

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



**Evaluación de biofertilizante a base de residuos de pescado en el rendimiento
de chía *Salvia hispánica L.***

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR

Bach. Jara Gallozo, Pedro Leonardo

Bach. Zacarias Polinario, Doris Noelia

ASESOR

Ms. Escalante Espinoza, Nélida Guillesi

NUEVO CHIMBOTE - PERU

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMA



Revisado y V° B° de

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Nelida", is positioned above a horizontal line.

Ms. Nelida Guillesi Escalante Espinoza

DNI: 40559155

Código ORCID: 0009-0005-2115-7220

ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMA



Revisado y Vº Bº de



Ms. Wilmer Aquino Minchan

DNI: 26602902

Código ORCID: 0000-0002-2624-1174

PRESIDENTE



Ms. Walver keiser Lázaro Rodríguez

DNI: 40320788

Código ORCID: 0000-0002-2626-5010

SECRETARIO



Ms. Nelida Guillesi Escalante Espinoza

DNI: 40559155

Código ORCID: 0009-0005-2115-7220

INTEGRANTE

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

Al 5 día del mes de julio del año dos mil veinticuatro, siendo las 07.10 pm. en el auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma-FI-UNS, campus II, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución .N° 258-2024-UNS-CFI, integrado por los docentes: Ms. Wilmer Aquino Minchan (Presidente), Ms. Walver Lazaro Rodriguez (Secretario) y Ms. Nelida Escalante Espinoza (Integrante) y, de Expedito según T.Resolución Decanal N° 258-2024-UNS-FI, para la sustentación de la Tesis intitulada **"Evaluación de biofertilizantes a base de residuos de pescado en el rendimiento de chia Salvia hispánica L"**, perteneciente a las bachilleres: Jara Gallozo Pedro Leonardo , con código de matrícula N° 0201815047 y, Zacarias Polinario Doris Noelia, con código de matrícula n. 0201815035, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, quien es asesorado por el docente: Ms. Santos Herrera Cherras (R.D. N° 405-2023-UNS-FI) .

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo. y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
JARA GALLOZO PEDRO LEONARDO	18	Bueno
ZACARIAS POLINARIO DORIS NOELIA	18	Bueno

Siendo las 9:00 pm del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 05 de julio de 2024

Ms. Wilmer Aquino Minchan
PRESIDENTE

Ms. Walver Lazaro Rodriguez
SECRETARIO

Ms. Nelida Escalante Espinoza
INTEGRANTE

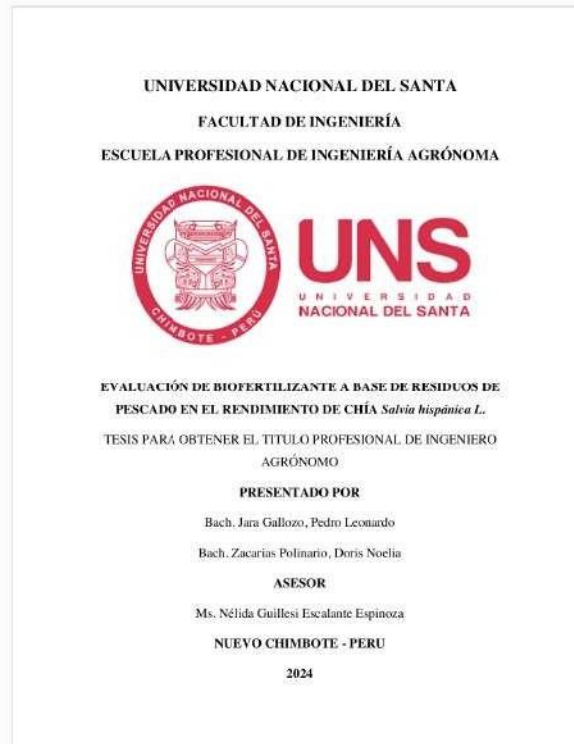


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	PEDRO JARA GALLOZO
Título del ejercicio:	EVALUACIÓN DE BIOFERTILIZANTE A BASE DE RESIDUOS DE ...
Título de la entrega:	EVALUACIÓN DE BIOFERTILIZANTE A BASE DE RESIDUOS DE ...
Nombre del archivo:	INFORME_FINAL-CHIA-JARA-ZACARIAS.docx
Tamaño del archivo:	3.01M
Total páginas:	93
Total de palabras:	15,435
Total de caracteres:	79,243
Fecha de entrega:	18-jun.-2024 12:24p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2404892723



EVALUACIÓN DE BIOFERTILIZANTE A BASE DE RESIDUOS DE PESCADO EN EL RENDIMIENTO DE CHÍA *Salvia hispánica L.*

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Politécnica Estatal de Carchi Trabajo del estudiante	1%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	repositorio.upec.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.udea.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.fontagro.org Fuente de Internet	<1%
8	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

*En primer lugar, a Dios, por haberme
brindando la fortaleza y sabiduría para seguir
avanzando a paso firme en la realización de
mis ideales y objetivos.*

*A mi padre Dante Pedro Jara Izaguirre cuyo
ejemplo de dedicación y perseverancia calo
en mí y los cuales me han motivado a
esforzarme siempre por alcanzar mis metas.*

*A mi madre Karina Verónica Gallozo Diaz,
que con su amor incondicional ha sido el
soporte y fortaleza para poder continuar sin
titubear con el cumplimiento de mis metas
trazadas.*

*A mis hermanos David Jara y Luciana Jara
que han sido motor y motivo en este tiempo
para superar momentos difíciles.*

*A mi enamorada Doris Noelia Zacarias
Polinario por todo el cariño, paciencia y
apoyo incondicional brindado.*

Pedro Leonardo Jara Gallozo

DEDICATORIA

A Dios por su inmenso amor y por darme la fuerza que necesito en cada momento de mi vida.

