobre el rendimiento del ajonjolí. Los resultados demostraron que, la densidad de siembra de 25000 plantas, tuvo efecto en el número de hojas por planta y área foliar; mientras que, con 29000 plantas, el ajonjolí tuvo mayor altura y rendimiento. Adicionalmente, la dosis de 0,25 litros ha^{-1} aumentó el crecimiento de las plantas de ajonjolí con 25000 plantas y un mayor rendimiento en la densidad de 29000 plantas, mientras que, la dosis de 0,50 litros ha^{-1} de aminoácidos mostró mayor rendimiento con la densidad de 25000 plantas.

Por su parte, Chile *et al*., (2022), realizó un ensayo en La Paz (El Salvador), para identificar la influencia de la fertilización química frente a la fertilización orgánica en el rendimiento del cultivo de ajonjolí. Los tratamientos evaluados fueron T0: sin aplicación de fertilizante; T1: 56 kg/28 m^2 (20,000 kg/hectárea) de estiércol de ganado bovino; T2: 0.50 kg/28 m^2 (180 kg/ha) de fórmula 15-15-15; T3: 0.72 kg/28 m^2 (259.42 kg/ha) de fórmula 15-15-15; T4: 0.84 kg/28 m^2 (300 kg/ha) de fórmula 15-15-15; T5: 1.26 kg/28 m^2 (450 kg/ha) de fórmula 15-15-15; y T6: 1.40 kg/28 m^2 (500 kg/ha) de fórmula 15-15-15. Todos los tratamientos se aplicaron en dos momentos: la mitad a los 10 días después de la siembra y la otra parte a los 30 días después de la siembra. Los resultados indican que, con el T3 se obtuvo el mayor rendimiento de la semilla de ajonjolí con un promedio de 4.09 kg/28 m^2.

Igualmente, Melgarejo *et al., (*2020), desarrolló una investigación para

determinar la influencia de las densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del ajonjolí en el distrito de Curuguaty (Paraguay)", mediante el diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, cuyos tratamientos consistieron en 60, 80, 100, 120, 140 y 160 plantas m^2, en el que se evaluaron las variables altura de planta, número de cápsulas por planta, peso de mil granos, número de ramas por planta y rendimiento. Se obtuvieron los mayores resultados para las variables altura de planta y número de capsulas por planta con el tratamiento 3 (100 pl/m^2), con una altura de 269 cm y con una cantidad total de capsulas de 458, así mismo, los resultados más bajos para las variables ya mencionadas se obtuvieron con el tratamiento 4 (120 pl/m^2), con una altura de planta de 257 cm y el tratamiento 5 (140pl/m^2), con 346 capsulas por planta. Para la variable peso de 1000 granos, se obtuvo un mejor resultado con el tratamiento 5 (140 pl/m^2), logrando un peso de 3.06 gr y un menor peso con el t4 (120 pl/m^2), con 2.76 gr. El mayor rendimiento y el mayor número de ramas se obtuvo con el tratamiento 3 (100 pl/m^2).

A su vez, Sánchez *et al. (*2018), su trabajo de investigación conducido en Machala (Ecuador), tuvo como objetivo, evaluar el efecto de la densidad de siembra en el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajonjolí, siendo los tratamientos, las densidades de 0.60 m x 0.15 m, 0,60 m x 0.20 m, 0.60 m x 0.30 m, evaluándose las variables altura de la planta a los 60 días y en la cosecha (110 días), número de cápsulas por planta y número de granos por cápsula, peso de 100 granos y rendimiento por ha. Los resultados logrados para las variables evaluadas mostraron los mejores promedios con el T4 (0,60 m x 0,30 m), logrando un rendimiento de granos de 3.12 t ha^{-1}, mientras que el T1 (0,60 m x 0,15 m) obtuvo un rendimiento de 1.44 t ha^{-1}.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Miñán *et al., (*2019), desarrolló una investigación en el valle del Medio Piura, para evaluar la influencia de la modalidad de siembra y el número de plantas por golpe en la capacidad productiva del ajonjolí, mediante un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones dispuestos en parcelas divididas, cuyos

tratamientos consistieron en T1 (en el lomo del surco x 01 planta por golpe), T2 (en el lomo del surco x 02 plantas por golpe), T3 (en el lomo del surco x 03 plantas por golpe), T4 (en la costilla del surco x 01 planta por golpe), T5 (en la costilla del surco x 02 plantas por golpe) y T6 (en la costilla del surco x 03 plantas por golpe), en el que se evaluaron las variables modalidad de siembra (en el lomo del surco y en la costilla del surco), número de plantas por golpe (1. 2 y 3 plantas por golpe) y rendimiento. Los mayores resultados fueron para la variable modalidad de siembra (en el lomo del surco), para número de capsulas por planta, longitud de carga efectiva y altura de planta a la cosecha, mientras que, para la variable número de plantas por golpe, con 1 planta por golpe se lograron buenos resultados para las características número de semilla por capsulas y peso de mil semillas y con 3 plantas por golpe, se obtuvo el mejor resultado sobre la altura de la primera capsula y en el rendimiento final, se obtuvo 1734.38 kg ha^{-1}.

2.1.3 Antecedentes locales

Tamani (2024), llevó a cabo un ensayo en Pucallpa, para evaluar la influencia de tres fuentes comerciales de P en el rendimiento del cultivo de ajonjolí, bajo un diseño de Bloques completos al azar con cuatro tratamientos (testigo, Superfosfato triple de calcio, Fosfato diamonico y Roca fosfórica a una sola dosis de 50 kg de P ha^{-1}) y cinco repeticiones. Se concluye que, no hubo diferencias estadísticas en el rendimiento del cultivo por efecto de las fuentes fosfatadas, sin embargo, la aplicación del Fosfato diamonico a la dosis de 50 kg de P ha^{-1}, tuvo un mejor comportamiento en las variables rendimiento de grano (1.27 t ha^{-1}), número de cápsulas por planta (510), número de granos por cápsula (82) y peso de 1000 granos (4.12 g).

Por su parte, Yachi (2023), ejecutó un ensayo el sector Parahuashá, distrito de Callería (Pucallpa), para evaluar la influencia de la mezcla de tres dosis de Nitrógeno (N) y tres dosis de Potasio (K) en el rendimiento del ajonjolí variedad criolla. Los tratamientos probados fueron 9: (T0) testigo sin aplicación, (T1) NK 60-50, (T2) N-K 60-75, (T3) 60NK 60-100, (T4) NK 90-50, (T5) NK 90-75, (T6) NK 90-100, (T7) NK

120-50, (T8) NK 120-75 y (T9) NK 120-100, más un solo nivel de P (30 kg ha^{-1}), para todos los tratamientos. Las variables evaluadas fueron rendimiento ha^{-1}, número de ramas por planta, número de capsulas por planta, número de granos por capsula, peso de mil semillas y longitud de capsula. Los resultados demostraron que tanto N como K aumentaron el rendimiento de ajonjolí, logrando superar las 2 t ha^{-1}. Igualmente, se logró identificar que, aplicando la dosis de 60N-50K, se tuvo un efecto significativo en la producción en grano del cultivo de ajonjolí (2149.1 kg ha^{-1}), elevando el rendimiento en casi 700 kg más referente a la producción sin fertilizante (1371.7 kg ha^{-1}).

2..2 Bases teóricas.

2.2.1 Origen de la especie.

El ajonjolí, conocido también como sésamo es una oleaginosa originaria de la India y África, y que posteriormente se fue distribuyendo por Asia hasta llegar a nuestro continente gracias a los esclavos (Laurentin, 2015). Gracias a su composición química, es considerado un excelente agregado nutricional. Posee un promedio de 50% de aceite, del cual, cerca del 47% es ácido oleico y 39% ácido linoleico, así mismo, posee un promedio de 25% de proteína (Villanueva *et al*., 2013).

2.2.2 Clasificación taxonómica.

El ajonjolí pertenece a la familia Pedaliaceae y su distribución taxonómica, según Loarca (2015), su clasificación se presenta de la siguiente manera:

Familia : Pedaliacea.
Reino : Plantae.
División : Magnoliophyta.
Orden : Tubiflorae.
Suborden : Solamineae.
Tribu : Sesameae.
Género : Sesamum.
Especie : *Sesamum indicum* L.

2.2.3 Descripción botánica.

El ajonjolí es una planta anual, cuyo ciclo vegetativo puede variar de entre 80 a 120 días. Es considerada una especie de polinización autógama, rústica y de rápido crecimiento.

La raíz principal es potente y tiene raíces secundarias que alcanzan 1 m de profundidad, las cuales entran en asociación micorrícica para lograr una buena nutrición y absorción de agua. (Alvarado, 2018).

Por otro lado, Bazán (2019), menciona que la planta tiene un sistema radicular bien desarrollado, ramificadas y fibrosas, formado por una raíz principal generalmente superficial.

Bazán (2019), detalla que la planta presenta un tallo recto, cuadrangular en la parte superior y cilíndrico en la base, que posee una medula compuesta de parénquima suave, el cual, en plantas adultas, tiende a desaparecer, dejando un hueco al centro.

Por su parte, Alvarado (2018), menciona que, el tallo es generalmente cuadrangular con una altura que puede llegar hasta los 2 m y puede ser glabro o velloso, según las variedades.

Respecto a las hojas, Alvarado (2018), menciona que, en la parte inferior del tallo las hojas son decusadas, es decir, salen opuestas en los surcos. Tiene un tamaño que varía entre 3 a 17 cm de largo, por 1 a 5 cm de ancho. Los peciolos son largos diversamente dispuestos de base con forma lobulada y ápice de forma lanceolada.

