UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

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 para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

TAMANI MENDOZA JARLEY LEDER

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 **Jarley Leder Tamani Mendoza,** denominada: **"Respuesta a la aplicación de tres fuentes de fertilización fosfatada en el rendimiento de cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum*) en un inceptisol de Pucallpa"** para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL**.

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

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto 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, ... 17 ..... de ..... ENERO ..... de 2025.

.....	.....
Ing. Isaías Gonzalez Ramírez	Mg. Luis Alberto Díaz Sandoval
Presidente	Primer Miembro
.....	.....
M. Sc. Jessica Madeley Ríos Guzmán	M. Sc. José Antonio López Ucariegue
Segundo Miembro	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.

Ing. Isaías Gonzalez Ramírez .....
PRESIDENTE

Mg. Luis Alberto Díaz Sandoval .....
PRIMER MIEMBRO

M. Sc. Jessica Madeley Ríos Guzmán .....
SEGUNDO MIEMBRO

M. Sc. José Antonio López Ucariegue .....
ASESOR

Bach. Jarley Leder Tamani Mendoza .....
TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0466-2024**.

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

"**RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE TRES FUENTES DE FERTILIZACIÓN FOSFATADA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE AJONJOLÍ (Sesamum indicum) EN UN INCEPTISOL DE PUCALLPA**"

Autor(es)	:	**TAMANI MENDOZA, JARLEY LEDER**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**M.Sc. LOPEZ UCARIEGUE, JOSE ANTONIO**

Presenta un **porcentaje de similitud de 10%,** 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: 13/09/2024

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, JARLEY LEDER TAMANI MENDOZA

Autor de la tesis titulada : RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE TRES FUENTES DE FERTILIZACIÓN FOSFATADA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE AJONJOLI (SESAMUM INDICUM) EN UN INCEPTISOL DE PUCALLPA

Sustentada el año 2025

Asesor(a): M.Sc. JOSE ANTONIO LOPEZ 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: 06 / 02 / 2025

Email: csk_fox@hotmail.com Firma:

Teléfono: 936644187 DNI: 47258902

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

DEDICATORIA.

A Dios, por ser la luz que ha guiado cada paso de mi camino, por brindarme la fuerza en los momentos de duda y la paz en medio de la tormenta

A mis padres, Norma y Porfirio, quienes han sido el pilar de mi vida, el ejemplo de esfuerzo y dedicación. Gracias por su amor infinito, por las noches de desvelo, por los sacrificios que hicieron para que pudiera alcanzar mis metas. Cada logro mío es también suyo, porque sin su apoyo incondicional, este momento no sería posible. Les dedico este trabajo con todo mi corazón, como muestra de mi eterna gratitud.

A mis hermanas, Gina y Lizmar. Gracias por ser mi refugio en los días difíciles, por sus palabras de aliento, y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Su amor y apoyo han sido una fuente constante de motivación.

A mis sobrinos, Adel y Anthony. Ustedes me inspiran a ser mejor, a seguir adelante y a nunca dejar de soñar.

AGRADECIMIENTO.

A la Universidad Nacional de Ucayali, por acogerme en su seno durante el tiempo que estuve estudiando mi carrera profesional

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por su aporte con sus conocimientos y experiencias en cada curso que me tocó compartir sus enseñanzas.

A mi asesor de tesis, por sus permanentes consejos que me ayudaron a perfeccionar mi trabajo de tesis

A mis compañeros de estudios, por compartir muchos momentos alegres y tristes durante nuestra vida estudiantil.

ÍNDICE GENERAL

		Pág.
RESUMEN…….....		x
ABSTRACT……		xi
INDICE DE TABLAS……		xii
INDICE DE FIGURAS……..		xiii
INTRODUCCION……...		1
CAPITULO I.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ……	2
1.1.	Descripción y fundamentación del problema…….	2
1.2.	Formulación general……..	3
1.2.1.	Problema general…….	3
1.2.2.	Problemas específicos……	3
1.3.	Objetivo general y objetivos específicos……	3
1.3.1	Objetivos general ……..	3
1.3.2	Objetivos específicos ……	4
1.4.	Hipótesis y/o sistemas de hipótesis……	4
1.4.1	Hipótesis general ……..	4
1.4.2	Hipótesis específica ……	4
1.5.	Variables…….	5
1.6.	Justificación e importancia……	5
1.7.	Viabilidad ……	6
1.8.	Limitaciones……	6
CAPÍTULO II.	MARCO TEORICO……..…	7
2.1.	Antecedentes de la investigación ……..	7
2.1.1.	Antecedentes internacionales …….....	7
2.1.2.	Antecedentes nacionales…….	8
2.1.3.	Antecedentes locales……..	8
2.2.	Bases teóricas……	10
2.2.1.	Origen de la especie ……	10
2.2.2.	Descripción botánica …….	10
2.2.3.	Exigencias edafo-climáticas …….	11

2.2.4. Requerimiento nutricional ……. 11
2.2.5. Fuentes fosfatadas …… 12
2.3. Definiciones conceptuales…… 13
CAPÍTULO III. METODOLOGIA…… 15
3.1. Método de investigación……. 15
3.2. Tipo y nivel de investigación…… 15
3.3. Población y muestra…….. 15
3.4. Componentes en estudio……. 16
3.5. Tratamientos en estudio…… 16
3.5.1 Operacionalización de las variables independientes …. 17
3.6. Diseño experimental…….. 17
3.7. Ejecución experimental……. 20
3.7.1. Ubicación y duración del estudio……. 20
3.7.2. Condiciones ecológicas, clima y suelo…….. 20
3.7.3. Proceso experimental……..……. 22
3.7.4. Variables evaluadas…….. 24
3.7.5. Datos registrados…….. 26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS…… 27
4.1. Rendimiento de grano por ha^{-1}……..…… 27
4.2. Rendimiento de grano por parcela……. 28
4.3. Número de ramas por planta …..……..…..…... 29
4.4. Número de capsulas por plantas ……..…… 31
4.5. Longitud de capsula ……. 32
4.6. Número de granos por capsulas……... 33
4.7. Peso de 1000 granos …… 35
4.8. Altura de planta …….. 36
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN……. 39
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES …….. 43
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES …… 44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ……..... 45
ANEXO ……. 50
ICONOGRAFÍA …… 51

RESUMEN.

La fertilización es una práctica muy importante en la nutrición del cultivo de ajonjolí, y se considera que, el factor más importante para obtener buenos rendimientos en ajonjolí, después del N, está el P. Por este motivo, se desarrolló el proyecto en el Centro de Producción de la Universidad nacional de Ucayali (Pucallpa), con el propósito de determinar el efecto de tres fuentes fosfatadas sobre los indicadores de rendimiento del cultivo de ajonjolí, bajo un diseño de Bloques completos al azar con cuatro tratamientos (testigo, superfosfato triple de calcio, fosfato diamónico y roca fosfórica a una sola dosis de 50 kg de P ha^{-1}) y 5 repeticiones. La aplicación de las fuentes fue a los 7 días antes de la siembra del cultivo, mientras que, el N a la dosis de 100 kg ha^{-1}, se aplicó en forma fraccionada, mitad a los 15 días después de la siembra y la otra mitad al inicio de floración y el K a la dosis de 80 kg ha^{-1}, se aplicó en forma fraccionada, al igual que el N. Los resultados no evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con fuentes fosfatadas frente al testigo sin aplicación. Sin embargo, desde un enfoque numérico, la aplicación del Fosfato diamónico a la dosis de 50 kg de P ha^{-1}, mostró tendencias superiores en los indicadores evaluados como: rendimiento de grano (1.72 t ha^{-1}), número de cápsulas por planta (510 cápsulas), número de granos por cápsula (82 granos) y peso de 1000 granos (4.12 g).

Palabras clave: ajonjolí, fertilización fosfatada, fuentes, rendimiento, indicadores.

ABSTRACT.

Fertilization is a very important practice in the nutrition of the sesame crop, and it´s considered that most important factor to obtain good yields in sesame, after N, is P. For this reason, the project was developed at the Production Center of the National University of Ucayali (Pucallpa), with the purpose of determining the effect of three phosphate sources on the yield indicators of the sesame crop, under a randomized complete block design with four treatments (control, triple calcium superphosphate, diammonium phosphate and phosphate rock at a single dose of 50 kg of P ha^{-1}) and 5 repetitions. The application of the sources was 7 days before sowing the crop, while N at a dose of 100 kg ha^{-1} was applied in a fractional manner, half at 15 days after sowing and the other half at the beginning of flowering and K at a dose of 80 kg ha^{-1} was applied in a fractional manner. fractionated, as well as N. The results indicate that, statistically, there were no significant differences between the phosphate sources compared to the control without application, however, numerically, the application of diammonium Phosphate at a dose of 50 kg of P ha^{-1}, was superior in all indicators, such as grain yield (1.72 t ha^{-1}), number of capsules per plant (510 capsules), number of grains per capsule (82 grains) and weight of 1000 grains (4.12 g).

Keywords: sesame, phosphate fertilization, sources, yield, indicators.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Análisis de varianza …….	18
Tabla 2	Croquis experimental…….	19
Tabla 3	ANVA de Rendimiento de grano por ha …….	27
Tabla 4	Rendimiento de grano de ajonjolí por ha y por tratamiento……	28
Tabla 5	ANVA de Rendimiento de grano por parcela……...	28
Tabla 6	Rendimiento de grano de ajonjolí por parcela y por tratamiento	29
Tabla 7	ANVA de número de ramas por planta……...	30
Tabla 8	Número de ramas por planta y por tratamiento……..	30
Tabla 9	ANVA de número de cápsulas por planta……	31
Tabla 10	Número de cápsulas por planta y por tratamiento…..	32
Tabla 11	ANVA de longitud de cápsula……	32
Tabla 12	Longitud de cápsula por tratamiento……	33
Tabla 13	ANVA de número de granos por cápsula……	34
Tabla 14	Número de granos por cápsula por tratamiento…….	34
Tabla 15	ANVA de Peso de 1000 granos……	35
Tabla 16	Peso de 1000 granos de ajonjolí por tratamiento……	36
Tabla 17	ANVA de altura de planta …….	36
Tabla 18	Altura de planta por tratamiento…….	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Imagen satelital del ensayo……	20
Figura 2.	Datos de temperatura del ensayo……	21
Figura 3.	Datos de precipitación pluvial del ensayo…….	21

INTRODUCCIÓN.

El éxito de una buena producción depende de la implementación de prácticas agrícolas adecuadas en todas las fases del cultivo, desde la preparación del terreno hasta la cosecha. El cultivo de ajonjolí (Sesamum indicum) es reconocido por su tolerancia a condiciones de estrés hídrico y su capacidad de adaptarse a diferentes tipos de suelo, aunque estos aspectos no siempre se traducen en altos rendimientos debido a las limitaciones nutricionales. Este cultivo oleaginoso, además de ser una importante fuente de aceite comestible rico en antioxidantes como sesamina y sesamolina, presenta una alta demanda de nutrientes esenciales. Las plantas requieren 16 elementos esenciales para su desarrollo, los cuales deben ser aportados por el suelo. Particularmente, el fósforo (P) es crítico, ya que desempeña un papel fundamental en los procesos metabólicos de la planta, como la transferencia de energía necesaria para su desarrollo y producción óptima. Por lo tanto, resulta crucial investigar no solo la cantidad de nutrientes extraídos por la planta en las diferentes etapas de su ciclo, sino también identificar las fuentes y dosis óptimas de fertilización que permitan alcanzar altos índices de rendimiento.