A mis padres Yolanda Polinario y Raúl Zacarias, porque son mis guías incondicionales en cada paso que doy.

A mis hermanos Jaime, José Luis y Antonio, quienes me han brindado su apoyo, confianza infinita y sobre todo son mi motivación para seguir adelante cada día.

A mi mejor amiga, Brissley Rodríguez, gracias por tu inquebrantable apoyo y aliento en cada paso de esta travesía.

A Pedro Leonardo Jara Gallozo, mi amor, tu presencia ha llenado este viaje de alegría y amor. Gracias por tu constante apoyo y comprensión.

Con todo mi amor y gratitud,

Doris Noelia Zacarias Polinario

AGRADECIMIENTO

A Dios, por siempre haberme guiado por el camino correcto, por la sabiduría y disciplina que puso en mi para poder alcanzar mis metas propuestas durante mi vida universitaria.

A mi padre, Dante Pedro Jara Izaguirre, por todos los consejos y valores que inculco en mi para ser una persona de bien y un buen profesional, por el apoyo incondicional que siempre me brinda durante mi etapa en la universidad, “Un abrazo hacia el cielo “.

A mi madre, Karina Verónica Gallozo Diaz, que con su gran amor y sabiduría han sabido hacer de mí una persona resiliente y con una gran fortaleza para superar todos aquellos obstáculos que se me presentaron durante esta etapa universitaria.

A mis hermanos David y Luciana, por el cariño, la comprensión y el apoyo que como hermanos me pudieron brindar en aquellos momentos difíciles de la vida.

A mi Enamorada, Noelia Zacarias Polinario, por todo el amor incondicional y todo el apoyo que siempre me motivan a ser una persona extraordinaria, por ser mi equipo, Gracias por estar incondicionalmente para mí.

A nuestra asesora y gran amiga Ms. Nérida Guillesi Escalante Espinoza por todo el apoyo brindado, por su dedicación y tiempo hacia nosotros; gracias por ser parte del cumplimiento de esta meta tan anhelada y soñada por nosotros.

A nuestro gran amigo, Mg. Kevin Valverde Poma, por ser parte de nuestro crecimiento profesional, por todo el apoyo y los consejos brindados durante esta etapa. Gratitud a usted querido ingeniero.

A todos los docentes que fueron parte de esta gran aventura universitaria, a la ingeniera Magda Hernández la cual pudo hacer posible la realización de nuestras prácticas, al ingeniero Santos Cheres por su carisma durante las clases impartidas, al ingeniero Frank Arana por todo el apoyo incondicional y consejos profesionales impartidos durante las clases. Gratitud a todos aquellos docentes que nos han inculcado valores y una inquebrantable ética de trabajo.

Por último a Maydoli Martell Viera por su amistad y apoyo en el transcurso de la elaboración de este trabajo.

Pedro Leonardo Jara Gallozo

AGRADECIMIENTO

A mis queridos padres, Yolanda Polinario y Raúl Zacarías, quienes han sido el sólido soporte y la fuente inagotable de motivación en esta travesía académica. El amor que me han brindado y sobre todo su apoyo constante han sido la fuerza que impulsó cada avance para finalizar este proyecto.

A mis hermanos Jaime, José Luis y Antonio, por ser mi fuente de alegría y fortaleza. Su fe en mí ha sido mi motivo a seguir adelante, siendo siempre un ejemplo de superación para ustedes, mis más preciados tesoros.

A mi mejor amiga, Brissley Rodríguez, agradezco infinitamente tu presencia constante a lo largo de este viaje. Tu sabiduría, tus consejos y tus cuidados han sido el faro que iluminó los momentos de oscuridad, brindándome la fuerza y el ánimo necesarios para alcanzar mis metas.

A mi asesora, Ms. Nérida Guillesi Escalante Espinoza, por su invaluable orientación, sus enseñanzas y su compromiso durante todo el proceso de investigación. Su guía experta ha sido fundamental para dar forma y dirección a este trabajo.

Al Ms. Kevin Valverde, agradezco sinceramente su apoyo y su interés en contribuir al desarrollo de esta investigación. Su colaboración ha enriquecido significativamente este trabajo.

A la Ms. Magda Hernández, por su dedicación y amistad durante mi formación universitaria. Sus enseñanzas han dejado una marca indeleble en mi camino académico y personal.