Con relación a las flores, estas son acampanadas, de color blanco con matices rosados o morados, miden de 2 a 4 cm de longitud, nacen en las axilas de las hojas en número de 1 a 3 (Alvarado, 2018).

Una planta puede producir varios cientos de flores, cada flor presenta cuatro

estambres insertos en la corola, ovario superior, normalmente bicarpelar. Cada carpelo divido en dos lóculos, y cada lóculo contiene de 15 a 20 óvulos de placentación axilar. Cuando la corola se abre, ya el estigma es receptivo y las anteras están produciendo polen, normalmente a la apertura de la flor ha ocurrido la autopolinización, la corola se cae el mismo día de la apertura de la flor, en ocasiones puede haber polinización cruzada, especialmente cuando la planta produce muy bajas cantidades de polen o cuando las anteras abortan y además hay una población importante de insectos (Alvarado, 2018).

El fruto es una cápsula que posee cuatro celdas llenas de granos, aunque existen variedades con frutos dobles de ocho celdas. Los frutos pueden alcanzar una longitud de hasta 8 cm y su grosor puede llegar a 1 cm. Existen variedades dehiscentes e indehiscentes, el grano es pequeño, de 2 a 4 mm, de forma achatada, de color blanco, amarillo, rojo, marrón o negro, siendo los de color más claro de mejor calidad. La dehiscencia de las cápsulas condiciona fuertemente la producción de semilla, especialmente cuando son afectadas por el viento, la precipitación pluvial o la sobre maduración del fruto. (Alvarado, 2018).

A su vez, Tejada (2018), menciona que la planta de ajonjolí presenta frutos formados por capsulas dehiscentes, por lo general bilocular, aunque pueden presentarse en forma trilocular y tetralocular. Cada lóculo está dividido por una pared formando dos celdas que contienen de 15 a 20 óvulos cada uno de ellos. Las semillas son pequeñas, aplanadas, de color blanco a negro, dependiendo la variedad.

2.2.4 Periodo vegetativo.

Van Humbeeck *et al*., (2012), menciona que, varía entre 90 y 130 días, dependiendo de las variedades y las condiciones ecológicas y edáficas; con un rendimiento promedio de 800 a 1200 kg ha^{-1}, según el manejo agronómico.

Por su parte, ICTA (2017), señala que el ciclo de vida del cultivo tiene una duración muy variada, el cual, dependiendo de la variedad tendrá una duración de 80 a 120 días. La etapa de la cosecha comienza cuando el tallo de la planta posee

una tonalidad amarillenta, las hojas comienzan a caer y los frutos están pintones. Una cosecha anticipada, cuando las plantas aún están verdes puede traer consigo pérdidas de naturaleza cualitativa en el grano, como la reducción en el contenido de aceite y cambios en su composición química.

2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos.

Respecto al suelo, Ávila *et al*., (1992), señala que la planta de ajonjolí requiere de suelos medianamente fértiles a fértiles, de textura arenosa a franco-arenosa o franco-arcillosa, con buen drenaje y con buena radiación solar, evitando sembrar en zonas con mucha humedad y sombra.

En este sentido, Morán (1998), señala que la planta es exigente en suelos en su mayoría bien drenados pudiendo ser de textura franca, franca-arenosa o franco-arcillo-arenoso, ya que, por ser la semilla relativamente muy pequeña, estas condiciones le permiten germinar sin problemas.

Por otro lado, el ajonjolí es exigente en altas temperaturas, ya que, entre 26 a 30 °C se considera óptimo para su crecimiento, floración y maduración. Por debajo de 18 °C, afecta la germinación y las temperaturas por encima de 40 °C, afectan la fecundación y formación de capsulas (Augstburger *et al*. 2000).

Con relación a la humedad, el ajonjolí es una planta tolerante a la sequía, prosperando en regiones tropicales con temperaturas que van de entre 24 a 30°C (Marrugo *et al*., 2015).

Asimismo, esta planta se desarrolla muy bien en altitudes que varían entre 0 a 1000 msnm, con precipitaciones que oscilan entre 400 a 600 mm, bien distribuidos durante el ciclo de vida del cultivo (Morán, 1988).

2.2.6 Manejo agronómico.

La planta de ajonjolí presenta un desarrollo y crecimiento típico, el cual está

caracterizado por la etapa vegetativa, reproductiva y productiva, cuyo inicio y duración varían de acuerdo a la influencia de aspectos genéticos y ambientales. Un aspecto importante para el desarrollo de este cultivo es la densidad poblacional, ya que de esto dependerá que la planta absorba agua y nutrientes del suelo, desarrolle buenas ramas y tenga una buena producción (Vaca *et al.,* 2017).

El ajonjolí requiere un alto requerimiento de nutrientes, ya que, cerca del 40% de la materia seca total está presente en las capsulas, de esta, cerca del 70% corresponden a las semillas. Del total del N absorbido, cerca del 90% se encuentran en hojas y capsulas, en el caso del P, cerca del 72% extraído se encuentra también en hojas y capsulas y en el caso del K, cerca del 85% del total extraído se encuentran en tallos y capsulas (Vaca *et al.,* 2001).

Según Rodríguez *et al*., (2018), la producción de ajonjolí puede ser afectada por varios factores, entre los que destacan la alta densidad de siembra, la siembra fuera de época, uso de cultivares no mejorados, manejo deficiente de malezas, inadecuada fertilización y la presencia de plagas y enfermedades.

2.2.7 Densidad de siembra.

Uno de los principales componentes para obtener una buena producción en una plantación es el uso de una buena densidad de siembra, ya que una densidad óptima permite una distribución correcta de las plantas en el terreno, de tal forma que la competencia entre ellas, ya sea por agua, nutrientes y luminosidad sea mínima (Ávila *et al*., 1992).

Existen muchos tipos y densidades de siembra utilizadas en el cultivo de ajonjolí. Sánchez *et al., (*2018), obtuvo buenos resultados con distanciamientos de 0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1}) y 0. 60 m x 0.30 m (55 555 plantas ha^{-1}), logrando producciones de 2.64 y 3.12 t ha^{-1}, respectivamente; así mismo, Van Humbeeck y Oviedo (2012), obtuvieron rendimientos superiores a los 1 200 kg utilizando diferentes poblaciones, que fueron desde los 50 000 hasta las 100 000 plantas ha^{-1}. Otros autores como Melgarejo *et al*., 2020, obtuvieron producciones

superiores a los 1000 kg ha^{-1} con una población de 100 plantas m^2 (1 000 000 plantas ha^{-1}), mientras que Zanvettor (2019), superó 1 t ha^{-1} con densidades de 8 a 12 plantas por m lineal (80 000 y 120 000 plantas ha^{-1}) y Pérez-Bolaños *et al*., (2018), utilizando una densidad de siembra de 80 000 plantas ha^{-1}, distribuidas en hileras de 0,5 m x 0,25 m entre plantas, logró producciones mayores a 900 kg ha^{-1}, e incluso superando 1 t ha^{-1} en sus variedades estudiadas. Finalmente, Ushiñahua (2010), utilizando una población de 62 500 plantas ha^{-1} (0.80 m x 0.20 m), logró un rendimiento superior a los 1 000 kg ha^{-1} en un suelo entisol.

Zanvettor (2019), sustenta que, las densidades que se utilizan con mayor frecuencia para la siembra del cultivo varían de entre 60 000 a 250 000 plantas ha^{-1}, pudiendo llegar a sembrarse mayores poblaciones, sin embargo, al elevarse las poblaciones de plantas, otras actividades fundamentales dentro de la plantación quedan impedidas como el manejo de malezas, el cual también cumple un papel fundamental dentro de la producción.

Por su parte, Alvarado (2018), manifiesta que, el cultivo de ajonjolí, es fundamental una adecuada población de plantas por unidad de superficie y un correcto distanciamiento, a fin de obtener producciones más abundantes y de mejor calidad. A través de varios ensayos realizados en las Estaciones Experimentales “Boliche” y “Portoviejo” y en otros lugares del litoral como Babahoyo y Yaguachi, se ha comprobado que los mejores rendimientos se consiguen sembrando a 90 cm entre surcos y de 18 a 20 plantas por metro lineal, con lo que se obtiene una población aproximada de 200000 plantas ha^{-1}.

2.3 Definiciones conceptuales.

- **Ajonjolí**

Es una planta del género *Sesamum* cuyas semillas, conocidas popularmente como ajonjolí o sésamo, son comestibles.

- **Densidad de siembra**

es la cantidad de plantas que se siembran en una unidad de superficie, y es un factor clave para obtener un rendimiento óptimo y una calidad superior en los cultivos

- **Vainas**

Las vainas o legumbres corresponden a frutos, los cuales están compuestos por dos valvas provenientes del ovario. Las vainas, que son rectas y carnosas en sus estados iniciales, presentan un interior esponjoso, felpudo y de color blanco, la parte interna de las vainas corresponde al mesocarpio y al endocarpio.

- **Granos por vaina**

El número de granos por vaina, en todos los cultivares, varía considerablemente según la posición que presenten las vainas en los tallos. Así, las de los nudos inferiores logran producir un mayor número de semillas que las de los nudos superiores**.**

- **Condiciones agroecológicas**

Las condiciones agroecológicas son el conjunto de factores y características que se consideran para establecer las condiciones óptimas para el desarrollo de un cultivo, como la temperatura, humedad, radiación, altitud, entre otra

CAPITULO III.

METODOLOGÍA

3.1 Método de investigación

El método de investigación fue científico y cuantitativo, con la finalidad de comprobar la veracidad de la hipótesis que se plantea con protocolos debidamente establecidos.

3.2 Tipo y nivel de investigación

La investigación fue de tipo aplicada y el nivel de investigación fue experimental, cuantitativo y comparativo.