En la región, las investigaciones sobre la fertilización del cultivo de ajonjolí son limitadas. En particular, no se dispone de información actualizada sobre las fuentes y dosis de fertilización fosfatada que garanticen su adecuado crecimiento y rendimiento. A esto se suma que la promoción de este cultivo, pese a su potencial económico y nutricional, ha sido insuficiente.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la respuesta del cultivo de ajonjolí a la aplicación de diferentes fuentes fosfatadas, buscando identificar su impacto en los componentes de rendimiento en un suelo Inceptisol cuya fertilidad natural no satisface los requerimientos nutricionales del cultivo, especialmente en relación al fósforo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamentación del problema.

En nuestra región, la Asociación de Productores Agropecuarios Futuro Porvenir - Isla Parahuasha (APAFUD) impulsa el cultivo de ajonjolí, sembrándolo en suelos aluviales tras la vaciante de los ríos. Sin embargo, los productores enfrentan anualmente un bajo rendimiento, que oscila entre 600 y 700 kg ha-1

Este rendimiento limitado se atribuye principalmente a la falta de implementación de un paquete tecnológico integral que permita optimizar las prácticas de manejo agronómico, especialmente en lo que respecta a la fertilización, la cual juega un rol fundamental para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo y garantizar una producción sostenible y competitiva.

El suelo de la Amazonía baja presentan limitaciones significativas en su fertilidad natural. En particular, los niveles de fósforo (P), un nutriente esencial para los procesos metabólicos de las plantas, son deficientes, oscilando entre 2 y 10 mg kg-1 en los primeros 30 cm del suelo (Yachi, 2023). Estas condiciones son insuficientes para satisfacer las altas demandas del cultivo de ajonjolí, que se caracteriza por ser altamente extractivo de este elemento. La carencia de fósforo en el suelo se traduce en un desarrollo deficiente de las raíces, reducción del crecimiento vegetativo y limitaciones en la formación y llenado de las cápsulas, lo que impacta directamente en el rendimiento final del cultivo.

El bajo rendimiento del ajonjolí no solo representa una limitación técnica, sino también un desafío económico y social para los productores locales, quienes dependen de este cultivo como fuente de ingresos. Además, esta problemática compromete la capacidad del cultivo para competir con otras oleaginosas más productivas en el mercado regional y nacional.

Por lo tanto, es urgente desarrollar estrategias agronómicas que permitan optimizar la fertilización del cultivo de ajonjolí. Esta investigación busca aportar

soluciones prácticas y aplicables que respondan a las necesidades específicas de los productores y contribuyan al fortalecimiento de la cadena productiva del ajonjolí en la región.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuál es el efecto de la aplicación de tres fuentes fosfóricas en el rendimiento del cultivo de ajonjolí en un Inceptisol de Pucallpa?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de la aplicación del Superfosfato triple de calcio en el rendimiento del cultivo de ajonjolí en un Inceptisol de Pucallpa?

- ¿Cuál es el efecto de la aplicación del Superfosfato triple de calcio en el rendimiento del cultivo de ajonjolí en un Inceptisol de Pucallpa?

- ¿Cuál es el efecto de la aplicación del Superfosfato triple de calcio en el rendimiento del cultivo de ajonjolí en un Inceptisol de Pucallpa?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos.

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación de tres fuentes fosfatadas en el rendimiento del cultivo de ajonjolí en un Inceptisol de Pucallpa

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la aplicación de superfosfato triple de calcio en el rendimiento del cultivo de ajonjolí en un Inceptisol de Pucallpa.

- Evaluar el efecto de la aplicación de fosfato diamónico en el rendimiento del cultivo de ajonjolí en un Inceptisol de Pucallpa

- Evaluar el efecto de la aplicación de roca fosfórica en el rendimiento del cultivo de ajonjolí en un Inceptisol de Pucallpa

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis.

1.4.1. Hipótesis general

Si fertilizo el cultivo de ajonjolí con tres fuentes de fósforo, entonces podré incrementar su rendimiento en un Inceptisol de Pucallpa.

1.4.2. Hipótesis especificas

- Si fertilizo con superfosfato triple de calcio el cultivo de ajonjolí, entonces podré incrementar su rendimiento en un Inceptisol de Pucallpa.

- Si fertilizo con fosfato diamónico el cultivo de ajonjolí, entonces podré incrementar su rendimiento en un Inceptisol de Pucallpa.

- Si fertilizo con fosfato diamónico el cultivo de ajonjolí, entonces podré incrementar su rendimiento en un Inceptisol de Pucallpa.

1.5. Variables.

Las variables independientes fueron las fuentes fosfatadas

T1 = testigo sin aplicación

T2= 50 kg de P_2O_5 ha^{-1} como Superfosfato triple de Ca

T3= 50 kg de P_2O_5 ha^{-1} como Fosfato diamónico

T4= 50 kg de P_2O_5 ha^{-1} como Roca Fosfórica

Las variables dependientes fueron los indicadores de rendimiento**:**

Rendimiento por ha

Rendimiento por parcela

Número de ramas por planta

Número de capsulas por planta

Longitud de capsula

Número de granos por capsula

Peso de 1000 granos

Altura de planta

1.6. Justificación e importancia.

El éxito de una buena producción depende de las buenas prácticas agrícolas desarrolladas en todas las fases del cultivo, desde la preparación del terreno hasta la cosecha. Se sabe que las plantas necesitan de 16 elementos esenciales que el suelo debe aportar, pero que no se encuentran en la cantidad requerida por el cultivo de ajonjolí, especialmente en lo que se refiere al P, encargado de aportar la energía que necesitan los procesos metabólicos de la planta, por lo que se necesita investigar la cantidad aproximada de nutrientes extraídos por la planta desde la fase inicial hasta la maduración y las fuentes y

dosis de fertilización que requiere el cultivo para sostener buenos índices de producción.

En la región, la información sobre el manejo de la fertilización en el cultivo de ajonjolí es limitada, lo que representa una barrera para optimizar su rendimiento.

Por este motivo, la presente investigación tiene como propósito determinar la respuesta de la aplicación de diferentes fuentes fosfatadas que incidan en los componentes de rendimiento del cultivo de ajonjolí en un suelo inceptisol, cuya fertilidad natural no contribuye a satisfacer el requerimiento nutricional del cultivo, especialmente en lo que se refiere al P.

1.7. Viabilidad.

A nivel ambiental, el uso de fuentes fosfatadas en la producción agrícola es una alternativa apropiada para minimizar el efecto del cambio climático.

Desde el punto de vista social, los resultados de investigación pueden servir para dar recomendaciones técnicas a los productores locales sobre el uso de la fertilización fosfatada en el cultivo de ajonjolí

Desde el punto de vista económico, los productores pueden obtener mayores beneficios por la venta de su producto en el mercado local y regional

1.8. Limitaciones.

El ensayo experimental no tuvo mayores limitaciones de tipo económico o técnico, excepto que, por las constantes invasiones de animales del Centro de Producción, por lo que se tuvo que cercar el perímetro del ensayo.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1 A nivel internacional.

Rodríguez *et al*., (2022), llevó a cabo un ensayo en San Luis Talpa (El Salvador), con el propósito de evaluar cinco dosis de un fertilizante químico y una dosis de fertilizante orgánico en el rendimiento del ajonjolí Los tratamientos evaluados fueron el testigo (tratamiento 0: no se aplicó ningún fertilizante); tratamiento 1: 56 kg 28 m^2 (20,000 kg ha^{-1}) de estiércol de ganado bovino; tratamiento 2: 0.50 kg 28 m^2 (180 kg ha^{-1}) de fórmula 15-15-15; tratamiento 3: 0.72 kg 28 m^2 (259.42 kg ha^{-1}) de fórmula 15-15-15; tratamiento 4: 0.84 kg 28 m^2 (300 kg ha^{-1}) de fórmula 15-15-15; tratamiento 5: 1.26 kg 28 m^2 (450 kg ha^{-1}) de fórmula 15-15-15; y el tratamiento 6: 1.40 kg 28 m^2 (500 kg ha^{-1}) de fórmula 15-15-15. Los tratamientos fueron aplicados, la mitad a los 10 días después de la siembra y la otra mitad, a los siguientes 30 días. El tratamiento 3 permitió obtener el más alto rendimiento con 4.09 kg 28 m^2.

Bazán *et al.,* (2019), ejecutó un ensayo en Manabí (Ecuador), con la finalidad de evaluar el efecto de dos bioles (estiércol de bovino y de residuos diversos y otro con microorganismos eficientes), frente a un tratamiento con fertilización química (50-25-50 de NPK) y uno sin fertilizar, sobre la respuesta del crecimiento y el rendimiento del ajonjolí, bajo un diseño BCA con 3 repeticiones. Los resultados no ofrecieron diferencias significativas en el crecimiento y en el rendimiento, la fertilización química produjo rendimientos significativamente superiores a los bioles y a las plantas no fertilizadas.

Ortega (2017), evaluó en Babahoyo (Ecuador), el efecto de la fertilización química complementada con diferentes dosis de los biofertilizantes MICRO-ASP y AZOSPITIC en el cultivo de ajonjolí, variedad Portoviejo-1, determinando su

efecto sobre los indicadores de rendimiento de grano. Los resultados determinaron que aplicando la dosis 80-30-60-15 kg de NPKS ha^{-1} + AZOSPITIC 1000 cc ha^{-1} se logró más capsulas por planta (164,4 unidades), mayor rendimiento por ha (6,78 t/ha) y mejor utilidad económica ($ 4 052,57). El tratamiento a base de 80-30-60-15 kg de NPKS ha^{-1} + AZOSPITIC 1500 cc ha^{-1}, mostró más granos por cápsula (82,87), mayor peso de cápsulas (13,23 g) y demoró más tiempo en alcanzar la maduración.

2.1.2. A nivel nacional

Estrella (2015) evaluó en Tarapoto (San Martin), el efecto de diferentes dosis de fertilización química en el rendimiento de ajonjolí. Los tratamientos fueron el T0 (testigo), T1 (25-10-25), T2 (50-20-50), T3 (75-30-75), mediante un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Los resultados indican que, bajo el tratamiento T3, se obtuvo mejores promedios en altura, diámetro de tallo, % de clorofila, peso del fruto, número de ramas, volumen de aceite y mejora la etapa fenológica de la planta.

2.1.3. A nivel regional y local

Rodríguez (2024), desarrolló un ensayo en una parcela aluvial del distrito de callería, con el propósito de determinar el efecto de diferentes densidades de siembra en el rendimiento del ajonjolí regional. Los distanciamientos probados bajo un diseño BCA con 3 repeticiones 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 testigo de siembra al voleo. Los resultados indican que, no hubo diferencias significativas entre las densidades probadas frente 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 numero de granos por cápsula (82.5 granos).