A Pedro Jara, mi apoyo incondicional, mi compañero, mi amigo, mi amor. Tu paciencia, tu amistad y, sobre todo, tu amor han sido la fuerza motriz que impulsó este proyecto hacia la meta. A ti, mi más profundo agradecimiento por estar siempre a mi lado.

Estoy profundamente agradecida a todas las personas mencionadas por su apoyo incondicional, amor y amistad. Sin ellos, no habría logrado llegar hasta aquí. Su presencia en mi vida ha sido fundamental y les estaré eternamente agradecida.

Doris Noelia Zacarias Polinario

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
INDICE DE ANEXOS	X
RESUMEN	XII
I. INTRODUCCION.....	14
1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo general	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.3 FORMULACION DE LA HIPOTESIS.....	17
1.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA	17
II. MARCO TEORICO.....	19
2.1 ANTECEDENTES	19
2.2 MARCO CONCEPTUAL	22
2.2.1 Origen y distribución de la chía.....	22
2.2.2 Taxonomía de la chía	22
2.2.3 Características morfológicas	23
2.2.4 Fenología de la chía.....	24
2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos de la chía	25

2.2.6	Cultivares de la chía	26
2.2.7	Manejo del cultivo de chía	27
2.2.8	Biofertilizantes	30
2.2.9	Biofertilizante a base de residuos de pescado	32
2.2.10	Producción mundial y nacional de la chía.....	32
2.2.11	Rendimiento de la chía.....	33
III.	METODOLOGIA	34
3.1	MATERIALES	34
3.2	LOCALIZACION.....	36
3.3	CARACTERÍSTICA DEL CLIMA.....	37
3.4	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	37
3.5	MÉTODOS	39
3.5.1	Población y muestra	39
3.5.2	Variables y tratamiento	39
3.5.3	Tratamientos.....	39
3.5.4	Categorización de la variable de estudio.....	41
3.5.5	Procedimientos del manejo del cultivo	43
3.6	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	46
3.6.1	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	46
3.6.2	Diseño experimental.....	47

IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	49
4.1	RESULTADOS	49
4.1.1	Altura de planta (cm) a los 30 días después de la siembra	49
4.1.2	Altura de planta (cm) a los 60 días después de la siembra	52
4.1.3	Altura de planta (cm) a los 90 días después de la siembra	54
4.1.4	Longitud de la panoja (cm) a los 50 días después de la siembra	57
4.1.5	Longitud de panoja (cm) a los 70 días después de la siembra	59
4.1.6	Peso seco de grano/m ²	61
4.2	DISCUSIÓN	64
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
5.1	CONCLUSIONES	66
5.2	RECOMENDACIONES.....	67
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	68
VII.	ANEXOS	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía de la planta de chía " <i>Salvia hispánica L.</i> "	23
Tabla 2: Fenología de la planta de Chía “ <i>Salvia hispánica L.</i> ” según la escala BBCH	25
Tabla 3: Temperaturas promedio del año 2023 y 2024 en Cascajal -La Mora.....	37
Tabla 4: Descripción de los tratamientos y su aporte nutricional	40
Tabla 5: Categorización de la variable rendimiento	41
Tabla 6: Categorización de la variable biofertilizante	42
Tabla 7: Valores promedios de altura de planta (cm) a los 30 DDS.....	49
Tabla 8: Análisis de varianza para la altura de planta a los 30 DDS	50
Tabla 9: Prueba de Tukey entre tratamientos de altura de planta a los 30 DDS.....	50
Tabla 10: Valores promedios de altura de planta (cm) a los 60 DDS.....	52
Tabla 11: Análisis de varianza para la altura de planta a los 60 DDS	53
Tabla 12: Valores promedios de altura de planta (cm) a los 90 DDS.....	54
Tabla 13: Análisis de varianza para la altura de planta a los 90 DDS	55
Tabla 14: Prueba de Tukey entre tratamientos de altura de planta a los 90 DDS.....	55
Tabla 15: Valores promedios de longitud de panoja (cm) a los 50 DDS.....	57
Tabla 16: Análisis de varianza para la longitud de panoja a los 50 DDS	57
Tabla 17: Valores promedios de longitud de panoja (cm) a los 70 DDS.....	59
Tabla 18: Análisis de varianza para la longitud de panoja a los 70 DDS	59
Tabla 19: Prueba de Tukey entre tratamientos de longitud de panoja a los 70 DDS.....	60
Tabla 20: Valores promedios peso (gr) después del cegado	61
Tabla 21: Análisis de varianza para el peso (gr) luego de 10 días de cegado.....	62
Tabla 22: Prueba de Tukey entre tratamientos para el rendimiento.....	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curva teórica de coeficientes de cultivo	29
Figura 2: Ubicación del área experimental.....	36
Figura 3: Croquis del diseño experimental.....	38
Figura 4: Promedio y porcentaje de incremento de la altura de planta (cm) a los 30 DDS	51
Figura 5: Promedio y porcentaje de incremento de la altura de planta (cm) a los 60 DDS	53
Figura 6: Promedio y porcentaje de incremento de la altura de planta (cm) a los 90 DDS	56
Figura 7: Promedio y porcentaje de incremento de la longitud de panoja (cm) a los 50 DDS ...	58
Figura 8: Promedio y porcentaje de incremento de longitud de panoja (cm) a los 70 DDS	61
Figura 9: Promedio y porcentaje de peso seco de grano/m ² del cultivo de Chia	63