3.2.1 Población y muestra

La población estuvo compuesta de 448 plantas de ajonjolí, desagregadas en 28 plantas por cada unidad experimental, excluyendo al tratamiento testigo, que, por su característica de siembra al voleo, se consideró una población de 200 plantas por las 4 parcelas que tuvo este tratamiento en el ensayo, lo cual hace una población total de 648 plantas de ajonjolí variedad criolla.

La muestra estuvo representada por 120 plantas netas que devienen de las 6 plantas centrales de cada una de las 5 densidades de siembra y por las 4 repeticiones que tuvo cada densidad de siembra.

3.3 Componentes en estudio

Los componentes en estudio del ensayo comprenden las diferentes partes en

que se sustentan el contenido, es decir, se inicia con el planteamiento del problema, las hipótesis, los objetivos, se continua con la metodología que incluye la descripción y manejo de las variables independientes y dependientes, el análisis de variancia, los resultados en base a la prueba de comparaciones múltiples, las conclusiones y la bibliografía consultada.

3.4 Tratamientos en estudio

Las variables independientes probadas en el ensayo fueron

D1 = Siembra al voleo (testigo)
D2 = Siembra a 0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1})
D3 = Siembra a 0.50 m x 0.30 m (66 666 plantas ha^{-1})
D4 = Siembra a 0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1})
D5 = Siembra a 0.60 m x 0.30 m (55 555 plantas ha^{-1})

Las variables dependientes evaluadas fueron:

Rendimiento de grano por ha.
Rendimiento de grano por parcela.
Número de ramas productivas por planta.
Número de cápsulas por planta.
Número de granos por cápsula.
Peso de mil granos.

3.4.1 Variables independientes

En el experimento se probó el efecto de 5 distanciamientos. Para la D1, la siembra se realizó al voleo y no tuvo un distanciamiento como tal, sino que sirvió como testigo de la forma que usan los productores de la zona, representando una población estimada de 100 000 plantas ha^{-1}. Las otras cuatro densidades de siembras contaron con diferentes distanciamientos, de los cuales, 2 de ellas, en la D2, las plantas de ajonjolí fueron sembradas a una distancia de 0.50 m entre hileras

y 0.25 m entre plantas (80 000 plantas ha^{-1}), mientras que en la D3, las plantas de ajonjolí fueron sembradas a una distancia de 0.50 m entre hileras y 0.30 m entre plantas (66 666 plantas ha^{-1}), en la D4, las plantas de ajonjolí fueron sembradas a una distancia de 0.60 m por hileras y 0.25 m por plantas (66 666 plantas ha^{-1}) y en la D5, las plantas de ajonjolí fueron sembradas a una distancia de 0.60 m entre hileras y 0.30 m entre plantas (55 555 plantas ha^{-1})**.**

La determinación de estas densidades de siembra se realizó en base a los resultados obtenidos por Sánchez (2018), quien nos muestra una producción de 2.64 t ha^{-1} de grano utilizando el distanciamiento de 0.60 m x 0.25 m y una producción de 3.12 t ha^{-1} de grano cuando usó el distanciamiento de 0.60 m x 0.30 m. Así mismo, se tuvo en cuenta el distanciamiento entre hileras de 0.50 m por pedido de algunos agricultores de la Asociación APAFUP, quienes ya experimentaron dichos distanciamientos y han logrado buenos resultados en campañas anteriores, con una producción superior a los 1000 kg ha^{-1}.

3.5 Diseño experimental

En el ensayo se utilizó un Diseño de Bloques completos al Azar DBCA con cinco tratamientos y cuatro repeticiones y en caso el análisis de variancia indique diferencias entre tratamientos, se usó la prueba de Duncan al 0.05 nivel de significación.

Tabla 1.

Análisis de varianza

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Repeticiones	4 – 1 = 3
Tratamientos	5 – 1 = 3
Error experimental	(5-1) (4 – 1) = 12
Total	(5) (4) – 1 = 19

El modelo matemático fue expresado de la siguiente forma:

$Yijk = u + Ti + Bj + Ei$

Donde:

Yij = observación de la j-esima variable dependiente u = media general
Ti = efecto de i-esimo tratamiento

Bj = efecto de la i-esima repetición

Eij = efecto del error experimental

Dimensiones del área total

Largo : 57.20 m

Ancho : 13.0 m

Área total : 749.32 m^2

Número total de plantas: 560 plantas de ajonjolí

Dimensiones de las repeticiones

Largo : 14.30 m

Ancho : 13.10 m

Área total : 187.33 m^2

Separación entre calles: 1.00 m

Dimensiones de cada unidad experimental

D1 (al voleo = testigo)

Largo : 2.50 m

Ancho : 2.50 m

Área total : 6.25 m^2

D2 (0.50 m x 0.25 m = 80 000 plantas ha^{-1})

Largo : 2.50 m

Ancho : 2.50 m

Área total : 6.25 m^2

D3 (0.50 m x 0.30 m = 66 666 plantas

hLargo : 3.40 m

Ancho : 2.50 m

Área total : 8.50 m^2

D4 (0.60 m x 0.25 m = 66 666 plantas ha^{-1})

Largo : 2.50 m

Ancho : 2.80 m

Área total : 7.00 m^2

D5 (0.60 m x 0.30 m = 55 555 plantas ha^{-1})

Largo : 3.40 m

Ancho : 2.80 m

Área total : 9.52 m^2

Número de plantas por unidad experimental: 28

Número de plantas netas por unidad experimental: 6

Tabla 2.

Croquis del ensayo

	Repeticiones			
Tratamientos	R1T2	R2T1	R3T4	R4T5
	R1T4	R2T5	R3T2	R4T1
	R1T1	R2T2	R3T5	R4T3
	R1T3	R2T4	R3T1	R4T2
	R1T5	R2T3	R3T3	R4T4

3.6 Ejecución del experimento

3.6.1 Ubicación y duración del estudio.

El ensayo experimental se desarrolló en una parcela perteneciente a la Asociación de Productores Agropecuarios Futuro Porvenir- Isla Parahuasha (APAFUD), cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud: 8°21’17.7” S
Longitud: 74°31’05.3” W
Altitud: 149 msnm.

Figura 1

Ubicación satelital de la parcela (Fuente: google earth)



Fuente: Google earth

El ensayo tuvo una duración de 7 meses, iniciándose en el mes de julio del 2022 y culminando en el mes de enero del 2023.

3.6.2 Condiciones ambientales

Ecológicamente, la zona en la que se realizó el ensayo está clasificada como "bosque húmedo tropical" y de acuerdo a la clasificación de los bosques amazónicos se ubica dentro del ecosistema "bosques tropicales semi-siempre verde estacional", según la clasificación de Holdrigde (1988), citado por Aybar-Camacho (2017).

El suelo experimental ubicado en la isla Parahuashá presenta una textura franco-limosa, con un pH ligeramente alcalino (7.76), bajo contenido de materia orgánica (1.08%) y de N total (0.05 %), medio de P disponible (16.6 mg kg^{-1}), bajo en K cambiable (0.21 cmol kg^{-1}), bajo porcentaje de acidez cambiable (2.89 %), así como de bases cambiables y una CIC de 6.89 cmol kg^{-1}, considerado de rango bajo. (Yachi, 2023).

Respecto a los datos climáticos, se presentan en forma mensualizada en el siguiente Cuadro.

Tabla 3.

Datos climatológicos de Pucallpa durante el año 2022

Variable	meses 2022											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura media (°C)	26.1	26.0	25.8	25.7	25.2	24.8	24.8	25.9	26.5	26.4	26.1	26.0
Temperatura mínima (°C)	23.4	23.4	23.3	23.1	22.7	22.2	21.9	22.5	23.2	23.5	23.4	23.4
Temperatura máxima (°C)	30.1	30.2	30.0	29.6	28.9	28.5	28.9	30.6	31.2	30.7	30.0	30.0
Precipitación pluvial (mm)	314	322	354	260	164	108	87	106	152	234	283	298
Humedad relativa (%)	86	86	87	88	87	88	85	81	81	85	87	87
Días lluviosos (días)	18	17	19	17	15	11	9	9	11	16	17	18

Fuente: Estación Meteorológica de Pucallpa UNU (2022).

3.6.3 Proceso experimental

El proceso experimental contempló los siguientes materiales y equipos:

Terreno agrícola

Semilla criolla de ajonjolí

Letrero de identificación

Balanza gravimétrica.
Balanza electrónica.
Regla graduada.
Wincha.
Jalones y estacas.
Rafia.
Machete.
Lampa.
Poceador.
Lima de afilar.
Costales.
Listones de madera (largueras).
Alambre de púa.
Clavo para alambre.
Martillo.
Insecticida Tifón.

La ejecución del ensayo se realizó de la siguiente forma:

- **Preparación del terreno.**

La preparación del terreno se hizo manualmente, con el apoyo de herramientas como machete, palas y rastrillo, posteriormente se construyeron surcos a 0.50 y a 0.60 m

- **Siembra**

La semilla de ajonjolí se mezcló con C*hlorpyrifos* un día antes de la siembra a razón de 3 g/kg para protegerlos de los diferentes insectos del suelo y lograr un mayor número de plantas germinadas.

La siembra se realizó de forma manual, sembrando entre 3 a 5 semillas por golpe, los cuales fueron sembrados de acuerdo a las densidades antes mencionadas (0.25 y 0.30 m entre plantas). La siembra de todas las unidades experimentales se realizó el mismo día.

- **Desahíje**

Este proceso se llevó a cabo a los 15 días después de la siembra, en forma manual, eliminando las plantas excesivas y permitiendo la presencia de no más de 3 plantas por golpe.

- **Fertilización.**

En este trabajo de investigación no se aplicó ningún tipo de fertilizantes, ni abonos orgánicos. La plantación solo tuvo a disposición la fertilidad natural del suelo.