Por su parte, Yachi (2023), evaluó en el sector Parahuashá, distrito de

Callería (Pucallpa), el efecto que produce la aplicación de tres niveles de Nitrógeno y Potasio en el rendimiento del ajonjolí variedad criolla. Los tratamientos probados fueron 9: (T0) testigo, (T1) 60N-50K, (T2) 60N-75K, (T3) 60N-100K, (T4) 90N-50K, (T5) 90N-75K, (T6) 90N-100K, (T7) 120N-50K, (T8) 120N-75K y (T9) 120N-100K, con una sola dosis de P (30 kg ha^{-1}), bajo un diseño de BCA con 3 repeticiones. Los resultados indican que, la aplicación de N y K aumenta significativamente el rendimiento de ajonjolí, logrando superar las 2 t ha^{-1}. Igualmente, se logró identificar que, aplicando el tratamiento 1 (60N – 50K) tiene un efecto significativo en el incremento de 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}).

De igual forma, Ushñahua (2010), desarrolló un ensayo en el sector Isla Parahuashá (Pucallpa), con el propósito de estudiar el efecto de diferentes densidades de siembra (T1 = 0,80 x 0,30m), (T2 = 0,80 x 0,20m), (T3 = 0,70 x 0,30m) y (T4= 0,70 x 0,20m), en el rendimiento del ajonjolí, bajo un diseño en BCA con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados permiten concluir que el tratamiento T2 (0,80 x 0,20m), tuvo un adecuado desarrollo vegetativo reflejado en la altura de la planta, el T3 (0,70 x 0,30m) obtuvo un mayor número de cápsulas por planta, en cuanto al número de semillas por cápsula, el T4 (0,70 x 0,20m) fue el que tuvo mayor promedio, en el rendimiento ha^{-1}, el T2 (0,80 x 0,20m) alcanzó 1,069.85 kg ha^{-1} y según el análisis económico, el tratamiento T1 (0,80 x 0,30m) resultó ser el más rentable.

Finalmente, Cueva (1998), llevó a cabo un ensayo en un suelo franco arenoso con 4.3 de pH y 1.50 % de materia orgánica en Pucallpa, para determinar el nivel óptimo de fertilización en el cultivo de ajonjolí, evaluándose 8 fórmulas de NPK, en dos variedades Inamar y Acarigua, bajo un diseño BCA en arreglo de parcelas divididas. Los resultados indicaron que no hubo diferencias estadísticas entre variedades cuando se aplicó las fórmulas NPK 160-60-60, 0-60-0, 0-60-60 y 160-60-0, cuyos rendimientos fueron 689.80, 512.02, 432.23 y 494.16 kg ha^{-1}, respectivamente.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Origen de la especie

Yachi (2023), señala que, el ajonjolí es una planta originaria de la India y África, que llego al continente americano transportado por los esclavos y actualmente, es unas de las semillas oleaginosas más utilizadas a nivel mundial para la preparación de alimentos (cocina y repostería).

Mera (2017), refiere la siguiente clasificación taxonómica

División : Magnoliophyta.

Clase : Magnoliosida.

Subclase : Asteridae.

Orden : Lamiales.

Familia : Pedaliacea.

Género : Sesamum.

Especie : Sesamum

Nombre científico: *Sesamum indicum* L.

2.2.2. Descripción botánica

El ajonjolí es una planta erecta, cuya madurez fisiológica se alcanza entre los 70 a 120 días, con un tallo recto y cilíndrico, posee hojas con largos peciolos, lobuladas en la parte basal y lanceolada en la parte apical Las flores son gamopétalas de forma acampanada, en número de uno a tres por axila foliar, de colores blanco, rosado o morado. (Rosillo, 2019).

Yachi (2023), señala que, los frutos están formados por cápsulas o vainas de forma elíptica y dehiscente, cada lóculo contiene entre 15 a 20 óvulos, con 70

a 80 semillas.

2.2.3. Exigencias edafo-climáticas

El ajonjolí es un cultivo que logra un buen desarrollo en regiones con clima húmedo o cálido seco, prefiriendo suelos con textura franca, franca cálido arenosa o franca arcillo arenoso. Es una planta de clima cálido y días cortos, requiriendo aproximadamente 10 horas de luz por día. Se desarrolla en altitudes entre 0 a 1000 msnm con temperaturas que oscilan entre 21 a 35 °C y requiere precipitaciones que van de 400 a 800 mm durante su ciclo de cultivo.

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

2.2.4. Requerimiento nutricional del ajonjolí

El ajonjolí tiene un alto requerimiento de nutrientes y alrededor del 40% de la materia seca total está representado por la cápsula, del cual, el 70% corresponde a las semillas.

El N es el elemento más requerido en el crecimiento de las plantas. La distribución de este elemento en las diferentes partes de la planta muestra grandes diferencias. Se puede determinar altas concentraciones en hojas y cápsulas (1,7%) en comparación con tallos y raíces (0,3%). Se recomienda aplicar entre 50 y 80 kg/ha de Nitrógeno, dependiendo del tipo de suelo y de las etapas fenológicas del cultivo, para asegurar un desarrollo óptimo (Vaca *et al.*, 2001)

El P es el nutriente vegetal más crítico, dado que, por su concentración

celular, activa rápidamente el crecimiento de las raíces y tallos. Aproximadamente un 72% del total del contenido extraído por la planta se encuentra en hojas y cápsulas, siendo mayor la concentración de este elemento en las hojas (0,6%) respecto a las otras partes de la planta. Se recomienda una aplicación de 30 a 50 kg/ha de P_2O_5, especialmente en suelos con bajos contenidos de fósforo disponible, para lograr un crecimiento adecuado (Cueva, 1998).

Por otro lado, el K sigue una distribución diferente, ya que su mayor concentración se aprecia en tallo y cápsulas (cerca de 85 % del total). El contenido de este elemento en las hojas es de 0.8 %, mientras que, en capsulas y tallo es de cerca del doble **(**Vaca, *et al.,* 2001).

2.2.5. Fuentes fosfatadas

Los fertilizantes fosfóricos son esenciales para la nutrición de las plantas, ya que proporcionan fósforo, un nutriente clave para el crecimiento y desarrollo vegetal. A continuación, se describen tres de los principales fertilizantes fosfóricos: superfosfato triple, fosfato diamónico y roca fosfórica.

Superfosfato Triple (SFT):

El superfosfato triple es un fertilizante que se obtiene al tratar la roca fosfórica con ácido sulfúrico, ácido fosfórico o una mezcla de ambos. Este proceso resulta en un producto con al menos un 46% de P_2O_5, siendo el 80% de este fósforo soluble en agua. Es ampliamente utilizado debido a su alta concentración de fósforo disponible para las plantas. (EuroChem, s.f.)

Fosfato Diamónico (DAP):

El fosfato diamónico se produce mediante la reacción de dos moles de amoníaco (NH_3) con un mol de ácido fosfórico. Es uno de los fertilizantes más comercializados en el mundo, con una composición típica de 18-46-00, indicando un 18% de nitrógeno (N), 46% de fósforo (P_2O_5) y 0% de potasio (K_2O). Su uso debe considerarse cuidadosamente, ya que altas tasas aplicadas en la siembra

pueden afectar la germinación al estar en contacto directo con la semilla, especialmente en condiciones secas y en suelos con alto pH. Intagri S.C. (s.f.)

Roca Fosfórica:

La roca fosfórica es una fuente natural de fósforo que se extrae de depósitos minerales. Aunque es menos soluble que otros fertilizantes fosfóricos, su efectividad depende de factores como el pH del suelo y la reactividad de la roca. En suelos ácidos, la roca fosfórica puede ser más efectiva, ya que la acidez del suelo favorece la liberación de fósforo disponible para las plantas. FAO. (2007)

2.3. Definiciones conceptuales.

Respuesta: Es la satisfacción a una pregunta, duda o dificultad. Se refiere al hecho de responder ante una inquietud.

Aplicación: Acción y efecto de aplicar o aplicarse. Se define también como la afición y asiduidad con que se hace algo, especialmente el estudio.

Fuente: Principio, fundamento u origen de algo. origen, principio, fundamento, germen, semilla, raíz, motivo, causa

Fosforo: "El fósforo es uno de los nutrientes esenciales que necesitan nuestros cultivos. Hace posible que se produzca la fotosíntesis, ayuda al transporte y la absorción de otros nutrientes esenciales y es crucial para la descomposición de glúcidos y la formación de proteínas" (Herogra Especiales, s. f.).

Inceptisoles: Los Inceptisoles son suelos poco desarrollados, moderadamente profundos, que no presentan contacto lítico a menos de 30 cm de profundidad y que están permanentemente perdiendo materiales como hierro, aluminio, sílice, carbonatos y bases en todo el perfil por lo que su saturación en bases es generalmente baja (Museo Virtual de Suelos, s. f.)

Productividad agrícola: La productividad agrícola se mide como el cociente entre la producción y los factores de producción. Esta tiene que ver con la eficacia y la eficiencia con que se usan los recursos y se expresa como un por ciento de la producción entre los factores.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación.

El método de investigación fue científico porque incluye un proceso estructurado de recopilación y análisis de información llevado a cabo mediante el uso de herramientas estadísticas y matemáticas con el propósito de cuantificar el problema de investigación.

3.2. Tipo y nivel de investigación.

El tipo de investigación fue cuantitativo y comparativo, con la finalidad de verificar la hipótesis planteada mediante protocolos previamente establecidos, mientras que, el nivel de la investigación fue experimental, con el propósito de verificar la propuesta de la hipótesis planteada mediante métodos previamente establecidos.

3.3. Población y muestra.

La población estuvo representada por un total de 600 plantas de ajonjolí que corresponden a 30 plantas por cada una de las 20 unidades experimentales, mientras que, la muestra estuvo compuesta por un total de 100 plantas de ajonjolí que corresponden a las 5 plantas netas centrales de las hileras centrales de cada una de las 20 unidades experimentales

3.4. Componentes en estudio.

De acuerdo a lo sostenido por Fernández & Baptista (2014), los componentes en estudio de una investigación son: el problema, que contempla una definición clara del objeto de estudio, las hipótesis que se plantean como posibles causas asociadas al problema, los objetivos de la investigación que, por su naturaleza, constituyen el propósito del investigador, el marco conceptual que

ayuda a fundamentar y entender el problema, a interpretar los resultados, a formular hipótesis y a establecer el nivel de conocimiento existente, el proceso metodológico que incluye las variables en estudio y el procedimiento a seguir mediante protocolos previamente establecidos y los resultados y conclusiones que devienen de la aplicación del proceso experimental

3.5. Tratamientos en estudio.

Las variables independientes fueron las fuentes fosfatadas

T1 = testigo sin aplicación fosfórica

T2= 50 kg de P_2O_5 ha^{-1} como Superfosfato triple de Ca

T3= 50 kg de P_2O_5 ha^{-1} como Fosfato diamónico

T4= 50 kg de P_2O_5 ha^{-1} como Roca Fosfórica

Las variables dependientes fueron los indicadores de rendimiento**:**

Rendimiento por ha

Rendimiento por parcela

Número de ramas por planta

Número de capsulas por planta

Longitud de cápsula (cm)

Número de granos por capsula

Peso de 1000 granos (gr)

Altura de planta (m)

3.5.1. Operacionalización de las variables independientes:

La aplicación de las fuentes fosfatadas se realizó de la siguiente forma:

En el caso de las variables independientes, el P se aplicó en una sola dosis 7 días antes de la siembre del cultivo, según las dosis de cada una de las tres fuentes comerciales. Esta labor se hizo esparciendo el fertilizante fosfatado de manera uniforme en el terreno para asegurar que los nutrientes estuvieran disponibles para las plantas desde el inicio de su crecimiento.