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Evaluación de altura de planta (cm) a los 30 dds	74
ANEXO 2 Evaluación de altura de planta (cm) a los 60 dds	75
ANEXO 3 Evaluación de altura de planta (cm) a los 90 dds	76
ANEXO 4 Evaluación de longitud de panoja (cm) a los 50 dds	77
ANEXO 5 Evaluación de longitud de panoja (cm) a los 70 dds	78
ANEXO 6 Evaluación de rendimiento (Kg).....	79
ANEXO 7 Arado y surcado del área experimental	79
ANEXO 8 Riego machaco y emergencia de malezas	80
ANEXO 9 Preparación de herbicidas y aplicación.....	80
ANEXO 10 Delimitación y rotulado de las unidades experimentales.....	81
ANEXO 11 Semilla de chia, variedad negra	81
ANEXO 12 Siembra de semilla de chia a chorro continuo con maquina.....	82
ANEXO 13 Fertilización con sulfato de amonio.....	82
ANEXO 14 Riegos realizados durante el experimento.	83
ANEXO 15 Aporque realizado en el cultivo	83
ANEXO 16 Empresa tasa.....	84
ANEXO 17 Aplicación de biofertilizante a base de restos de pescado	84
ANEXO 18 Preparación y aplicación de herbicida	85
ANEXO 20 Cosecha y selección de muestra	86
ANEXO 19 Insecticidas utilizados para el control de plagas	85
ANEXO 21 Evaluación de altura de planta a los 30,60 y 90 dds.....	86
ANEXO 22 Evaluación de longitud de panoja a los 50 y 70 dds.....	87

ANEXO 23	Pesado de los granos de chia obtenidos de las unidades experimentales	87
ANEXO 24	Análisis del biofertilizante a base de residuos de pescado	88
ANEXO 25	Fenología del cultivo de chía.....	91
ANEXO 26	Promedio de peso seco de gr/planta del cultivo de chia	90

RESUMEN

En el trabajo de investigación realizado en el fundo “Concepción” en Cascajal Izquierdo, se evaluó el efecto del biofertilizante a base de residuos de pescado en el rendimiento de “chía” *Salvia hispánica L.* Para esto se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos: T₁(5 L/cil), T₂(10 L/cil) y T₃(25 L/cil) de biofertilizante a base de residuos de pescado y un testigo (T₀); cada uno presento tres repeticiones, se empleó un área de 536 m² dividida en 12 parcelas de 40 m². Se midieron la altura de la planta, longitud de la panoja y peso seco de grano/m² proyectado a 1 hectárea. Los resultados destacaron que el T₃ (25 L/cil de biofertilizante a base de residuos de pescado) fue superior con 14.10 cm respecto al parámetro altura, el cual se evaluó a los 30 días después de la siembra, mientras que el tratamiento de T₂ (10 L/cil de biofertilizante a base de residuos de pescado) supero con 120.75 cm de altura a los 90 días después de la siembra. En cuanto a la longitud de panoja el mejor resultado se evidencio con la aplicación del T₃ (25 L/cil de biofertilizante a base de residuos de pescado) con 23.97 cm de longitud a los 70 días después de la siembra. Finalmente, en la variable peso seco de grano/m² el T₂ (10 L/cil de biofertilizante de residuos de pescado) logro 1604 Kg/Ha de chia, demostrando una mayor eficiencia en el rendimiento.

Palabras claves: Chía, biofertilizante, residuos de pescado, rendimiento.

ABSTRACT

In the research work carried out on the “Concepción” farm in Cascajal Izquierdo, the effect of biofertilizer based on fish waste on the yield of “chia” *Salvia hispánica* L. was evaluated. For this, a completely randomized block design was used. with three treatments: T1 (5 L/cil), T2 (10 L/cil) and T3 (25 L/cil) of biofertilizer based on fish waste and a control (T0); Each one presented three repetitions, an area of 536 m² was used divided into 12 plots of 40 m². Plant height, panicle length and grain dry weight/m² projected to 1 hectare were measured. The results highlighted that T3 (25 L/cil of biofertilizer based on fish waste) was higher with 14.10 cm compared to the height parameter, which was evaluated 30 days after sowing, while the T2 treatment (10 L/cil of biofertilizer based on fish waste) exceeded 120.75 cm in height 90 days after sowing. Regarding panicle length, the best result was evident with the application of T3 (25 L/cil of biofertilizer based on fish waste) with 23.97 cm in length 70 days after sowing. Finally, in the variable dry weight of grain/m², T2 (10 L/cil of biofertilizer from fish waste) achieved 1604 Kg/Ha of chia, demonstrating greater efficiency in performance.

Keywords: Chia, biofertilizer, fish waste, yield.