- **Riego.**

En nuestra plantación no se aplicó ningún tipo de riego.

- **Evaluaciones.**

La primera evaluación se realizó a los 5 días después de la siembra, en la cual se evaluó el porcentaje de germinación. Posteriormente se realizaron evaluaciones cada 20 días (4 veces en total), en la cual se evaluó los días transcurridos hasta el inicio de floración, los días transcurridos hasta el inicio de la formación de capsulas, la altura de la planta a los 60 días y la altura de la planta a la cosecha. Pasado a los 80 días (inicio de senescencia), se evaluó los días transcurridos hasta el inicio de la cosecha, diámetro del tallo, número de ramas por planta, altura de la primera

capsula, número de capsulas por planta, número de granos por capsula, peso de 1000 semillas, rendimiento por parcela y rendimiento por ha.

- **Visita del jurado de tesis**

Se llevó a cabo cuando las plantas de ajonjolí estaban en etapa de floración y se tomó en cuenta las observaciones de los miembros del jurado.

- **Cosecha.**

Se llevó a cabo cuando las plantas estaban en madurez fisiológica, utilizando jornaleros y cosechando cada unidad experimental de forma individual.

3.6.4 Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron durante el ensayo fueron:

- **Rendimiento de grano por ha.**

Esta variable fue estimada cuando las plantas entraron en etapa de post cosecha. Para esto se utilizaron los datos obtenidos del rendimiento por parcela y, a partir de ello, se estimó la producción por ha, en función de la densidad de siembra por el número de cápsulas por planta, el número promedio de granos por cápsula y el peso de mil granos, expresándose el resultado en kg ha^{-1}.

- **Rendimiento de grano por parcela.**

Esta variable fue medida cuando las plantas estuvieron en etapa de cosecha. Para esto, la cosecha se llevó a cabo a nivel de unidad experimental y cuya producción se calculó por separado en una balanza, expresándose el resultado en kg $parcela^{-1}$.

- **Número de ramas productivas por planta.**

Esta variable se desarrolló cuando las plantas entraron al punto de maduración (verde amarillento), debido a que, en este punto, la planta detiene su crecimiento en longitud. Para ello, se tomaron 3 plantas por unidad experimental y se contó el número de ramas productivas por cada una de ellas, anotando el registro en la libreta de campo.

- **Número de cápsulas por planta.**

Esta variable se midió cuando el cultivo entró en etapa de cosecha. Para ello, se tomaron 3 plantas cortadas de cada unidad experimental y se contaron, de forma individual, el número de capsulas producidas por planta, para finalmente promediarlos y anotando el dato en la libreta de campo.

- **Número de granos por cápsula.**

Esta variable se evaluó cuando el cultivo entró en etapa de secado de grano. Para ello, se tomaron 3 cápsulas al azar de cada unidad experimental y se contabilizó el número de granos contenidos en cada una de ellas, y posteriormente se procedió a promediar. El resultado muestra el promedio de granos producidos por cápsula en cada unidad experimental.

- **Peso de mil granos.**

Esta variable fue evaluada cuando las plantas de ajonjolí estuvieron en etapa de cosecha. Para esto, se tomaron tres muestras de mil granos cada unidad experimental. Cada muestra fue pesada individualmente en una balanza analítica y posteriormente se promedió el peso de mil granos por UE.

CAPITULO IV.

RESULTADOS

4.1 Rendimiento de grano por ha

El análisis de variancia para rendimiento de grano por ha determinó que no hubo diferencias estadísticas entre las densidades de siembra probadas, incluido el testigo, con un coeficiente de variabilidad de 6.14 % lo cual indica una aceptable homogeneidad de los datos reportados en esta variable, conforme lo señala Calzada (1972), quien indica que en ensayos de campo no debe superar el 30 %. Anexo 1A.

Tabla 4.

Rendimiento de grano por ha por densidad de siembra

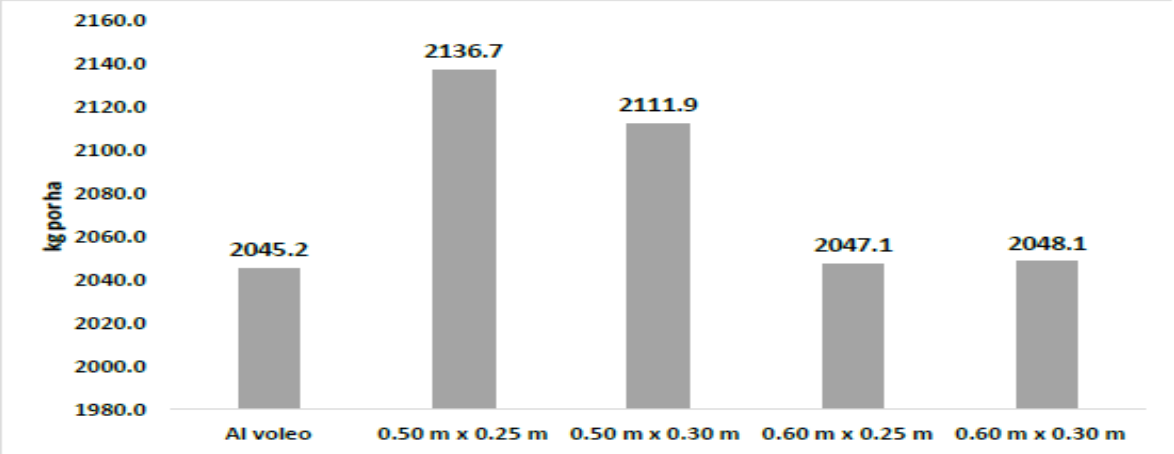
	Densidades de siembra	Rendimiento grano (kg ha^{-1})	Significación (*)
D1	Siembra al voleo (testigo)	2045.23	b
D2	0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1})	2136.68	a
D3	0.50 m x 0.30 m (66 6666 plantas ha^{-1})	2111.91	a
D4	0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1})	2047.14	b
D5	0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1})	2048.09	b

(*) letras iguales en la columna indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos

Sin embargo, en términos numéricos, la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P<0.05$), destaca la superioridad de las densidades de siembra de 0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1}) y de 0.50 m x 0.30 m (66 666 plantas ha^{-1}), con 2136.68 y 2111.91 kg de grano ha^{-1}, cada una, seguido de las densidades de siembra de 0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1}) y de 0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1}), con 2048.09 y 2047.14 kg de grano ha^{-1}, mientras que el testigo logró la última posición con un rendimiento promedio de 2045.23 kg de grano ha^{-1}. Tabla 2 y Figura 2.

Figura 2.

Rendimiento de grano por ha densidad de siembra



4.2 Rendimiento de grano por parcela.

De forma similar al resultado anterior, el análisis de variancia para rendimiento de grano por parcela determinó la inexistencia de diferencias significativas entre las densidades de siembra probadas, con un coeficiente de variabilidad de 8.23 %, lo cual indica una aceptable homogeneidad de los datos reportados en esta variable, conforme lo señala Calzada (1972), quien indica que en ensayos de campo no debe superar el 30 %. Anexo 2A.

Tabla 5.

Rendimiento de grano por ha por densidad de siembra

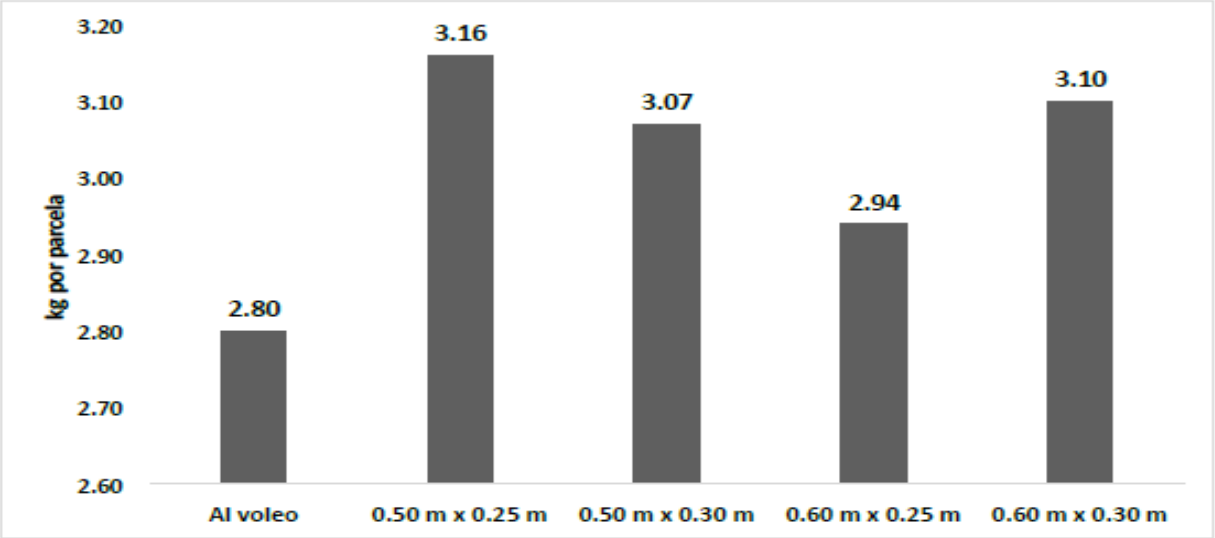
	Densidades de siembra	Rendimiento (kg parcela^{-1})	Significación (*)
D1	Siembra al voleo (testigo)	2.8050	b
D2	0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1})	3.1650	a
D3	0.50 m x 0.30 m (66 6666 plantas ha^{-1})	3.0725	a
D4	0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1})	2.9475	b
D5	0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1})	3.1050	a

(*) letras iguales en la columna indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos

Efectuada la prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05), se destaca la superioridad de las distancias de siembra de 0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1}), de 0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1}) y de 0.50 m x 0.30 m (66 6666 plantas ha^{-1}), con 3.16, 3.10 y 3.07 kg $parcela^{-1}$, respectivamente, siendo superiores numéricamente a las densidades de siembra de 0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1}) y al Testigo, quienes registraron cada una, 2.94 y 2.89 kg $parcela^{-1}$, conforme se aprecia en la Tabla 3 y Figura 3.