Para el caso de la aplicación complementaria de N y K a todas las unidades experimentales, el N se aplicó en una dosis (100 kg ha^{-1}), en forma fraccionada, mitad de la dosis a los 15 días después de la siembra y la otra mitad al inicio de floración y se usó la urea como única fuente comercial. El K se aplicó también en una sola dosis (80 kg ha^{-1}), en forma fraccionada, al igual que el N, en la misma época de aplicación y se utilizó al cloruro de potasio como única fuente comercial.

3.6. Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de Bloques completos al azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones y para el caso de comparación de medias por tratamientos, se usó de la prueba de rangos múltiples de Duncan al 0.05 % de significación.

La decisión de emplear el diseño experimental mencionado se sustenta en disminuir el efecto del error experimental, incorporando una fuente de variabilidad más debida a repeticiones.

El modelo matemático fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + Ti + \beta_j + E_{ij}$$

Dónde:

Yij= Efecto del i – ésimo tratamiento en el j – ésima repetición.

u = Promedio general.

Ti = Efecto del i – ésimo tratamiento en estudio.

β_j = Efecto de la j – ésima repetición en estudio.

Eij = Error experimental o residual.

Tabla 1. Análisis de varianza

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

Fuente: elaboración propia.

Dimensiones del ensayo.

Área experimental

Largo: 20.0 m

Ancho: 17.0 m

Área: 340 m^2

Número total de plantas: 600 plantas

Repeticiones.

Número de repeticiones: 5 repeticiones

Largo: 20.0 m

Ancho: 3.0 m

Área: 60.0 m^2

Número total de plantas: 160 plantas

Separación entre calles: 1.0 m

Unidad experimental

Número de unidades experimentales: 20 unidades experimentales

Largo: 3.0 m

Ancho: 3.0 m

Área: 9.0 m^2

Numero de hileras por unidad experimental: 3 hileras

Número de plantas por hilera: 10 plantas

Número de plantas por unidad experimental: 30 plantas

Número de plantas netas por unidad experimental: 5 plantas netas

Densidad de siembra: 1.0 m x 0.30 m (33,333 plantas ha^{-1})

Separación entre calles: 1.0 m

Tabla 2. Croquis experimental

	Repeticiones			
Tratamientos	T1R5	T3R5	T2R5	T4R5
	T4R5	T3R4	T2R4	T1R4
	T1R3	T2R3	T3R3	T4R3
	T3R4	T4R2	T1R2	T2R2
	T2R1	T1R1	T4R1	T3R1

3.7. Ejecución del experimento.

3.7.1. Ubicación y duración del estudio.

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicada en el km 6.200 de la carretera Federico Basadre, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

Longitud	:	74° 34’ 39.8’’
Latitud	:	08° 23’ 39.6’’
Altitud	:	154 msnm.

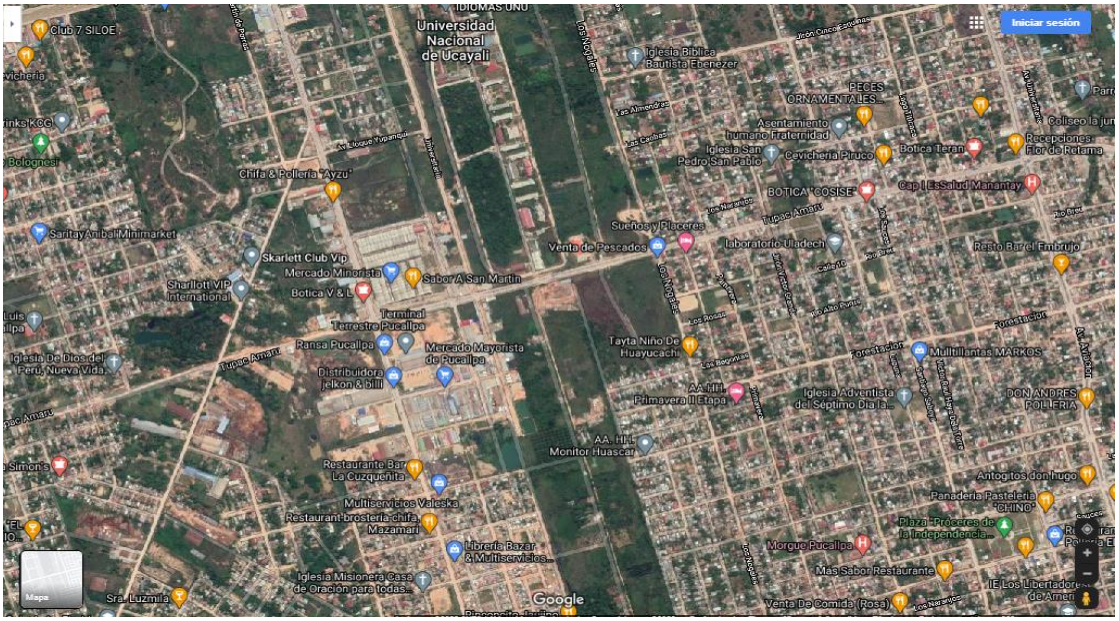


Figura 1. Imagen satelital del ensayo (Fuente: Google earth)

3.7.2. Condiciones ecológicas y de clima y suelo.

Ecológicamente, la zona en estudio, según el Sistema Holdridge, se clasifica como “bosque húmedo tropical” y según la clasificación de los bosques amazónicos pertenece al ecosistema “bosques tropicales semi-siempre verde estacional”. (Aybar *et al*, 2017)

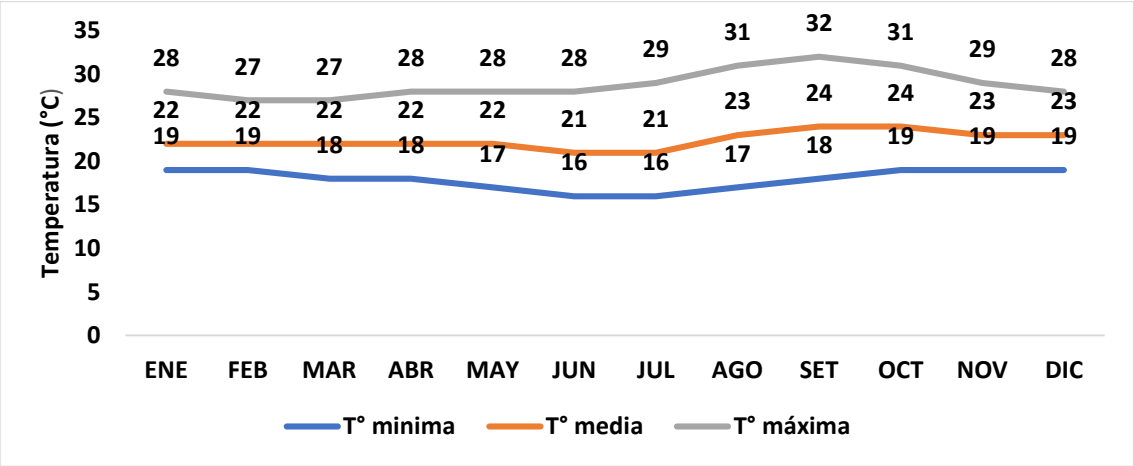


Figura 2. Datos de temperatura del ensayo (Fuente: EM-UNU-2024)

Los rangos de temperatura mínima mensual oscilaron entre 16 a 19 °C, mientras que los de máxima mensual, estuvieron entre 27 a 32 °C, y de igual forma, la precipitación pluvial mensual osciló entre 40 a 491 mm, en los meses de agosto y febrero, respectivamente.

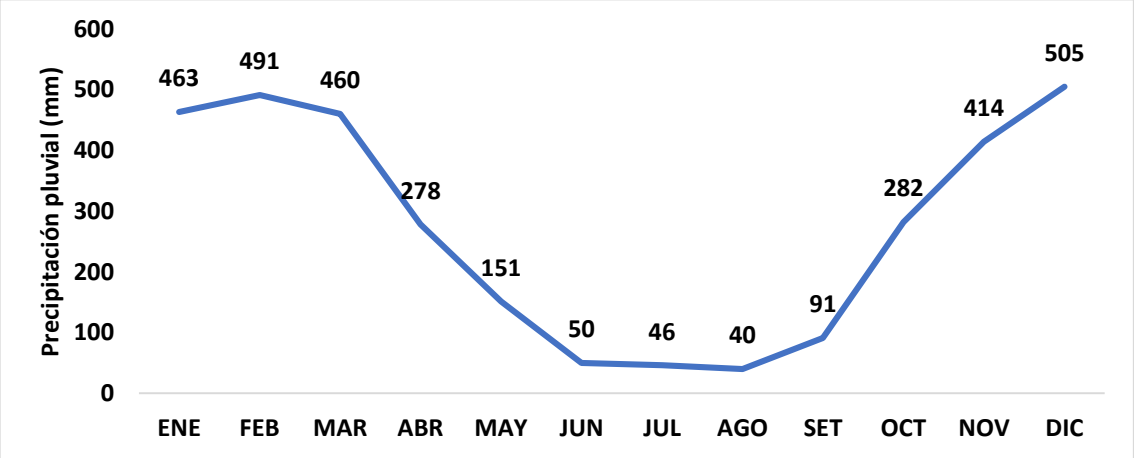


Figura 3. Datos de precipitación pluvial del ensayo (Fuente EM-UNU-2024)

Por otro lado, según el Informe de ensayo N° 11144/23-SU-LABSAF-PUCALLPA, del 21 de noviembre del 2023, el suelo experimental en los primeros 20 cm de profundidad, muestra una textura franca, con un pH ligeramente neutro (6.1), bajo contenido de materia orgánica (1.30 %) y de N total (0.07 %), así como bajo P disponible (6.90 ppm) y de bases intercambiable Ca (4.18 cmol/L), Mg, (0.15 cmol/L), K (0.44 cmol/L) y Na (0.53 cmol/L), pero alto en Al cambiable (3.82 cmol/L), con 41.89 % de saturación de Al. (Anexo 13)

3.7.3. Proceso experimental.

El proceso experimental tuvo las siguientes actividades:

Extracción de muestra para análisis de suelo. Para la extracción de muestras de suelo, se tomó un total de 5 muestras de 100 gramos cada una de un terreno de forma cuadrada. Las muestras se obtuvieron de las cuatro esquinas del terreno, así como una muestra adicional del centro, asegurando una representatividad adecuada de la variabilidad del suelo en el área de estudio.

Adquisición de insumos. Para la adquisición de insumos, se adquirieron fertilizantes químicos en tiendas especializadas en productos agrícolas. Además, las semillas de ajonjolí necesarias para el trabajo de investigación fueron obtenidas gracias a la generosidad de un agricultor local, quien me las obsequió.

Preparación del terreno. La preparación del terreno se llevó a cabo utilizando herramientas manuales como pala, pico y rastrillos. Con estas herramientas, se realizó el levantamiento de la parcela, formando las camas correspondientes a cada unidad experimental. Este proceso garantizó un terreno bien preparado para la siembra y el desarrollo adecuado del experimento.