I. INTRODUCCION

La búsqueda de alternativas sostenibles y ecológicamente amigables para mejorar el rendimiento de los cultivos es un tema prioritario en la agricultura. En este contexto, el uso de biofertilizantes ha surgido como una opción prometedora para aumentar la productividad de los cultivos, al tiempo que se reduce la dependencia de fertilizantes químicos sintéticos, con sus impactos adversos en el medio ambiente y la salud humana.

El presente estudio se enfoca en evaluar el efecto del biofertilizante a base de residuos de pescado en el rendimiento de chía (*Salvia hispánica L.*), una planta de importancia económica creciente debido a sus propiedades nutricionales y su versatilidad en aplicaciones alimentarias y medicinales. Desde la perspectiva de la agronomía, maximizar el rendimiento y la calidad de la chía es esencial para satisfacer la demanda creciente del mercado y promover su cultivo como una opción rentable y sostenible para los agricultores de la comunidad Cascajal Izquierdo.

La chía es una planta que posee características fisiológicas específicas y demandas nutricionales particulares, por lo que su cultivo puede beneficiarse significativamente de la aplicación de biofertilizantes específicamente diseñados para promover el desarrollo vegetal y mejorar la absorción de nutrientes. Desde el punto de vista biológico, entender cómo los microorganismos presentes en los biofertilizantes interactúan con el suelo y la planta, promoviendo el crecimiento y la salud de la chía, es fundamental para optimizar su uso y comprender los mecanismos subyacentes a los beneficios observados.

A través de esta evaluación, se pretende contribuir al conocimiento científico sobre el potencial de los biofertilizantes en el cultivo de chía, proporcionando evidencias científicas sobre su efectividad en términos de aumento de rendimiento. Los hallazgos de este estudio no solo pueden ser de interés

para los agricultores y la industria agroalimentaria, sino también para los investigadores y formuladores de políticas interesados en promover prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente y socialmente responsables.

1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La promoción de una agricultura que garantice la sostenibilidad y la exploración de alternativas ecológicas para mejorar los rendimientos de los cultivos son cruciales en la actualidad. En Cascajal Izquierdo, la comunidad se enfrenta al desafío de mejorar la productividad de “chía” *Salvia hispánica L.* de manera respetuosa con el medio ambiente. En este contexto, surge la incógnita sobre la viabilidad y eficacia de un biofertilizante elaborado a partir de residuos de pescado. Este biofertilizante se presenta como una opción prometedora, pero es esencial abordar diversas preguntas claves para evaluar su impacto real en la calidad del suelo, el rendimiento de la chía y la sostenibilidad de las prácticas agrícolas locales.

En el Centro Poblado de Cascajal Izquierdo - La Mora, se evidencia la escasa difusión de la Chía, razón por la cual no son aprovechadas su fácil y económica producción así también sus propiedades nutricionales. La *Salvia hispánica L.* está siendo valorado como un cultivo potencial debido a que en los últimos años ha tenido una creciente demanda en los mercados internacionales, pudiendo convertirse en una fuente de ingresos para nuestros pequeños y medianos agricultores del valle, además se ha observado que existen muy pocas investigaciones acerca de este ancestral cultivo. Por otra parte, el excesivo precio de los fertilizantes provoco un elevado costo de producción del cultivo.

En respuesta a estas problemáticas nace la iniciativa por realizar un trabajo de investigación, donde se busca utilizar un biofertilizante elaborado a base de residuos de pescado, el cual tiene como

objetivo aumentar el rendimiento por hectárea, teniendo a su vez un impacto positivo en la rentabilidad del cultivo, siendo atractivo para nuestros agricultores de Cascajal-La Mora y a su vez se estaría aportando nuevos conocimientos e incentivando a la revalorización del cultivo de chía.

Una de las principales preocupaciones radica en entender cómo la aplicación del biofertilizante influye en el crecimiento saludable de la chía; Además, se debe indagar sobre la efectividad específica del biofertilizante en la disponibilidad de nutrientes claves como es el NPK, para garantizar un desarrollo óptimo de la planta. Esta evaluación se transforma en un factor importante para determinar la capacidad del biofertilizante, de esta forma se promueve un rendimiento sostenible del cultivo.

La investigación no solo se centra en la perspectiva agronómica, sino también en la sostenibilidad global de la implementación del biofertilizante. Se deben abordar preguntas sobre posibles impactos ambientales adversos y cómo el biofertilizante contribuye o no a la reducción de residuos y a la eficiencia en la gestión de recursos. Por lo tanto, nos formulamos la siguiente pregunta: ¿Cuál sería el efecto del biofertilizante a base de residuos de pescado en el rendimiento de “chía”

Salvia hispánica L.?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto del biofertilizante a base de residuos de pescado en el rendimiento de “chía” *Salvia hispánica L.*

1.2.2 Objetivos Específicos

- Comparar el efecto de los tratamientos en la altura de la planta en el cultivo de “chía” *Salvia hispánica L.*
- Determinar el efecto de los tratamientos en la longitud de la panoja en el cultivo de “chía” *Salvia hispánica L.*
- Identificar el mejor tratamiento en el peso seco de grano/m² en el cultivo de “chía” *Salvia hispánica L.*

1.3 FORMULACION DE LA HIPOTESIS

Al menos uno de los tratamientos tendrá diferencia significativa en el rendimiento de “chía” *Salvia hispánica L.*

1.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

Un biofertilizante a base de residuos de pescado puede presentar macronutrientes como el nitrógeno de 2 - 6 %, fosforo de 5 - 6 % y potasio 1 %, esenciales para el óptimo desarrollo de las plantas además de ello presenta una diversidad de micronutrientes y aminoácidos como la Leucina que ayuda en la fecundación y amarre de frutos y a su vez mejora la calidad del producto, también beneficia a reducir el estrés ya sea por cambios bruscos de clima, deficiencias de recurso hídrico, ataque de patógenos, entre otros; complementando así los planes de fertilización de los agricultores de la comunidad.