Figura 3.

Rendimiento de grano por parcela por densidad de siembra



Sobre los resultados, Melgarejo *et al.,* (2020) indica que, el distanciamiento muy ancho determina una baja densidad de siembra, mientras que un espaciamiento entre plantas muy corto permite la competencia entre plantas por agua, kluz y nutrientes y afecta el rendimiento.

Al respecto, Rahnama y Bakhshandeh (2006), citados por Melgarejo *et al*., (2020), indican que la variación en la densidad de siembra influye en la cantidad de cápsulas por planta, peso de mil granos y en el rendimiento del cultivo.

4.3 Número de ramas productivas por planta.

La evaluación del análisis de variancia para el número de ramas por planta ha determinado que no hubo diferencias estadísticas entre las densidades estudiadas, con un coeficiente de variabilidad de 18.10 %, lo cual indica una moderada

homogeneidad de los datos reportados en esta variable, conforme lo señala Calzada (1972), quien indica que en ensayos de campo no debe superar el 30 %. Anexo 3A.

Tabla 6.

Número de ramas productivas por planta por densidad de siembra

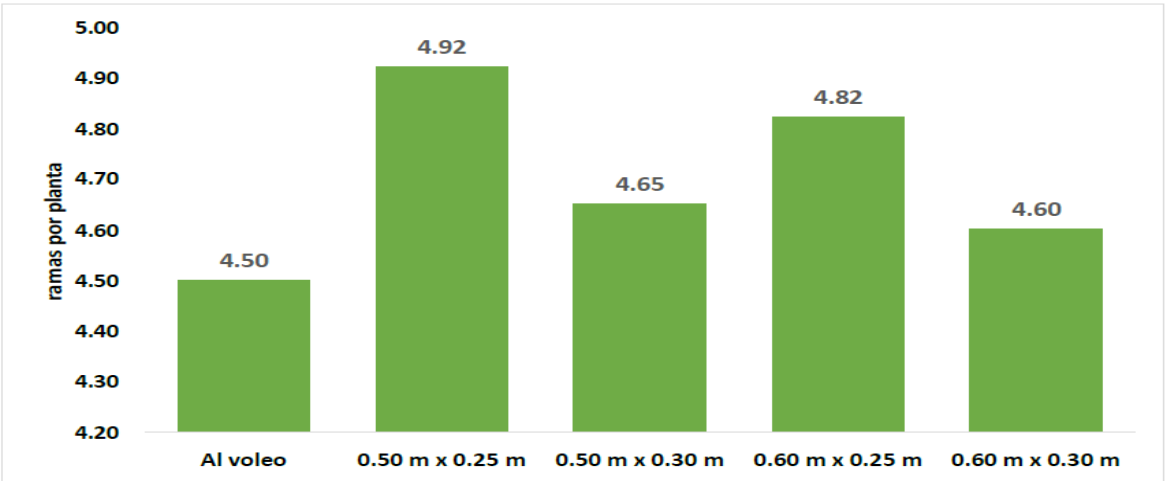
	Densidades de siembra	Ramas por planta	Significación (*)
D1	Siembra al voleo (testigo)	4.5000	a
D2	0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1})	4.9250	a
D3	0.50 m x 0.30 m (66 6666 plantas ha^{-1})	4.6500	a
D4	0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1})	4.8250	a
D5	0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1})	4.6000	a

(*) letras iguales en la columna indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos

Al respecto, la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P<0.05$), demuestra que numéricamente los distanciamientos de siembra de 0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1}), 0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1}),0.50 m x 0.30 m (66 6666 plantas ha^{-1}) y 0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1}), obtuvieron 4.92,4.82, 4.65 y 4.60 ramas por planta, quedando en último lugar, el tratamiento testigo con 4.50 ramas por planta, sin ser significativamente menor que los demás tratamientos, conforme se expresa en la Tabla 4 y Figura 4.

Figura 4.

Número de remas productivas por planta por densidad de siembra



4.4 Número de cápsulas por planta.

El análisis de variancia sobre el número de cápsulas por planta ha demostrado que no existen diferencias entre las diferentes densidades de siembra incluido el testigo, con un coeficiente de variabilidad de 18.13 %, lo cual determina una moderada homogeneidad de los datos reportados en esta variable, conforme lo señala Calzada (1972), quien indica que en ensayos de campo no debe superar el 30 %. Anexo 4A.

Tabla 7.

Número de capsulas por plantas por densidad de siembra

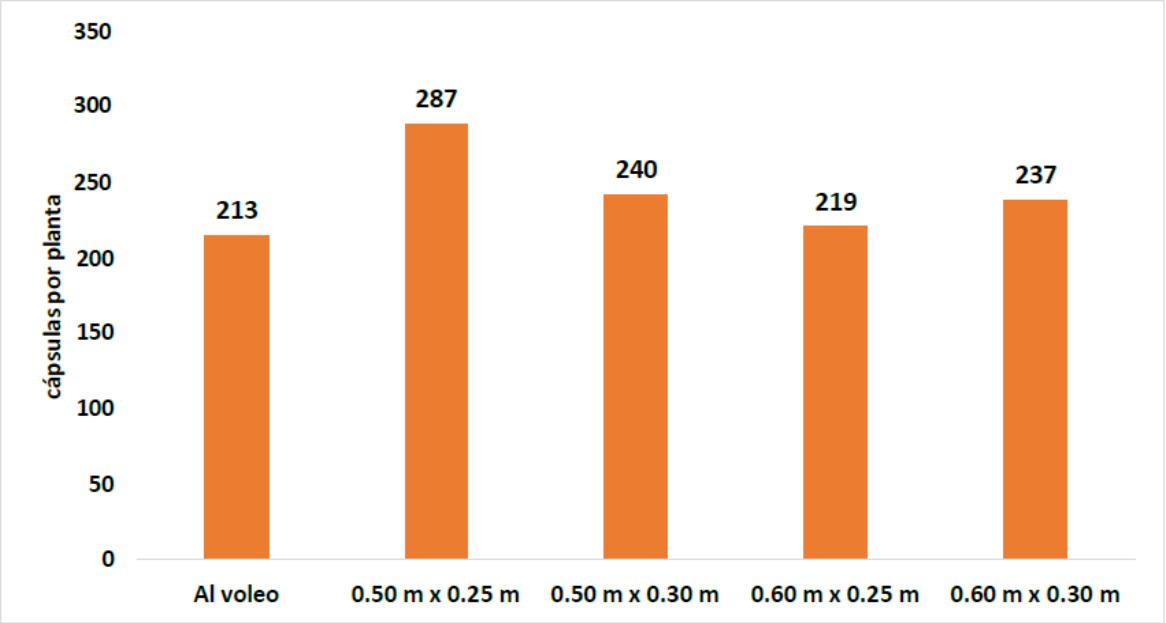
	Densidades de siembra	Cápsulas por planta	Significación (*)
D1	Siembra al voleo (testigo)	213.00	b
D2	0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1})	287.00	a
D3	0.50 m x 0.30 m (66 6666 plantas ha^{-1})	240.00	ab
D4	0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1})	219.25	ab
D5	0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1})	237.25	ab

(*) letras iguales en la columna indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P<0.05$), destaca la superioridad numérica de las densidades probadas frente al testigo, con 287.00, 240.00, 237.25 y 219.25 cápsulas por planta para los distanciamientos de 0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1}), 0.50 m x 0.30 m (66 6666 plantas ha^{-1}), 0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1}) y de 0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1}), respectivamente, mientras el testigo registra un promedio de 213.00 cápsulas por planta. Tabla 5 y Figura 5

Figura 5.

Número de cápsulas por planta por densidad de siembra



4.5 Número de granos por cápsula.

Al efectuar el análisis de variancia del número de granos por cápsula se encontró que no existen diferencias entre los diferentes tratamientos incluido el testigo, con un coeficiente de variabilidad de 11.25 %, lo cual determina una moderada homogeneidad de los datos reportados en esta variable, conforme lo señala Calzada (1972), quien indica que en ensayos de campo no debe superar el 30 %. Anexo 5A.

Tabla 8.