Alineamiento del terreno El alineamiento del terreno se realizó utilizando una wincha (flexómetro) y rafias, para asegurar que las camas quedaran perfectamente alineadas según las medidas del terreno a trabajar. Además, se utilizaron estacas para marcar los puntos de referencia. Las camas se construyeron con una altura de aproximadamente 30 cm, siguiendo las recomendaciones para el cultivo. Este proceso fue crucial para garantizar un diseño ordenado y uniforme del área de cultivo.

Aplicación de abonos. La aplicación del abono, consistente en fertilizantes fosfatados, se realizó una única vez, 7 días antes de la siembra. Este abono se aplicó de manera uniforme en el terreno para asegurar que los nutrientes estuvieran disponibles para las plantas desde el inicio de su desarrollo.

Siembra en almácigo. La siembra de almácigo se llevó a cabo en un espacio ubicado en la zona posterior del terreno donde se desarrolló el experimento principal. Este proceso fue fundamental, ya que permitió contar con plántulas adicionales para trasplantes, lo cual resultó muy útil debido a que, en la siembra directa, algunas plantas no lograron sobrevivir. Gracias al almácigo, se pudo garantizar una densidad de siembra adecuada en el experimento

Trasplante. El trasplante se realizó de manera gradual, reemplazando las plantas que morían en el terreno principal. Este proceso se llevó a cabo después de las lluvias, aprovechando que el suelo estaba más suave, lo que facilitó el trasplante y ayudó a reducir el estrés hídrico en las plantas. Este enfoque permitió mantener un cultivo más uniforme y saludable en el terreno experimental

Control de malezas. El control de malezas se realizó mediante labores culturales, sin el uso de herbicidas. Utilicé un pequeño machete para monitorear semanalmente el terreno y cortar cualquier presencia de malas hierbas. Este enfoque manual permitió un manejo efectivo de las malezas, manteniendo el cultivo limpio y reduciendo la competencia por nutrientes.

El riego se efectuó mediante el uso de mangueras, conectadas a un sistema de abastecimiento de agua dispuesto específicamente para este propósito. Las aplicaciones de agua se realizaron en dos turnos diarios, en las primeras horas de la mañana y durante la tarde, garantizando una distribución uniforme y suficiente para cubrir los requerimientos hídricos del cultivo. Este sistema de riego manual permitió mantener un control adecuado sobre la cantidad y frecuencia del agua suministrada, optimizando así las condiciones de humedad necesarias para el desarrollo de las plantas.

Control fitosanitario. El control fitosanitario se manejó exclusivamente a través de prácticas culturales, sin utilizar insecticidas químicos. Se realizó un monitoreo regular para detectar la presencia de plagas y posibles signos de infestación, como huevecillos. En caso de encontrar alguna plaga, se procedió a retirarla manualmente. Este enfoque cultural permitió mantener el cultivo libre de plagas de manera natural y efectiva.

Evaluaciones de campo. La evaluación de campo se realizó de acuerdo con los parámetros establecidos en el proyecto de tesis. Utilizando un cuaderno y un bolígrafo, procedí a registrar las observaciones y mediciones necesarias una vez que el cultivo de ajonjolí había completado su etapa vegetativa. Las variables evaluadas incluyeron la altura de las plantas, el número de ramas por planta, el número de semillas por cápsula y el rendimiento por parcela, entre otros parámetros. Esta evaluación detallada permitió analizar el desempeño del cultivo y verificar el cumplimiento de los objetivos del estudio.

Procesamiento de datos. El procesamiento de datos se llevó a cabo utilizando un diseño de bloques completos al azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones. Se aplicaron herramientas estadísticas, incluyendo el análisis de varianza (ANVA) para evaluar las diferencias entre los tratamientos y la prueba de Duncan al 0.05% para realizar comparaciones múltiples y determinar cuáles diferencias eran significativas. Este enfoque permitió una interpretación detallada y precisa de los resultados del experimento, asegurando conclusiones basadas en evidencias estadísticas.

3.7.4. Variables evaluadas.

Las variables dependientes fueron evaluadas de la forma siguiente**:**

Rendimiento por ha.

Esta variable se evaluó al finalizar el ciclo vegetativo del cultivo, aproximadamente a los 120 días después de la siembra. La evaluación se realizó en función del número de plantas por ha, el número de cápsulas por planta, el número de granos por cápsula y el peso de 1000 granos secos, ajustándose al porcentaje de humedad en campo de las plantas de ajonjolí en cada unidad experimental.

Rendimiento por parcela

Esta variable se evaluó, cosechándose todas las plantas de cada unidad experimental en forma separada y el peso total de las cápsulas se determinó con ayuda de una balanza digital, anotándose el registro en la libreta de campo.

Número de ramas por planta

Esta variable se evaluó al final de la etapa de crecimiento vegetativo del cultivo de ajonjolí, aproximadamente a los 97 días desde la siembra. Para ello, se seleccionaron 5 plantas al azar de cada una de las unidades experimentales y se contabilizó el número de ramas productivas en cada planta de ajonjolí.

Número de cápsulas por planta

Esta variable se evaluó cuando las plantas iniciaron la etapa de maduración, aproximadamente a los 100 días desde la siembra. Se seleccionaron 5 plantas de cada una de las unidades experimentales y se procedió a contar las cápsulas producidas en cada planta.

Longitud de cápsula

Esta variable se evaluó cuando las plantas iniciaron la etapa de maduración. Para el efecto, se seleccionó 5 plantas de cada una de las unidades experimentales y se midió la longitud de 10 cápsulas seleccionadas por planta con ayuda de una regla graduada.

Número de granos por cápsula

Esta variable se evaluó durante etapa de la cosecha, aproximadamente a los 110 días después de la siembra, cuando las cápsulas aún permanecían cerradas para evitar la pérdida de granos debido a su carácter dehiscente. Se seleccionaron al azar 5 plantas por cada unidad experimental, y de cada planta

se eligieron 5 cápsulas para contar el número de granos en cada una. Los datos se registraron cuidadosamente en la libreta de campo.

Peso de 1000 granos

Esta variable fue evaluada tomando 5 muestras de 1000 granos por cada unidad experimental, los cuales se pesaron por separado en una balanza analítica en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y después se calculó el promedio de peso por cada unidad experimental.

Altura de planta

La evaluación de esta variable se realizó tomando 5 plantas al azar de cada una de las unidades experimentales, aproximadamente 15 días antes de la cosecha, para evitar cualquier afectación por la dehiscencia de las cápsulas propias del cultivo de ajonjolí.

La medición de la altura se efectuó utilizando un flexómetro o wincha. Dado que las plantas alcanzaron alturas superiores a los 2 metros, se empleó una escalera portátil para garantizar una medición precisa. Este procedimiento permitió registrar la altura desde la base del tallo, a nivel del suelo, hasta el ápice de la planta.

3.7.5. Datos registrados.

Los datos que fueron registrados durante la fase de campo y en gabinete corresponden a las variables dependientes que fueron evaluadas por el efecto de las diferentes fuentes fosfatadas en el cultivo de ajonjolí, vale decir, rendimiento por ha, rendimiento por parcela, número de ramas por planta, numero de capsulas por planta, longitud de cápsula, altura de planta, número de granos por cápsula y peso de 1000 granos.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

Los resultados que se presentan en este capítulo corresponden a las evaluaciones de los indicadores de rendimiento del cultivo de ajonjolí por efecto de la aplicación de las diferentes fuentes fosfatadas.

4.1. Rendimiento de grano por ha.

El análisis de variación para rendimiento de grano por ha, determinó que no se observaron diferencias significativas cuando se aplicó las diferentes fuentes fósforo, con un coeficiente de variación de 32.61 % ligeramente superior al que menciona Calzada (1972), quien aduce que el coeficiente de variación no debe exceder el 30 % en ensayos desarrollados en campo. Tabla 3

Tabla 3. ANVA de Rendimiento de grano por ha**.**

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	4	1202284.8	300571.2	1.27	0.33 ^{ns}
Tratamientos	3	429774.2	143258.0	0.60	0.62 ^{ns}
Error	12	2844115.6	237009.6		
Total	19	4476174.7			
CV = 32.61 %					

Por ello, al efectuar la prueba de comparación de medias de Duncan ($P<0.05$), se determinó que, no existió superioridad estadística entre los tratamientos, aunque, numéricamente, cuando se aplicó el tratamiento a base de Fosfato diamónico a la dosis de 50 kg ha^{-1}, se obtuvo el promedio más alto con 1727.3 kg de grano ha^{-1}, seguido de los tratamientos Superfosfato triple de calcio a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1} y el testigo sin aplicación, con 1499.6 y 1399.6 kg de grano ha^{-1}, respectivamente, mientras que cuando se aplicó Roca fosfórica

a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha-**1**, se obtuvo la última colocación con 1343.8 kg de grano ha^{-1}. Tabla 4

Tabla 4. Rendimiento de grano de ajonjolí por ha y por tratamiento.

Tratamiento	Contenido de P_2O_5	Rendimiento (kg ha^{-1})
T1 = Testigo sin aplicación	0 %	1399.6 a
T2 = Superfosfato triple de calcio a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha-**1**	46 %	1499.6 a
T3 = Fosfato di amónico a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	46 %	1727.3 a
T4 = Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	30 %	1343.8 a

(*) Letras iguales significan que no existen diferencias entre tratamientos

4.2. Rendimiento de grano por parcela.

El análisis de variación para rendimiento de grano por parcela determinó que no hubo diferencias estadísticas cuando se aplicó las diferentes fuentes fosfatadas, con un coeficiente de variación de 31.84 % superior al que menciona Calzada (1972), quien aduce que el coeficiente de variancia no debe exceder el 30 % cuando se trata de ensayos de campo. Tabla 5

Tabla 5. ANVA de Rendimiento de grano por parcela.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	4	1570582.2	392645.5	2.01	0.15 ns
Tratamientos	3	230242.9	76747.6	0.39	0.76 ns
Error	12	2341299.3	195108.2		
Total	19	4142124.5			
CV = 31.84 %					

respecto, efectuada la prueba de comparación de medias de Duncan ($P<0.05$), no se llegó a establecer superioridad estadística entre los tratamientos, aunque, numéricamente, cuando se aplicó el tratamiento a base de Fosfato diamónico a la dosis de 50 kg ha^{-1}, se obtuvo el promedio más alto con 1.554 kg de grano por parcela, seguido de los tratamientos Roca fosfórica y Superfosfato triple de calcio a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha-**1**, cada uno, con 1.385 y 1.349 kg de grano por parcela, respectivamente, mientras que el tratamiento sin aplicación obtuvo la última posición con 1.257 kg por parcela. Tabla 6

Tabla 6. Rendimiento de grano de ajonjolí por parcela y por tratamiento.