Por otro la Chía o *Salvia hispánica L.*, es considerado un súper alimento gracias a sus diversas bondades nutricionales que posee, siendo estos 714 mg de calcio, asimismo cuenta con una alta concentración de hierro (16,4 mg), magnesio (390 mg), potasio (700 mg) y fósforo (1.057 mg). Además, por cada 100 gramos de semilla hay 5 gr de proteínas. Debido a todas estas propiedades se ha despertado un gran interés por su consumo en los países como EE. UU. y países bajo. Actualmente este cultivo viene produciéndose poco a poco en mayores cantidades en diversas zonas del país, una de ellas está ubicado en el valle del Santa, nos referimos a Cascajal Izquierdo, lugar donde los pequeños agricultores han visto una oportunidad para obtener ingresos gracias a que este cultivo que no solo presenta bondades nutricionales, sino que también se caracteriza por su fácil manejo dado que presenta una buena adaptabilidad a diversas condiciones edafoclimáticas.

Este trabajo de investigación se justifica por las razones mencionadas líneas arriba, donde se busca incorporar un biofertilizante a base de residuos de pescado al manejo agronómico del cultivo de chía que le brinde efectos positivos en el rendimiento y consecuente a esto se estaría garantizando la seguridad alimentaria, a su vez se estaría revalorizando y fomentando la producción del cultivo de chía.

II. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

Valderrama (2017) en su investigación, titulado “Efecto de tres dosis de biol en el rendimiento de *Salvia hispanica L.* cv. Negra en Virú - La Libertad.”, expone como resultado que las características morfológicas y el rendimiento presentaron una diferencia significativa, donde utilizaron dosis de T3 (75-75-50) L/ha y T2 (60-50-40)L/ha de AVIBIOL (biofertilizante a base de estiércol de gallina), dichas dosis fueron aplicadas a los 15 días después de la siembra, floración y fructificación o llenado de granos, obteniendo rendimientos de 1052.44 kg/ha y 1006.67 kg/ha respectivamente.

En el trabajo de investigación de Krieger et al. (2017), la cual se titula “Efecto promotor de un biofertilizante en plantas de chíá (*Salvia hispánica L.*)”, Se aplicó el biofertilizante a base de *pseudomonas sp.* al momento de la siembra y a los 30 días, el fertilizante orgánico fue usado a los 15 días y 30 días, el cual demostró que el tratamiento con biofertilizante más el fertilizante orgánico incrementaron un 20% con respecto a la altura de la planta que fue evaluado a los 30 días (Primeras etapas) y a su vez el peso seco se elevó en un 30%, el cual fue evaluado a los 60 días.

Chávez (2017) en su trabajo de investigación titulado, “Uso de biol a partir de vísceras de pescado en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en Pampas - Huancavelica 2017”, concluye que el uso del tratamiento T3, que contiene una concentración de 10 kg de vísceras de pescado en el biol, mejora la productividad de la lechuga. Este tratamiento resulta en un mayor peso (268.5 g), mayor tamaño (21.62 cm) y un incremento en el número de hojas (31 unidades).

Según los autores Saldaña et al. (2018) indican en su investigación titulada, “Efecto del fertilizante elaborado con vísceras de pescado en la fertilidad del suelo y crecimiento del *Capsicum*

pubescens” refiere que la aplicación del biol tuvo un efecto positivo evidenciándose así en la mejora de la fertilidad del suelo, tomando como indicador el correcto crecimiento que presentaron los *Capsicum pubences* a una concentración de 15%.

En la investigación de Terán (2019), titulada “Dosis de Biol en el rendimiento y calidad de *Lactuca sativa* L. var. Capitata Híbrido Iceberg, Trujillo, La Libertad” concluye que hubo una respuesta favorable ante la aplicación del biol a una dosis de 140L/ha con un rendimiento de 35064.8 kg/ha.

Los autores González et al. (2019) en su investigación científica titulada “Crecimiento y producción de chia (*Salvia hispanica* L.) en función de la irradiancia y fertilización orgánica” concluye que se incrementó la biomasa y el rendimiento de semilla a raíz de la combinación realizada por vermicompost y té de vermicompost, esto utilizado como fuente de nutrimentos.