Número de granos por cápsula por densidad de siembra

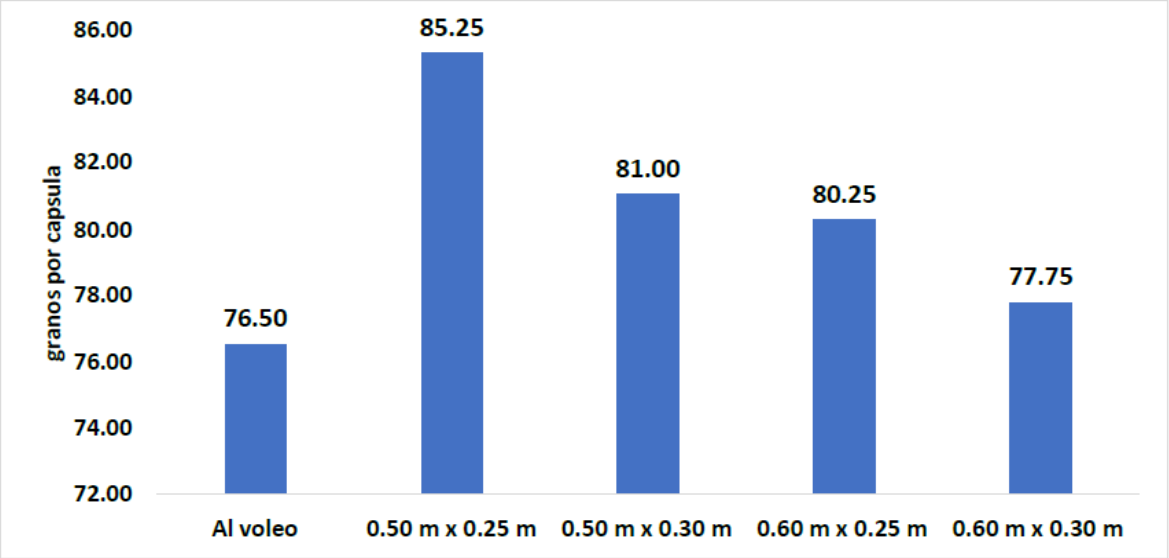
	Densidades de siembra	Granos por cápsula	Significación (*)
D1	Siembra al voleo (testigo)	76.50	a
D2	0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1})	82.50	a
D3	0.50 m x 0.30 m (66 6666 plantas ha^{-1})	81.00	a
D4	0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1})	80.25	a
D5	0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1})	77.75	a

(*) letras iguales en la columna indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos

Sobre ello, los promedios alcanzados por las densidades no muestran superioridad estadística, conforme se registra en la prueba de rangos múltiples de Duncan($P<0.05$), con promedios de 85.25, 81.00, 80.25, 77.75 y 76.50 para las densidades de 0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1}), 0.50 m x 0.30 m (66 6666 plantas ha^{-1}), 0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1}), 0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1}) y el testigo de siembra al voleo, respectivamente. Tabla 6 y Figura 6.

Figura 6.

Número de granos por cápsulas por densidad de siembra



4.6 Peso de mil granos.

La variable peso de mil granos fue evaluada por el análisis de variancia, el cual determinó que no se presentaron diferencias significativas entre las densidades estudiadas, con un coeficiente de variabilidad de 0.43 %, lo cual determina una moderada homogeneidad de los datos reportados en esta variable, conforme lo señala Calzada (1972), quien indica que en ensayos de campo no debe superar el 30 %. Anexo 6ª

Tabla 9.

Peso de mil granos

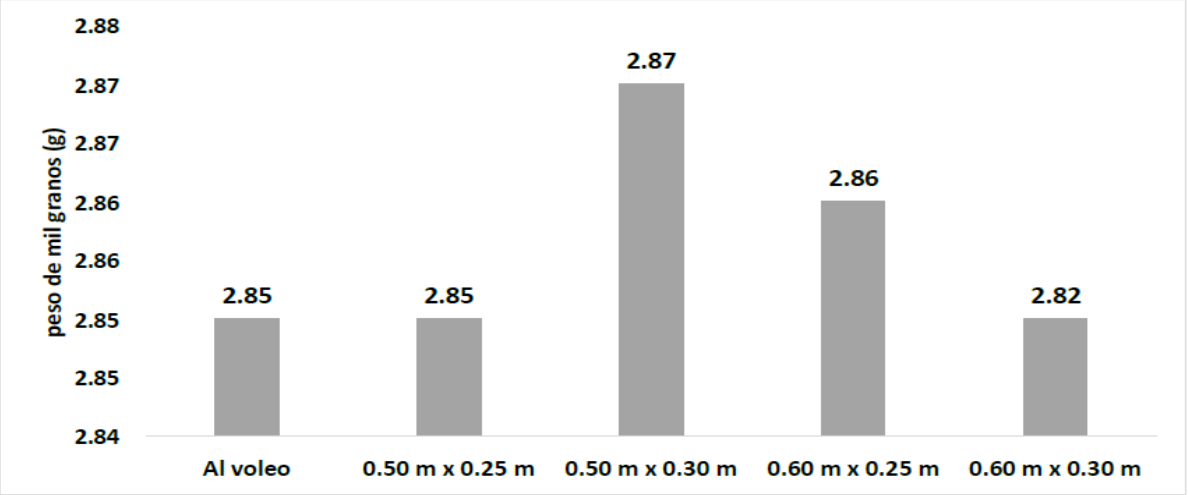
	Densidades de siembra	Peso de mil granos (g)	Significación (*)
D1	Siembra al voleo (testigo)	2.8520	ab
D2	0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1})	2.8570	ab
D3	0.50 m x 0.30 m (66 6666 plantas ha^{-1})	2.8750	a
D4	0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1})	2.8625	ab
D5	0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1})	2.8252	b

(*) letras iguales en la columna indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P<0.05$) resalta la superioridad numérica de las densidades con distanciamientos de 0.50 m x 0.30 m (66 666 plantas ha^{-1}), 0.60 m x 0.25 m (66 666 plantas ha^{-1}), 0.50 m x 0.25 m (80 000 plantas ha^{-1}), 0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1}) y el testigo (siembra al voleo), con promedios de 2.87, 2.86, 2.85 y 2.85 g, respectivamente, mientras que con el tratamiento cuyo distanciamiento fue 0.60 m x 0.30 m (55 000 plantas ha^{-1}), se obtuvo en promedio, 2.82 g por peso de mil granos. Tabla 7 y Figura 7.

Figura 7.

Peso de mil granos



CAPITULO V

DISCUSIÓN

- **Rendimiento de grano por ha**

Factores ambientales como la competencia entre plantas de ajonjolí por luminosidad, espacio y nutrientes fueron determinantes de los resultados encontrados para esta variable. Sin embargo, Alvarado (2018), sostiene que el rendimiento es una característica varietal y depende de su interacción genotipo ambiente como son particularmente la calidad del suelo en la parte química, biológica y física; el clima con los indicadores de: temperatura, calor, radiación, cantidad y distribución de la humedad y otro componente vital es la sanidad vegetal.

En su ensayo, Ngala *et al.,* (2013), citado por Melgarejo *et al.,* (2020), comprobó que diferentes densidades de siembra de ajonjolí afectaron la altura de planta, número de ramas por planta y rendimiento. Por su parte, Carreño y Rojas (2013), al estudiar el efecto de cuatro densidades poblacionales de siembra sobre el rendimiento de ajonjolí, encontraron una disminución en el rendimiento con densidades poblacionales iguales o mayores a 125.000 plantas ha^{-1}.

Comparando nuestros resultados para esta variable, se demuestra que son ligeramente superiores a los que reporta Alvarado (2018), con 2.109 t ha^{-1}, a una densidad de 300 mil plantas ha^{-1}, así como los que obtuvo Melgarejo *et al.,* (2108), con 1.60 t ha^{-1} a una densidad de 100 plantas por m^2 y Rodríguez *et al.,* (2020), con 1.41 t ha^{-1}, cuando sembró ajonjolí a un distanciamiento de 0.60 m x 0.30 m.

De igual modo ensayos efectuados por Zárate *et al*., (2018), logró un rendimiento de 0.759 t ha^{-1} cuando sembró a una densidad de 10 plantas por m lineal y Alvarado *et al*., (1999), registró un promedio de 0.990 t ha^{-1} a una alta densidad de siembra de 0.70 m x 0.12

- **Número de ramas por planta**

Según manifiesta Rodríguez *et al*., (2018), el número de ramas por planta es un parámetro varietal que está relacionado con los aspectos genéticos y ambientales, lo cual indica que la formación de ramas improductivas está asociada a poblaciones de plantas más altas.

Sobre la variable evaluada, un ensayo de Melgarejo *et al*., (2020), encontró 7.45 ramas por planta a una densidad de 50 plantas m^2, mientras que el estudio de Rodríguez *et al*., (2018), reporta un promedio de 8.53 ramas por planta, cuando sembró ajonjolí a una distancia de 0.60 m x 0.30 m.

- **Número de cápsulas por planta**

El número de cápsulas por planta varía en función del tipo de crecimiento de la variedad, y éstas pueden producir de 1 a 3 cápsulas por axila, siendo una característica genética propia de cada variedad, aunque se puede ver afectada por las condiciones ambientales y el manejo del cultivo, conforme lo sostienen Vargas y Blanco (2002).

De igual forma, Ayala (2005) manifiesta que el número de cápsulas por planta es el componente de rendimiento que resulta más fácilmente afectado por las condiciones del ambiente y en condiciones de extrema sequía en la etapa floración y formación de cápsulas, puede ocurrir aborto masivo de flores y consecuentemente verse afectado el número final de cápsulas.

Los resultados encontrados en nuestro ensayo resultan superiores cuando se comparan con los que registra Rodríguez *et al*., (2018), quien obtuvo hasta 160 cápsulas por planta a una densidad de siembra de 0.60 m x 0.30 m, al igual que Zárate et al (2018), con 139 cápsulas por planta a una densidad de 60 000 plantas ha^{-1}, sin embargo, Alvarado (2018), obtuvo sólo 42 cápsulas por planta a una densidad de 300 000 plantas ha^{-1}, lo cual indica que a mayor densidad, menor

número de cápsulas por planta, sin embargo, este resultado se contradice con lo que reporta Melgarejo *et al*., (2020), quien registró hasta 458 capsulas por planta a una densidad de 100 plantas por m^2

- **Número de granos por capsula**

Los resultados encontrados pueden ser atribuidos a que la variable granos por cápsula es una característica propia de cada variedad que varía en un rango limitado según las condiciones ambientales y el manejo del cultivo. Por ello, Rodríguez (2018), señala que, las diferencias por el número de granos por capsula pueden estar asociadas a la respuesta de la planta a la interacción genotipo-ambiente y al tamaño que alcanza el fruto, el cual se relaciona con el número de cápsulas por nudo y el número de ramas por planta.