Tratamiento	Contenido de P_2O_5	Rendimiento por parcela (kg)
T1 = Testigo sin aplicación	0 %	1.257 a
T2 = Superfosfato triple de calcio a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha-**1**	46 %	1.349 a
T3 = Fosfato di amónico a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	46 %	1.554 a
T4 = Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	30 %	1.385 a

(*) Letras iguales significan que no existen diferencias entre tratamientos

4.3. Número de ramas por planta.

El análisis de variación para el número de ramas por planta indicó que, existió diferencias altamente significativas cuando se probó el efecto de las diferentes fuentes fosfatadas, con un coeficiente de variación de 12.94 % inferior al que señala Calzada (1972), quien aduce que el coeficiente de variancia no debe exceder el 30 % cuando se trabaja con ensayos de campo. Tabla 7

Tabla 7. ANVA de número de ramas por planta.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	4	3.70	0.92	0.76	0.57 ^{ns}
Tratamientos	3	18.55	6.18	5.05	0.01**
Error	12	14.70	1.22		
Total	19	36.95			
CV = 12.94 %					

En este sentido, la prueba de comparación de medias de Duncan (P<0.05), destaca la superioridad de los tratamientos a base de Fosfato di amónico y Superfosfato triple de calcio a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}, cada uno, quienes, sin mostrar diferencias entre ellos, obtuvieron 9.8 y 9.0 ramas por planta, por encima del tratamiento Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1} y del testigo sin aplicación, los cuales registraron sucesivamente 8.2 y 7.2 ramas por planta. Tabla 8

Tabla 8. Numero de ramas por planta y por tratamiento**.**

Tratamiento	Contenido de P_2O_5	Número de ramas por planta
T1 = Testigo sin aplicación	0 %	7.2 c
T2 = Superfosfato triple de calcio a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha-**1**	46 %	9.0 a
T3 = Fosfato di amónico a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	46 %	9.8 a
T4 = Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	30 %	8.2 b

(*) Letras iguales significan que no existen diferencias entre tratamientos

4.4. Número de cápsulas por planta.

El análisis de variación para el número de cápsulas por planta estableció la inexistencia de diferencias altamente significativas cuando se probó el efecto de las diferentes fuentes fosfatadas, aun cuando el coeficiente de variación de 19.34 % fue inferior al que señala Calzada (1972), quien destaca que éste no debe exceder el 30 % cuando se trabaja con ensayos de campo. Tabla 9.

Tabla 9. ANVA de número de cápsulas por planta.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	4	15372.7	3843.1	0.52	0.72 ^{ns}
Tratamientos	3	68606.9	22868.9	3.07	0.06 ^{ns}
Error	12	89337.3	7444.7		
Total	19	173316.9			
CV = 19.34 %					

Sin embargo, la prueba de comparación de medias de Duncan ($P<0.05$), señala la superioridad numérica cuando se aplicó las diferentes fuentes fosfatadas, con 510, 475 y 445 cápsulas por planta, para los tratamientos Fosfato di amónico, Superfosfato triple de calcio y Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha-^{1}, cada uno, frente al testigo sin aplicación, quien reportó el último lugar con 352 cápsulas por planta. Tabla 10

Tabla 10. Numero de cápsulas por planta y por tratamiento.

Tratamiento	Contenido de P_2O_5	Numero de cápsulas por planta
T1 = Testigo sin aplicación	0 %	352 b
T2 = Superfosfato triple de calcio a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha-**1**	46 %	475 a
T3 = Fosfato di amónico a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	46 %	510 a
T4 = Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	30 %	445 a

(*) Letras iguales significan que no existen diferencias entre tratamientos

4.5. Longitud de cápsula.

El análisis de variación para la variable longitud de cápsula determinó la existencia de diferencias altamente significativas cuando se probó el efecto de las diferentes fuentes fosfatadas, con un coeficiente de variación de 2.12 % muy inferior al que señala Calzada (1972), quien aduce que el coeficiente de variancia no debe superar el 30 % cuando se trabaja con ensayos de campo. Tabla 11

Tabla 11. ANVA de longitud de cápsula.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	4	0.036	0.009	2.32	0.116 ^{ns}
Tratamientos	3	0.112	0.037	9.54	0.001 **
Error	12	0.047	0.003		
Total	19	0.195			
CV = 2.12 %					

En este contexto, la prueba de Duncan (P< 0.05), estableció una ligera superioridad estadística de los tratamientos Fosfato di amónico y Superfosfato

triple de calcio, cada uno a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha-^{1}, con 3.03 y 3.00 cm de longitud de cápsula, frente a los tratamientos Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1} y al testigo quienes, sin demostrar diferencias significativas entre ellos, obtuvieron 2.90 y 2.84 cm de longitud de cápsula, cada uno. Tabla 12

Tabla 12. Longitud de cápsula por tratamiento.

Tratamiento	Contenido de P_2O_5	Longitud de cápsula (cm)
T1 = Testigo sin aplicación	0 %	2.84 b
T2 = Superfosfato triple de calcio a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha-^{1}	46 %	3.00 a
T3 = Fosfato di amónico a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	46 %	3.03 a
T4 = Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	30 %	2.90 b

(*) Letras iguales significan que no existen diferencias entre tratamientos

4.6. Número de granos por cápsula.

El análisis de variación para el número de granos por cápsula estableció solo la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos probados, con un coeficiente de variación de 3.12 % muy inferior al que señala Calzada (1972), quien aduce que el coeficiente de variancia no debe exceder el 30 % en ensayos de campo. Tabla 13

Tabla 13. ANVA de número de granos por cápsula.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	4	36.80	9.20	1.49	0.26 ^{ns}
Tratamientos	3	70.00	23.33	3.78	0.04 *
Error	12	74.00	6.16		
Total	19	180.80			
CV = 3.12 %					

En este sentido, la prueba de comparación de medias de Duncan (P<0.05), establece una ligera superioridad estadística cuando se aplicó las fuentes Fosfato di amónico y Superfosfato triple de calcio a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}, cada uno, con 82 y 81 granos por cápsula, respectivamente, mientras que, los tratamientos Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1} y el testigo sin aplicación, lograron 78 y 77 granos por cápsula, sin presentar diferencias estadísticas entre ellos. Tabla 14

Tabla 14. Número de granos por cápsula por tratamiento**.**

Tratamiento	Contenido de P_2O_5	Número de granos por cápsula
T1 = Testigo sin aplicación	0 %	77 b
T2 = Superfosfato triple de calcio a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	46 %	81 a
T3 = Fosfato di amónico a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	46 %	82 a
T4 = Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	30 %	78 b

(*) Letras iguales significan que no existen diferencias entre tratamientos

4.7. Peso de 1000 granos.

Al efectuar el análisis de variación para el peso de 1000 granos entre los tratamientos estudiados, no se encontró diferencias significativas entre ellos, con un coeficiente de variabilidad de 1.98 %, muy inferior al que señala calzada (1972), quien señala que este valor no debe ser mayor a 30 % en trabajos de campo. Tabla 15

Tabla 15. ANVA de Peso de 1000 granos

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	4	0.105	0.026	4.03	0.02 ^{ns}
Tratamientos	3	0.035	0.011	1.81	0.19 ^{ns}
Error	12	0.078	0.006		
Total	19	0.218			
CV = 1.98 %					

Por este motivo, la prueba de Duncan ($p<0.05$), señala promedios de 4.118, 4.104, 4.040 y 4.018 g de peso de 1000 granos, para los tratamientos Fosfato di amónico, Superfosfato triple de calcio y Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}, así como para el tratamiento Testigo sin aplicación, respectivamente, quienes no supieron demostrar superioridad estadística entre ellos para esta variable. Tabla 16

Tabla 16. Peso de 1000 granos de ajonjolí por tratamiento.

Tratamiento	Contenido de P_2O_5	Peso de 100 granos (g)
T1 = Testigo sin aplicación	0 %	4.018 a
T2 = Superfosfato triple de calcio a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha-**1**	46 %	4.104 a
T3 = Fosfato di amónico a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	46 %	4.118 a
T4 = Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	30 %	4.040 a

(*) Letras iguales significan que no existen diferencias entre tratamientos

4.8. Altura de planta.

El análisis de variancia para la variable altura de planta de ajonjolí entre los tratamientos probados, encontró sólo diferencias significativas entre ellos, con un coeficiente de variabilidad de 3.01 %, muy inferior al que indica Calzada (1972), quien menciona que este valor no debe exceder a 30 % en trabajos de investigación de campo. Tabla 17

Tabla 17. ANVA de altura de planta**.**

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Repeticiones	4	0.079	0.019	3.00	0.062 ^{ns}
Tratamientos	3	0.069	0.023	3.54	0.048 *
Error	12	0.079	0.006		
Total	19	0.228			
CV = 3.01 %					

Por ello, cuando se desarrolla la prueba de comparación de medias de Duncan ($P<0.05$), se encuentra que, al aplicar las fuentes fosfatadas Fosfato di amónico, Superfosfato triple de calcio y Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}, cada una, no muestran diferencias estadísticas entre ellas, con 2.76, 2.71 y 2.70 m de altura de planta, pero son superiores significativamente al tratamiento Testigo sin aplicación, quien reporta sólo 2.60 m de altura de planta. Tabla 18

Tabla 18. Altura de planta por tratamiento.

Tratamiento	Contenido de P_2O_5	Altura de planta (m)
T1 = Testigo sin aplicación	0 %	2.60 b
T2 = Superfosfato triple de calcio a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	46 %	2.71 a
T3 = Fosfato di amónico a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	46 %	2.76 a
T4 = Roca fosfórica a la dosis de 50 kg de P_2O_5 ha^{-1}	30 %	2.70 a

(*) Letras iguales significan que no existen diferencias entre tratamientos

Chile *et al.,* (2022), menciona que, la fertilización es una de las actividades necesarias para el ajonjolí, puesto que determina la fuente para su crecimiento y producción, siempre que vaya de acuerdo a su requerimiento nutricional y a la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo.

Al respecto, Queiroga *et al*., (2018), citado por Chile *et al*., (2022), sostiene que, el factor más importante para obtener buenos rendimientos en ajonjolí, después del N, está el P.

En este sentido, Estrella (2015), menciona que el P se comporta como muy móvil dentro de la planta de ajonjolí, distribuyéndose adecuadamente, de forma que una parte se encuentra ligada a moléculas de ácidos nucleicos, otra parte

se encuentra en forma iónica libre, y la parte restante, en los organelos citoplasmáticos, por lo cual, es muy importante contar con suficiente P, para cumplir el proceso fotosintético, mejorar la calidad de las semillas e incrementar el desarrollo radicular.

De acuerdo con Montoya *et al*., (2019), cuando probó el efecto de dos bioles sobre el desarrollo y rendimiento de ajonjolí, no encontró diferencias en altura de planta por efecto de la fertilización. El autor también menciona que, solo dosis altas de P son capaces de aumentar significativamente los valores de las variables de crecimiento y rendimiento.

Algunos ensayos en Paraguay, mencionados por Gonzales y Causarano (2014), citados por Montoya *et al*., (2019), han demostrado que sólo el 20 % del fertilizante aplicado es aprovechado por la planta de ajonjolí, ya que, el 42 % se quedó en el suelo y el 38 % se perdió por lixiviación o se volatilizó a la atmosfera. Esto a su vez se relaciona con la absorción de N, con lo cual se incrementa la absorción de los dos elementos.

CAPITULO V
DISCUSIÓN

A pesar que no se presentaron diferencias significativas en todas las variables evaluadas en el ensayo, la aplicación de FDA a la dosis de 50 kg ha^{-1}, condujo a valores numéricamente superiores.