Según Camacho (2020) en su investigación, denominado “Aplicación de diferentes abonos orgánicos para el crecimiento y desarrollo óptimo de *Salvia hispánica* L. en Tochimilco, Puebla.” Concluye que el rendimiento más alto se obtuvo en plantas con mayor tamaño, es decir aquellas plantas con mayor altura de 1.76 m son las que tienen mayor rendimiento a comparación de las que tienen menos de 1.70 m. de altura.

Castañeda (2022) en su investigación titulado “Fertilización ecológica de biol a base residuos pescado para mayor rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.), Barranca 2022” concluye que con una aplicación de T6 (1.5 L/cilindro) de biol a base de residuos de pescado y un distanciamiento de 0.3 x 0.6 m se obtiene un rendimiento de 64.48 tn/ha superando con 13.60% (T1) y 8.76% (T2).

Massa (2022), menciona en su investigación titulada “ Efecto de la aplicación de tres dosis de abonos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) distrito de San Juan Bautista del Valle medio de Ica – 2022”, que se evaluaron la altura de las plantas a los

30, 60 y 90 días después del trasplante, la cantidad y el peso de los frutos recolectados por planta, y el rendimiento por hectárea. Se encontró que el Biol produjo la mayor altura promedio a los 30 días, pero no hubo diferencias significativas en la altura a los 60 o 90 días. Además, el Biol mostró un peso de frutos por planta y un número de frutos significativamente más altos en comparación con los otros abonos. En términos de rendimiento por hectárea, el Biol también superó a los otros abonos, con una media de 13,16 toneladas por hectárea.

Silva (2023) menciona en su trabajo de investigación titulado, “Efecto de frecuencia de aplicación de biol mejorado en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) var. Rosada Taraco”, Se realizaron aplicaciones de un biol mejorado en cultivos de quinua en distintos momentos para analizar su influencia en los aspectos productivos. Los resultados revelaron que la quinua mostró una mejor respuesta cuando se utilizó el biol mejorado (pescado) en cuatro ocasiones, con una altura promedio de planta de 67.36 cm, una longitud media de la panoja de 23.84 cm y un rendimiento de 1680 kg/Ha. En resumen, se observó un impacto positivo en el rendimiento de la quinua mediante la aplicación del biol mejorado.

Garcete y Oroa (2023) en su trabajo de investigación titulada “Comportamiento productivo de la chíca *Salvia hispánica L.* por efecto de la densidad de siembra y aplicación de biofertilizante en el distrito de Coronel Oviedo” Los resultados obtenidos mostraron que la aplicación de 150 ml/ha de biofertilizante produjo una media de 34,23 cm en la longitud de la espiga, lo cual es estadísticamente superior a los tratamientos sin aplicación, que presentaron una media de 32,5 cm. Esto sugiere que la utilización del biofertilizante fomenta un mayor desarrollo de la espiga floral.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Origen y distribución de la chía

Busilacchi et al. (2015) realizó un análisis de mercado donde indica que “La *Salvia hispanica L.* tiene como principales zonas de cultivo en Centro y Sudamérica, actualmente se viene expandiendo a diferentes partes del mundo”. Por otro lado, Di Sapio *et al.* (2012) refiere que “Es originario de las regiones montañosas de México, desde hace 3500 años a.C. era conocido como alimento y medicina esencial, fue uno de los cuatro cultivos básicos de los mayas en la época precolombina”. Asimismo, Ji et al. (2021) refiere que “Las semillas de chía fueron utilizadas por las tribus aztecas en México y se han utilizado para alimentos, aplicaciones médicas y pintura”.

Evagelista (2020) menciona que “El 98.5% de producción nacional se centra mayormente en dos departamentos, 172 Ha cultivadas en Arequipa, 101 ha en Cusco y 4 ha otros, además se vienen realizando exportaciones desde el año 2016 hacia el país EE. UU”.

2.2.2 Taxonomía de la chía

FAO (2016) menciona que “Las familias: *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*, *Polygoniaceae* y *Lamiaceae* donde se encuentra la *Salvia hispanica L.*” son consideradas pseudocereales”.

Según Orifici (2016) indica que la clasificación taxonómica de la chia es:

Tabla 1:

Taxonomía de la planta de “chía” Salvia hispánica L.

Descripción	Denominación
Reino	Plantae
Clase	Magnlipsida
Subclase	Asteridae
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Genero	<i>Salvia</i>
Especie	<i>hispánica</i>
Nombre científico	<i>Salvia hispánica L.</i>

2.2.3 Características morfológicas

Di Sapiro (2012) indica que “La chía (*Salvia hispánica L*) es una planta herbácea anual que presenta una altura de 1 m a 1.5 m”.

- Raíz

Las raíces son fibrosas y está constituida por una raíz principal, la cual presenta abundante ramificación y son superficiales (Coates W, Ayerza R., 1997) Citado por (Candelaria, 2017).

- Tallo

Son cuadrangulares, presentan numerosas ramas además de pubescias y poseen caras acanaladas, tienen un diámetro medio de 2 cm (Hernandez, 2008).

- Hoja

Son lanceolado-ovadas con márgenes aserrados que van de 80 mm a 100 mm, también se caracterizan por ser simples y opuestas, llegando a presentar una de longitud de 40 mm a 60 mm de anchura (Capitani, 2013).