Al comparar con otros resultados de ensayos similares, puede advertirse que son superiores a los encontrados por Rodríguez *et al*., (2018), con 56 frutos por cápsula cuando sembró ajonjolí a un distanciamiento de 0.60 m x 0.30 m, así como los reportados por Zárate *et al.,* (2018), con 78 semillas por cápsula, a una densidad de 10 plantas por m lineal y por Alvarado (2018), con 67 granos por cápsula, a una densidad de 300 000 plantas ha^{-1}.

- **Peso de mil granos**

Los resultados encontrados pueden ser atribuidos de forma más evidente por el potencial genético de la especie que por el factor distanciamiento de siembra. De hecho, Zárate (2011), sostiene que el peso de mil semillas es una característica varietal y uno de los componentes del rendimiento que puede ser modificado por el ambiente en el momento de formación y llenado de grano. De igual forma, Moreno (2006), menciona que, el peso de mil semillas es menor a 2.6 g, cuando se siembra en suelos pobres y con baja humedad.

Resultados similares para esta variable son reportados por Melgarejo *et al*., (2020), quien obtuvo un promedio de 3.0 g de peso de mil semillas sembrando 160 plantas por m^2, así como lo obtenido por Alvarado (2018), con 3.0 g de peso de mil

granos sembrado a una densidad de 300 mil plantas ha^{-1}, mientras que Zárate *et a*l., (2018), logró un mayor peso con 4.64 g de peso de mil granos, cuando sembró a una densidad de 10 plantas por m lineal.

En líneas generales, se ha observado que, la densidad de siembra ha influenciado en los parámetros evaluados número de ramas por planta, número de cápsulas por planta y número de granos por capsula, lo cual guarda una estrecha relación con el número de ramas productivas que presentan las plantas y por otro lado, las condiciones de estrés que puede causar una excesiva densidad de siembra.

Estos resultados sugieren que, a menor densidad de siembra, las plantas de ajonjolí mantienen un porte más desarrollado, debido a una mayor competencia, lo que influye en la simetría de las plantas y por tanto menor gasto de energía y más productiva.

También estos efectos probablemente ocurrieron porque fue favorecida la uniformidad espacial, eliminándose la competencia por la intercepción de la radiación, agua y nutrientes. Estudios recientes indican que la respuesta del ajonjolí a las altas densidades de siembra puede ser atribuida a la intercepción de luz máxima ya que resultados similares fueron obtenidos con variedades poco ramificadas, conforme lo sostiene Pérez *et al*., (2024)

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos propuestos, se concluye:

- Se logró evaluar el efecto que tuvieron las densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de ajonjolí bajo las condiciones agroecológicas de la Isla Parahuashá, no presentándose diferencias significativas frente al sistema de siembra al voleo.

- Numéricamente, la densidad de siembra de 0.50 m x 0.30 m (80 000 plantas ha^{-1}), destacó numéricamente en los indicadores rendimiento de grano ha^{-1} (2136.7 kg), número de ramas productivas por planta (4.9), número de cápsulas por planta (287) y número de granos por cápsula (82.5)

- En relación al peso de mil granos, se notó la superioridad numérica de las plantas de ajonjolí cuando fueron sembradas a una densidad de siembra de 0.50 m x 0.30 m (66 666 plantas ha^{-1}), con un promedio de 2.82 g.

CAPITULO VII.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo se recomienda:

- Recomendar la siembra de ajonjolí variedad criolla en la zona donde se realizó el ensayo, con un distanciamiento de 0.50 m x 0.30 m (80 000 plantas ha^{-1}), por haber tenido un mejor comportamiento superior en las evaluaciones de los indicadores de rendimiento del cultivo de ajonolí.

- Continuar la investigación sobre densidades de siembra de ajonjolí variedad criolla, tomando en cuenta los parámetros climáticos de la zona donde se va a sembrar.

- Desarrollar trabajos de investigación relacionados a la rentabilidad económica que producen las diferentes densidades de siembra del cultivo de ajonjolí, en función a la relación beneficio-costo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Augstburger, F; Berger, J; Censkowsky, U; Heid, P; Milz, J; Streit, C. 2000. Agricultura orgánica en el trópico y subtrópico: Guías de 18 cultivos, Ajonjolí (Sésamo). Asociación Naturland. 1. ed. 30 p. Disponible en: https://nuestra-maestriaagroecologica.jimdo.com/app/download/5072288670/Libro+AJONJOLI+ECOLOGICO.pdf?t=1304134351

Ávila, J; Hernández, J; Acevedo, T. 1992. Efecto de la distancia de siembra entre hileras sobre el comportamiento de 4 variedades de ajonjolí (*Sesamum indicum* L). Agronomía Tropical 42 (5-6): 307-320 p.

Aybar, C; Lavado Casimiro, W; Sabino, E; Ramírez, S; Huerta, J; Felipe-Obando, O. (2017). Atlas de zonas de vida del Perú – Guía Explicativa. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dirección de Hidrología. Lima Perú. 35 p.

Bazán, J. 2019. Crecimiento y rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) bajo la acción de 2 bioles. FAO. Consultado en línea. 14 diciembre 2023. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/338655722_Crecimiento_y_rendimiento_del_ajonjoli_Sesamum_indicum_L_bajo_la_accion_de_dos_bioles

Cazada, J. 1972. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial UTEHA: Lima 632 p. Consultado en línea 12 de diciembre 2024. Disponible: https://es.scribd.com/document/426649495/metodos

Carreño, B.; Rojas, R. 2013. Densidades de siembra de la variedad escoba blanca de sésamo *(Sesamum indicum* L.), evaluada bajo el sistema chaqueado en la comunidad de Limones, municipio de Robore del departamento de Santa Cruz. Cámara Boliviana de Exportadores de Sésamo, 1-15

Cueva, M. 1998. Niveles de fertilización NPK en dos variedades de ajonjolí (Sesamum indicum L) en suelos ultisols de Pucallpa. Tesis Universidad

Nacional de Ucayali. Pucallpa. 67 p.

Chile, N; Rodríguez, E; Molina, M; Rodríguez, O; Carranza, F. 2022. Evaluación de cinco dosis de un fertilizante químico y una dosis de fertilizante orgánico en el desarrollo y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en San Luis Talpa, La Paz, El Salvador. Revista Agrociencia Vol 6 num 22. Disponible: https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/182

Etchevers, J. 2000. Técnicas de diagnóstico útiles en la medición de la fertilidad del suelo y el estado nutrimental de los cultivos. Chapingo, México, Terra Latinoamericana. 17(3): 209-219.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación, IT). 2019. Datos sobre alimentación y agricultura (en línea), cultivos. Roma, IT, División de Estadística, (consultado 28 mayo del 2023). Disponible en https://www.fao.org/faostat/en/#data

ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, GUAT). 2017. El cultivo de Ajonjolí. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Obtenido de http://www.funsepa.net/guatemala/docs/ajonjoli.pdf

Laurentin, H. 2015. Morphological characterization and phenetic relationship of improved sesame (*Sesamum indicum* L ..., (March).

Loarca, P. 2015. Elaboración de mezclas de Malanga - Ajonjolí para la producción de alimentos listos para servir. Centro Universitario de Suroccidente. Obtenido: https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/24282matejadar.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Marrugo, Y; Fuentes, L; Montero, P; Acevedo, D. 2015. Factibilidad de almacenamiento de semillas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en bolsas silobag. Biotecnología en El Sector Agropecuario y Agroindustrial. 13(1): 83–89. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n1/v13n1a10.pdf.

Melgarejo A., M; Galeano, A; Amarilla M., D; Maidana, E; Bogado, M; Franco, R;

Mendoza, MJ; Colman, P; Silvero, O; Lugo, WD; 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 (Chile). 38(3): 107-112. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v38n3/0718-3429-idesia-38-03-107.pdf

Morán, F. 1988. Evaluación de diferentes niveles de N-P-K aplicados al follaje en ajonjolí (*Sesamun indicum* L.). Tesis Tec. Uni. Guatemala, Universidad Rafael Landívar.

Pérez, Y; Calero, A; Peña, K; Gutiérrez, J; Rodríguez, V. 2024. Densidades de plantas y aplicación foliar de aminoácidos incrementan el rendimiento del ajonjolí. Disponible: https://dspace.uniss.edu.cu/handle/123456789/9069

Pérez-Bolaños, JJ; Salcedo-Mendoza, JG. 2018. Componentes del rendimiento en cultivares de ajonjolí *Sesamum indicum* L. (*Pedaliaceae*), en el departamento de Sucre (Colombia). Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 19(2): 263-276. Disponible en http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v19n2/0122-8706-ccta-19-02-00263.pdf

Rahnama, A; Bakhshandeh, A. 2006. Determination of Optimum Row Spacing and Plant Density for Uni-Branched Sesame in Khuzestan Province. Journal of Agricultural Science and Technology. 8. 25-33.

Rosillo, J. 2019. Evaluación de la modalidad de siembra y del número de plantas por golpe en la capacidad productiva del ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) Valle del medio Piura. 2018. Tesis Ing. Piura, PE, Universidad Nacional de Piura. 86p. Disponible en https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1671/AGR-ROS-MI%C3%91-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodríguez, I; Pérez, H; García, R; Sánchez, S. 2018. Efecto de la densidad de población en parámetros agronómicos del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). In Revista científica Agroecosistemas 6 (3) 33-39. Recuperado de: http//aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index

Sánchez, Z. 2018. Comportamiento del cultivo del ajonjolí bajo diferentes densidades de población en la granja Santa Inés. Tesis Ing. Machala, EC, Universidad Técnica de Machala. 54p. Consultado en línea. Disponible en http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12434/1/DE00020_TRABAJODETITULACION.pdf

Tamani, J. 2024. Respuesta a la aplicación de tres fuentes de fertilización fosfatada en el rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum)* en un inceptisol de Pucallpa. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. 67 p.