Rendimiento por ha

Montoya *et al*., (2019), menciona que, cuando se aplicó fertilizantes químicos, se aumentó el rendimiento de ajonjolí, por cuanto, al haber más P, se genera una mayor actividad fotosintética, así como traslocación de fotosintatos, los cuales contribuyen a una mejor eficiencia reproductiva, por la formación de un mayor número de capsulas por planta y granos por capsula, así como un mejor peso de 1000 granos.

Centeno y Poveda (2010), citados por Chile *et al*., (2022), sostienen que, se logra mayores rendimientos en ajonjolí, con la aplicación de fertilizantes químicos, debido a la presencia de N y P, los cuales ayudan a la planta a mejorar sus características morfométricas y a la calidad del fruto.

Para el caso del rendimiento de grano por ha, nuestro ensayo obtuvo 1.27 t ha^{-1}, cuando se aplicó 50 kg de P ha^{-1}, mientras que, Ortega (2017), en Babahoyo (Ecuador), obtuvo 6.78 t ha^{-1}, aplicando 80-30-60-15 de NPKS ha^{-1} con Azospitic a la dosis de 1000 cc ha^{-1}

Por su parte, Montoya *et al*., (2019), obtuvo 1.012 t ha^{-1}, en un ensayo en Manabí (Ecuador), donde aplicó la dosis 63-63-83 kg de NPK, mientras que, Estrella (2015), en Tarapoto (San Martin), aplicando la dosis 75-30-75 kg de NPK ha^{-1}, logró un rendimiento de 0.989 t ha^{-1}, y a su vez, Chile *et al*., (2002) registra 1.75 t ha^{-1} aplicando la dosis de 15-15-15 kg de NPK ha^{-1}

Igualmente, Yachi (2023), reporta en Yarinacocha (Ucayali), un rendimiento promedio de 2.40 t ha^{-1}, aplicando una dosis de 30 kg de P ha^{-1} y Melgarejo *et al*., (2020), logró un valor de 1.60 t ha^{-1}, cuando usó una densidad de 100 mil plantas ha^{-1}, en tanto que, Alvarado *et al*., (2001), obtuvo en León (Nicaragua) un rendimiento de 2.19 t ha^{-1}, a una densidad de 300 mil plantas ha-1.

Número de ramas por planta

En nuestro ensayo, el mayor valor fue de 9.8 ramas por planta, cuando se aplicó 50 kg de FDA ha^{-1}, mientras que, promedios inferiores son reportados por Chile *et al*., (2022), quien probando en La Paz (El Salvador), el efecto de fertilizantes químicos y estiércol de vacuno, produjo 4.58 ramas por planta, cuando aplicó 20 t ha^{-1} del abono orgánico. Asimismo, Yachi (2023), en su ensayo en Yarinacocha (Pucallpa), obtuvo hasta 5.6 ramas por planta, aplicando la dosis de 30 kg de P ha^{-1} y Melgarejo *et al*., (2020), registró un valor de 7.45 ramas por planta, a una densidad de 50 mil plantas ha^{-1}

Numero de capsulas por planta

En el ensayo, se registró 510 cápsulas por planta cundo se aplicó 50 kg de P ha^{-1}, mientras que, Chile *et al*., (2002) encontró que, el mayor número de capsulas por planta, se logró aplicando 500 kg ha^{-1} del fertilizante NPK 15-15-15, con 191 cápsulas por planta.

Por su parte, Montoya *et al*., (2019), obtuvo 119 cápsulas por planta, en un ensayo en Manabí (Ecuador), donde aplicó la dosis 63-63-83 de NPK, mientras que, Ortega (2017), en Babahoyo (Ecuador), obtuvo 164 capsulas por planta, aplicando 80-30-60-15 de NPKS ha^{-1} con Azospitic a la dosis de 1000 cc ha^{-1}.

Valores inferiores fueron reportados por Rodríguez (2024), quien obtuvo en Yarinacocha (Ucayali), hasta 287 cápsulas por planta, a un distanciamiento de siembra de 0.50 m x 0.230 m., mientras que Yachi (2023), en el mismo lugar, obtuvo 297 cápsulas por planta, aplicando una dosis de 30 kg de P ha^{-1}.

Igualmente, Zárate *et al*., (2018), logró producir 139 cápsulas por planta, a una densidad de 60 mil plantas ha^{-1}, mientras que, Alvarado (2018), obtuvo sólo 42 cápsulas por planta, a una densidad de 300 mil plantas ha^{-1}

Longitud de capsula.

Montoya *et al*., (2019), aplicando una dosis de 63-63-83 kg ha^{-1} de NPK en un ensayo en Manabí (Ecuador), registró una longitud de cápsula de 4.23 cm, superior a lo que se obtuvo en el ensayo con 3.03 cm, aplicando 50 kg de FDA ha^{-1}, así como al que obtuvo Yachi (2023), quien, con 30 kg de P ha^{-1}, logró cápsulas de ajonjolí de 2.87 cm de longitud.

Numero de granos por capsula

Aplicando una dosis de 50 kg ha^{-1} de FDA, obtuvimos un promedio de 82 granos por cápsula, mientras que, Montoya *et al*., (2019), reporta en Manabí (Ecuador), un valor de 81 granos por cápsula, cuando aplicó una fertilización química de 63-63-83 kg ha^{-1} de NPK.

Valores similares son reportados por Rodríguez (2024), quien obtuvo en Yarinacocha (Ucayali), un valor de 82 granos por cápsula, a un distanciamiento de siembra de 0.50 m x 0.230 m., mientras que Yachi (2023), en el mismo lugar, obtuvo 81 granos por capsula, aplicando una dosis de 30 kg de P ha^{-1}.

Por su parte, Ortega (2017), en Babahoyo (Ecuador), obtuvo hasta 83 granos por capsula, aplicando una dosis de 80-30-60-15 de NPKS ha^{-1} con 1500 cc ha^{-1} de Azospitic.

Peso de 1000 granos

En el ensayo, el valor más alto fue de 4.12 g, cuando se aplicó 50 kg de FDA ha^{-1}, pero valores inferiores son reportados por Rodríguez (2024), quien obtuvo en Yarinacocha (Ucayali), en promedio, 2.87 g de peso de mil granos, a

un distanciamiento de siembra de 0.50 m x 0.30 m., mientras que Yachi (2023), en el mismo lugar, obtuvo un valor de 2.93 g, aplicando 30 kg de P ha^{-1}.

Asimismo, Melgarejo *et al*., (2020), registró 3.06 g de peso de mil granos, con una densidad de 160 plantas m^2, mientras que, Zárate *et al*., (2018), presentó 4.64 g a una densidad de 80 mil plantas ha^{-1} y Alvarado (2018), registró 3.0 g de peso de mil granos, a una densidad de 300 mil plantas ha^{-1}

Altura de planta

Para esta variable se reporta una altura de 2.76 m, aplicándose 50 kg de FDA ha^{-1}, registrándose menores valores en los ensayos reportados por Estrella (2015), con 1.36 m, Ortega (2016) en Babahoyo (Ecuador), con 2.51 m, Chile *et al*., (2022), en La Paz (El Salvador), con 1.65 m, Melgarejo *et al*., (2020), con 2.67 m, Zárate *et al*., (2011), con 2.29 m y Alvarado *et al*., (2001), en León (Nicaragua), con 1.38 m.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES

En función a los resultados obtenidos, se concluye:

- Se determinó el efecto de la aplicación de tres fuentes fosfatadas en los indicadores de rendimiento del cultivo de ajonjolí en un Inceptisol de Pucallpa

- No se observaron diferencias significativas entre las tres fuentes fosfatadas (Superfosfato triple de calcio, fosfato diamónico y roca fosfórica), frente al testigo sin aplicación, sobre los indicadores de rendimiento del cultivo de ajonjolí en un Inceptisol de Pucallpa.

- Numéricamente, la aplicación del Fosfato diamónico a la dosis de 50 kg ha^{-1}, fue superior en todos los indicadores, como rendimiento de grano (1.27 t ha^{-1}), numero de cápsulas por planta (510 cápsulas), numero de granos por cápsula (82 granos) y peso de 1000 granos (4.12 g).

CAPÍTULO VII
RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta las conclusiones, se recomienda:

- Profundizar en las investigaciones sobre el efecto de diferentes fuentes y dosis de fertilización fosfatada en el cultivo de ajonjolí, tomando en cuenta los resultados obtenidos con la dosis de 50 kg de FDA ha^{-1}

- Proponer investigaciones de rentabilidad económica respecto al uso de las diferentes fuentes y dosis de fertilización fosfatada, con el propósito de evaluar la relación beneficio-costo de su aplicación.

- Publicar los resultados de nuestra investigación en la Revista de Investigación de la Universidad nacional de Ucayali y en otras revistas indizadas.

- Sugerir investigaciones sobre el cultivo de ajonjolí en suelos de restinga, considerando los resultados obtenidos con la aplicación de 50 kg de FDA ha^{-1}

- Efectuar la recolección total de las plantas en cada unidad experimental, para garantizar así datos más confiables y representativos para la estimación del rendimiento por hectárea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado, N; Olivas, J, Mungia, F. 2001. Efecto de siete densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) variedad Cuyumaqui Consultado en línea 23 de agosto 2024. Disponible: https://lacalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/6

Aybar-Camacho, 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.

Ávila, J & Gaterol, I. 2005. Efecto de la época de siembra, distancia entre hileras y fertilización sobre el crecimiento y producción del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). *In* Bioagro Vol 17 N° 5. Consultado en línea. Disponible: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612005000100005

Bazán, J., Héctor, E., García, A., & Téllez, O. 2019. Crecimiento y rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) bajo la acción de dos bioles. *La Técnica*, (22), 1-10.

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. Consultado en línea. Disponible: http://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia

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. Consultado en línea. 12 agosto 2024: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNU_908550ac8551aaea3d54b017d9184f5eEuroChem SAM. (s.f.). *STP 00-46-00 (Superfosfato*

Triple). Recuperado de https://www.eurochemsam.com/arg/formulacao/stp-00-46-00-superfosfato-triple/?utm_source=chatgpt.com

Estrella, S. 2015. Requerimiento nutricional del cultivo de ajonjolí (*Sesamun orientale* L.) bajo condiciones agroclimáticas de la localidad de la Banda de Shilcayo. Tesis Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. 78 p.

FAO. (2007). Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible. Recuperado de: https://www.fao.org/4/y5053s/y5053s.pdf?utm_source=chatgpt.com

Intagri. (s.f.). Los fertilizantes fosfóricos para maíz. Intagri. Recuperado el 27 de enero de 2025, de https://www.intagri.com/articulos/cereales/los-fertilizantes-fosforicos-para-maiz

Herogra Especiales. (s. f.). *Importancia del fósforo en cultivos ecológicos*. Herogra Especiales. https://herograespeciales.com/importancia-del-fosforo-en-cultivos-ecologicos/

León, WA de. 2005. Manual técnico: producción de semillas de ajonjolí de calidad. Guatemala, ICTA-MAGA-CISUR. 4-26

Marín, K. 2022. Efecto de la aplicación de un abono orgánico a base de biofermento de pescado sobre el rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes 659 en Pucallpa. Tesis Titulo Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Disponible: http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/6606

Mera, E. 2017. Análisis Gastronómico de la Semilla Ajonjolí *Sesamum indicum* en la ciudad de Guayaquil. Tesis Ing. Guayaquil, EC, Universidad de Guayaquil. 93 p. Consultado en línea 23 julio 2024. Disponible en http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20739/1/TESIS%20Gs.%20202%20-%20Analisis%20Gastron%20de%20la%20Semilla%20Ajonjoli.pdf

Montoya, J; Bazán, J: Ardisana, E; Torres, A; Fosado, O.2019. crecimiento y rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), bajo la acción de dos bioles. Agrociencias. Consultado en línea 31 de agosto del 2024. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/338655722_Crecimiento_y_rendimiento_del_ajonjoli_Sesamum_indicum_L_bajo_la_accion_de_dos_bioles

Museo Virtual de Suelos. (s. f.). *Inceptisoles: Suelos poco desarrollados*. Museo Virtual de Suelos. https://museovirtualdesuelos.net/suelos-del-uruguay/poco-desarrollado/inceptisol/

Ortega, E. 2017. Determinar los efectos de diferentes dosis de los biofertilizantes MICRO-ASP y AZOSPITIC (*Azospirillum brasilense*) en el cultivo de ajonjolí. Universidad Técnica de Babahoyo. Disponible: http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3115

Rodríguez, D. 2024. Efecto de diferentes densidades de siembra en el comportamiento agronómico del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) bajo las condiciones agroecológicas de la Isla Parahuashá. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. Disponible: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNU_908550ac8551aaea3d54b017d9184f5e

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. Consultado en línea Disponible: https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/182

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. Universidad Nacional de Piura. Disponible: https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1671

Ushñahua, W. 2010. Efecto de diferentes densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) en un entisol de Pucallpa. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Disponible: http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/1594

Vaca, F; Vásquez, J; Vásquez, V; Vásquez, J. 2001. Manual de manejo del cultivo de ajonjolí: Clase de manejo de agroquímicos. Escuela Agrícola El Zamorano. Consultado en línea 25 agosto del 2024. Disponible: https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2550/1/210904_0325%20ajonjoli.pdf

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. Universidad Nacional de Ucayali. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. 90p.

Zárate, C; Oviedo, R; González, D. 2011. Rendimiento del cultivo de sésamo (*Sesamum indicum* L.), variedad Mbarete, en diferentes épocas de siembra y poblaciones de plantas. In: Investigación Agraria. Disponible: https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/217

ANEXOS

ANEXO 1. Resultados análisis de suelo

Instituto Nacional de Innovación Agraria

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 200

INFORME DE ENSAYO
N° 11144-23/SU/ LABSAF - PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: JARLEY TAMANI MENDOZA
Propietario / Productor	: JARLEY TAMANI MENDOZA
Dirección del cliente	: CARRETERA FEDERICO BASADRE Km 5 PUCALLPA
Solicitado por	: JARLEY TAMANI MENDOZA
Muestreado por	: Cliente
Número de muestra(s)	: 1
Producto declarado	: Suelo Agricola
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plastico
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	: CALLERIA, CORONEL PORTILLO
Fecha(s) de muestreo	: 2023-09-29 (*)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2023-10-05
Lugar de ensayo	: LABSAF Pucallpa
Fecha(s) de análisis	: del 01/11/2023 al 15/11/2023
Cotización del servicio	: 176-23-PC
Fecha de emisión	: 2023-11-21

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio			SU0705-PC-23					
Matriz Analizada			Suelo Agricola					
Fecha de Muestreo (*)			29/09/2023					
Hora de Inicio de Muestreo (h) (*)			8:00					
Condición de la muestra			Conservada					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (*)			M1					
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**					
pH	--	0,1	6.1					
Conductividad eléctrica	mS/m	1,0	2.8					
Materia orgánica (**)	%	0,3	1.30					
Nitrógeno total (**)	%	--	0.07					
Fósforo disponible (**)	mg/kg	--	6.90					
Potasio disponible (**)	ppm	3.20	30.26					
Calcio intercabiable (**)	Cmol(+)/kg	0.10	4.18					
Magnesio intercabiable (**)	Cmol(+)/kg	0.01	0.15					
Sodio intercabiable (**)	Cmol(+)/kg	0.10	0.53					
Potasio intercabiable (**)	Cmol(+)/kg	0.40	0.44					
Acidez y Aluminio Intercambiable (**)								
Acides (H+)	Cmol(+)/kg	0.50	3.82					
Aluminio intercambiable (Al+3)	Cmol(+)/kg	0.50	<LC					
Bases intercambiables (**)	Cmol(+)/kg	--	5.30					
CICe (**)	Cmol(+)/kg	--	9.12					
Saturación Al (**)	%	--	41.89					
Textura (**)								
Arena	%	--	46.40					
Limo	%	--	21.90					
Arcilla	%	--	31.70					
Clase Textural	---	--	Franco					

Suelos y Aguas LABSAF

ICONOGRAFÍA



Foto 1. Preparación del terreno



Foto 2. Cuantificación de las dosis de fertilizantes fosfatados



Foto 3. Aplicación localizada de los fertilizantes



Foto 4. Realización de la siembra



Foto 5. Estado de las plantas a los 15 de la siembra



Foto 6. Presencia de plaga en estado larval, familia Nymphalidae



Foto 7. Estado de las plantas a los 28 días de la siembra



Foto 8. Estado de las plantas a los 39 días de la siembra



Foto 9. Aplicación fraccionada de nitrógeno y potasio, primera dosis



Foto 10. Inicio de la floración a los 43 días



Foto 11. Aplicación fraccionada de nitrógeno y potasio, segunda dosis



Foto 12. Estado de la planta a los 50 días de la siembra



Foto 13. Desarrollo de las primeras cápsulas



Foto 14. Riego



Foto 15. Estado de las plantas a los 64 días de la siembra



Foto 16. Visita del jurado



Foto 17. Evaluación inicial, conteo del número de ramas por planta



Foto 18. Las plantas muestran una mezcla de hojas verdes y amarillentas, indicando que el ciclo de cultivo está en sus fases finales



Foto 19 Estado de las plantas a los 113 días de la siembra



Foto 20. Las plantas se agrupan y se colocan de pie, generalmente en haces o manojos.



Foto 21. Etapa de cosecha

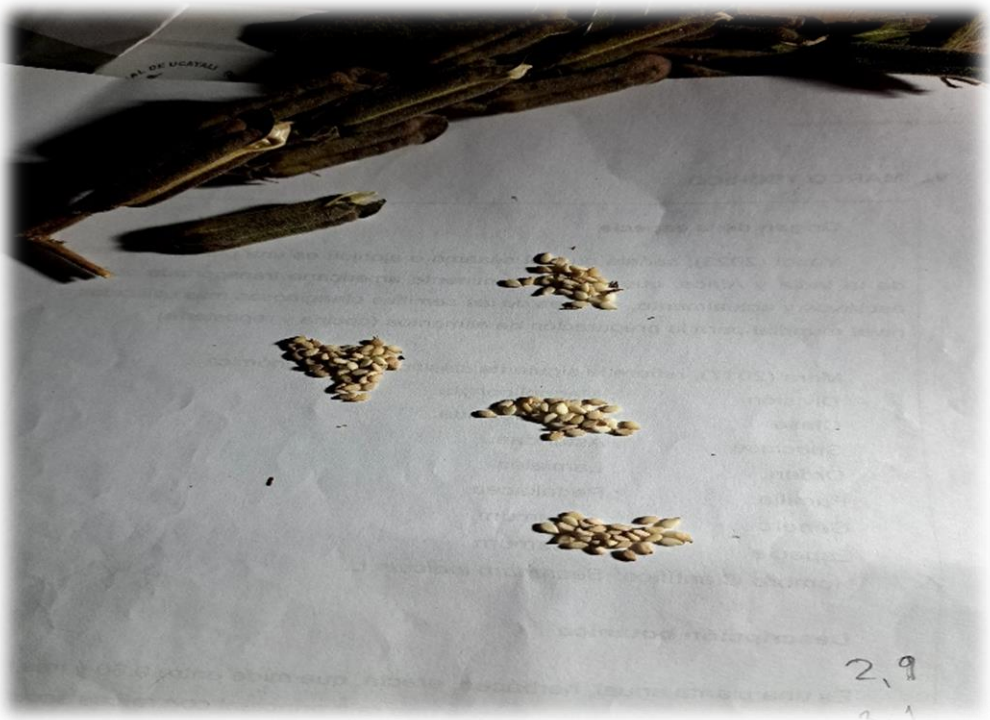


Foto 22. Evaluación, conteo de granos por cápsula



Foto 23. Peso de 1000 granos



Foto 24. Envasado de granos en bolsa de plástico transparente



Foto 25. Efecto del tratamiento 2 con aplicación de Superfosfato Triple



Foto 26. Efecto del tratamiento 3 donde se aplicó Fosfato diamónico



Foto 27. Efecto del tratamiento testigo, sin aplicación de fertilizantes**.**



Foto 28. Efecto del tratamiento 4 donde se aplicó roca fosfórica



Foto 29. Fuente fosfatada: Superfosfato Triple de Calcio.

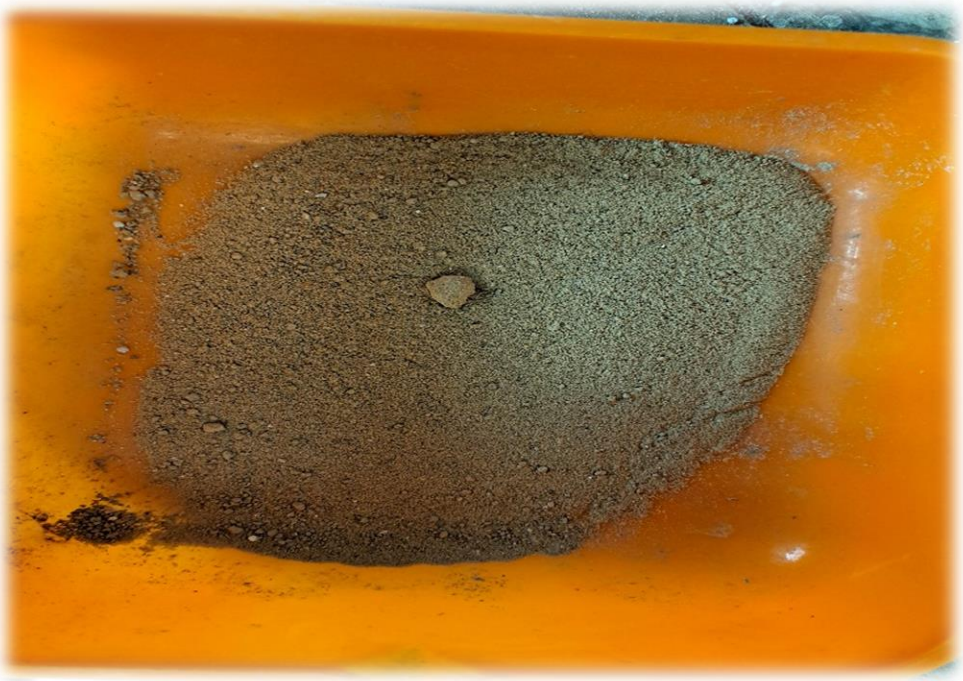


Foto 30. Fuente fosfatada: Roca fosfórica



Foto 31. Fuente fosfatada: Fosfato diamónico



Foto 32. Fuente nitrogenada: Urea



Foto 33. Fuente potásica: Cloruro de potasio