Tejada, M. 2018. Estudio sobre grano de ajonjolí (*Sesamum indicum* sp.) y su procesamiento en la actualidad. Universidad Nacional Abierta y a distancia - UNAD. Consultado en línea 13 de diciembre del 2023. Disponible en: https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/24282/matejadar.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Ushiñahua, W. 2010. Efecto de diferentes densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L) en un entisol de Pucallpa. Tesis Ing. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. 72p.

Vaca, F; Vásquez, J; Vásquez, V; Vásquez, J. 2001. Manual de manejo del cultivo de ajonjolí: Clase de manejo de agroquímicos. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. 19p. Consultado en línea. Disponible en: https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2550/1/210904_0325%20ajonjoli.pdf

Van Humbeeck, M; Oviedo, R. 2012. Población de plantas y su efecto en el desarrollo vegetativo y rendimiento del sésamo (*Sesamum indicum* L.) variedad Escoba. Investigación Agraria. 14(1): 25-30. Consultado en línea. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/pdf/ia/v14n1/v14n1a04.pdf

Villanueva, E; Castillo, D; Rodríguez, G. 2013. Influencia de los parámetros Rancimat sobre la determinación del índice de estabilidad oxidativa del aceite de *Sesamum indicum* L. Trujillo, PE, Scientia Agropecuaria. 4(3):173-180. Consultado en línea 12 de diciembre del 2023.Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/277962054_Influence_of_the_Ranci mat_parameters_on_the_determination_of_oxidative_stability_index_of_Sesa mum_Indicum_L_Oil

Yachi, C. 2023. Efecto de tres niveles de Nitrógeno (N) y Potasio (K) en el rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* l.) en un suelo aluvial de la provincia de coronel Portillo. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. 89p.

Zanvettor, R. 2019. Evaluación del rendimiento en sésamo (*Sesamum indicum* L.) variedad ¨Escoba Blanca¨ bajo diferentes fechas de siembra y densidades. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina 21p. Disponible en: https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/15060/Zanvettor%2C%20Rober to%20A.%2020Evaluaci%C3%B3n%20del%20rendimiento%20en%20s%C3% A9samo%20%28Sesamum%20indicum%20L.%29%20variedad...pdf?sequen ce=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1. Resultados del análisis de suelo.

INFORME DE ENSAYO

N° 07341-22/SU/PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	:	CRISTOFER IGNACIO YACHI HUACHO
Propietario / Productor	:	CRISTOFER IGNACIO YACHI HUACHO
Dirección del cliente	:	Pucallpa
Solicitado por	:	CRISTOFER IGNACIO YACHI HUACHO
Muestreado por	:	Cliente
Número de muestra(s)	:	1
Producto declarado	:	Suelo Agricola
Presentación de las muestras(s)	:	Bolsa de plástico transparente
Referencia del muestreo	:	Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	:	Isla Parahuasha/Yarinacocha/Coronel Portillo
Fecha(s) de muestreo	:	2022-07-02
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2022-07-06
Lugar de ensayo	:	LABSAF Pucallpa
Fecha(s) de análisis	:	del 9-07-2022 al 18-07-2022
Cotización del servicio	:	082-22-PC
Fecha de emisión	:	2022-07-20

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			**1**	---	---	---	---	---
Código de Laboratorio			SU544-PC-22	---	---	---	---	---
Matriz Analizada			Suelo Agricola	---	---	---	---	---
Fecha de Muestreo			2022-07-02	---	---	---	---	---
Hora de Inicio de Muestreo (h)			9:00	---	---	---	---	---
Condición de la muestra			Conservada	---	---	---	---	---
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			ISLA PARAHUASHA	---	---	---	---	---
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**					
pH	--	--	7.76	---	---	---	---	---
Conductividad eléctrica	mS/m	--	6.55	---	---	---	---	---
Materia orgánica	%	--	1.08	---	---	---	---	---
Nitrógeno	%	--	0.05	---	---	---	---	---
Fósforo	mg/kg	--	16.24	---	---	---	---	---
Potasio	$Cmol_{(+)}/kg$	--	0.21	---	---	---	---	---
Calcio	$Cmol_{(+)}/kg$	--	5.03	---	---	---	---	---
Magnesio	$Cmol_{(+)}/kg$	--	1.45	---	---	---	---	---
Aluminio	$Cmol_{(+)}/kg$	--	0.20	---	---	---	---	---
CICE	$Cmol_{(+)}/kg$	--	6.89	---	---	---	---	---
Bases Totales	$Cmol_{(+)}/kg$	--	6.69	---	---	---	---	---
Saturación Al	%	--	2.90	---	---	---	---	---
Analisis de Textura								
Arena	%	--	14.56	---	---	---	---	---
Limo	%	--	60.70	---	---	---	---	---
Arcilla	%	--	24.74	---	---	---	---	---
Clase Textural	--	--	FrancoLimoso	---	---	---	---	---

Anexo 2. ANVA de rendimiento de grano por ha.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	100413.74	33471.24	2.05	0.16
Tratamientos	4	30058.58	7514.64	0.46	0.76
Error	12	195778.95	16314.91		
Total	19	326251.27			
	CV = 6.14 %				

Anexo 3. ANVA de rendimiento de grano por parcela

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	0.0426	0.014	0.23	0.87
Tratamientos	4	0.3299	0.082	1.33	0.31
Error	12	0.7416	0.061		
Total	19	1.1144			
	CV = 8.23 %				

Anexo 4. ANVA de número de ramas productivas por planta

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	0.1000	0.033	0.05	0.98
Tratamientos	4	0.4750	0.118	0.16	0.95
Error	12	8.6850	0.723		
Total	19	9.2600			
	CV = 18.10 %				

Anexo 5. ANVA de número de capsulas por planta

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	44415.40	14805.13	7.87	0.003
Tratamientos	4	13494.70	3373.67	1.79	0.195
Error	12	22588.10	1882.34		
Total	19	80498.20			
	CV = 18.13 %				

Anexo 6. ANVA de número de granos por cápsula.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	26.15	8.71	0.11	0.95
Tratamientos	4	183.30	45.82	0.56	0.69
Error	12	977.10	81.42		
Total	19	1186.55			
	CV = 11.25 %				

Anexo 7. ANVA de peso de mil granos.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	3	0.000053	0.000017	1.13	0.37
Tratamientos	4	0.001270	0.000031	2.02	0.15
Error	12	0.001890	0.000157		
Total	19	0.003695			
	CV = 0.43 %				

ICONOGRAFIA

Figura 8. Limpieza y delimitación de cada UE



Figura 9. Visita de los jurados



Figura 10. Inicio de floración a los 43 días



Figura 11. Aparición de las primeras cápsulas



Figura 12. Día 64 después de la siembra



Figura 13. Las plantas muestran hojas verdes y amarillas indica que el ciclo del cultivo está en sus fases finales.



Figura 14. Después del corte, se agrupan y se colocan de pie, generalmente en haces



Figura 15. Evaluación conteo de granos por cápsula

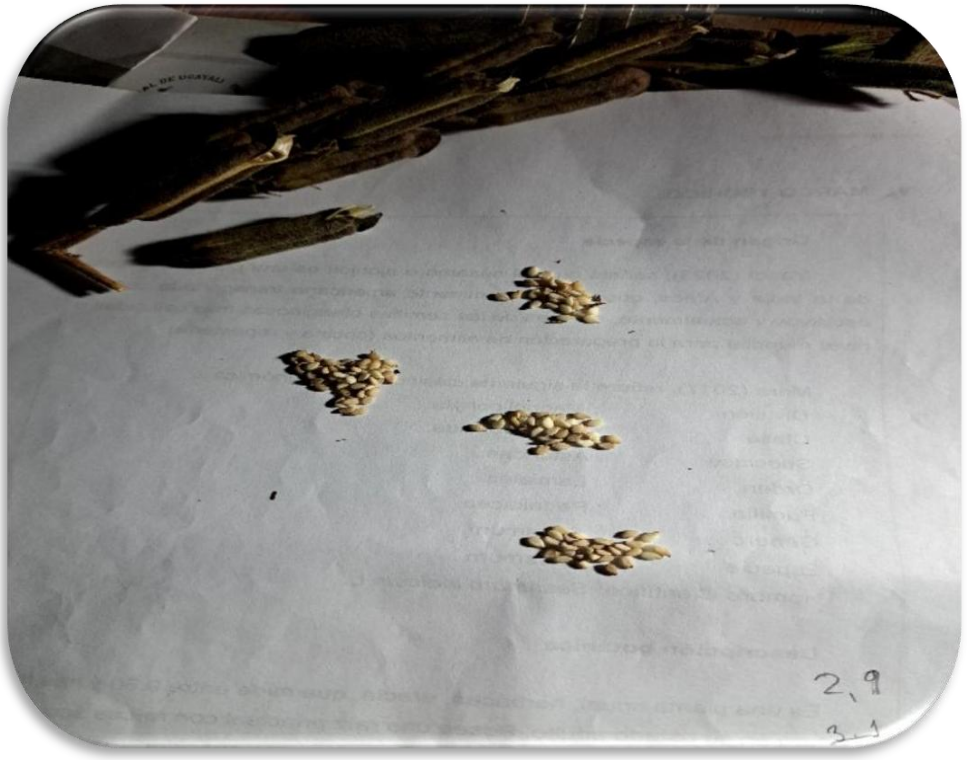


Figura 16. Empaquetamiento en bolsa de plástico transparente.