- **Inflorescencia**

Se caracterizan por formar grupos de 6 flores, llamado verticilastro axilar o terminal (Xingú López, et al. 2017).

- **Flores**

Son hermafroditas, presentan colores que van de azul a blanca, Son dicotómicas compuesta presentando una bráctea en la base de la flor, (Capitani, 2013).

- **Fruto**

Presenta la forma de carcérulo y llegado a la madurez produce mericarpios pequeños e indehiscentes los cuales son definidos como núculas o clusas, presentándose de 1 a 4, (Antiquipa, 2018).

- **Semilla**

Generalmente, los granos tienen colores café grisáceo o blanco con manchas de contornos irregulares café oscuro (Di Sapio, 2012).

2.2.4 Fenología de la chía

Evagelista (2020) indica que “La chía tiene un ciclo de 120 a 130 días”. Por otro lado, Pérez (2019) desarrollo una escala fenológica que cuantifica la fenología de este cultivo subutilizado, donde describieron ocho etapas principales de crecimiento:

Tabla 2:

Fenología de la planta de “Chía” Salvia hispánica L. según la escala BBCH

Etapas	Fases
Germinación	0
Aparición de hojas	1
Aparición de brotes	2
Crecimiento de verticiláster	5
Floración	6
Cuajado de grano	7
Maduración	8
Senescencia	9

- **Fase vegetativa:** Los estadios 0 a 2 representaron la fase vegetativa en la que se estableció el número final de hojas y la copa del cultivo.
- **Fase reproductiva:** Representan los estadios 5 a 8 donde se determinó el número y tamaño de granos.
- **Fase de maduración:** La etapa 9 representó la senescencia de las hojas y la cosecha lista para la cosecha.

2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos de la chía

- **Precipitaciones:** La chía debe cultivarse en lugares que presenten lluvias al menos 1 vez por semana o en promedio de 800 mm a 900 mm anualmente, este cultivar puede desarrollarse en épocas de secano con volúmenes 400 mm hasta 1.100 mm de lluvia. (Candelaria, 2017).

- **Fotoperiodo:** El correcto desarrollo de la planta dependerá mucho de la latitud donde se desee cultivar, ya que el cultivo es sensible al fotoperiodo (Candelaria, 2017).
- **Temperatura:** Oscila entre los 11° C y 36° C y donde mejores resultados se obtiene es a los 18° C, este cultivo se desarrolla favorablemente en el trópico y subtrópico. (Candelaria, 2017).
- **Humedad:** El cultivo de chía requiere de una humedad relativa que se encuentra entre los 40% y 70%, por otro lado, no tolera las heladas, lo que ocasiona un mal desarrollo de la planta (Candelaria, 2017).
- **Viento:** Es un factor importante ya que el viento no debe exceder los 20 km/hora, de esta forma evitamos el rendimiento de la planta.
- **Altitud:** Las mejores altitudes recomendadas para el óptimo desarrollo se encuentran alrededor de los 1800 a 2600 msnm.
- **Suelo:** Prefieren suelos fértiles, con buen drenaje y que sean de texturas ligeras a medias. (Candelaria, 2017).

2.2.6 Cultivares de la chía

Las variedades existentes son: “La blanca conocida como *Salva* que presenta un precio alto y muchas veces es complicado de conseguir en el mercado y la negra contiene mínimas cantidades de granos blancos, además nutricionalmente ambas variedades no poseen diferencias” (Evagelista, 2020). Sin embargo, “La variedad blanca contiene ligeramente más proteína y un sabor más agradable para el paladar, en tanto que las negras son ricas en antioxidantes” (Camacho, 2020).

2.2.7 Manejo del cultivo de chíá

a. Acondicionamiento del terreno

Almendáriz (2012), como se citó en Antiquipa (2018) hace mención que “El cultivo de chíá necesita de un terreno franco, que este mullido y que no tenga presencia de malezas”.

Por otro lado Miranda (2012) indica que:

Aplicando el método de siembra al voleo con una labranza cero no se realiza una preparación del terreno, sin embargo, para una siembra a chorro continuo, se realiza un riego machaco, posteriormente se aplica de glifosato para el control post emergente de malezas. Ocho días después de la aplicación de herbicida, se prosigió con el surcado con ayuda de maquinaria agrícola o animal. Finalmente se siembra en los surcos ya establecidos.

b. Siembra

Almendariz (2012), como se citó en Bobadilla, (2016), Menciona que “La siembra debe realizarse pasado el invierno, con un porcentaje de germinación no menor al 80% y la profundidad para su siembra no debe ser mayor a 3cm, bajo una siembra a chorro continuo, separada a 60cm entre surcos”. Miranda (2012), recomienda que “Al sembrar a chorro continuo, las semillas deben presentar una correcta distribución por metro cuadrado, utilizando 2.6 kg de semilla/Ha, tomando en cuenta el 10% de mortandad de las plantas ya sea ocasiona por los condiciones ambientales o plagas”.

c. Fertilización

Cuando se plantea realizar una siembra con el método de chorro continuo, Miranda (2012) indica que:

Al no realizar un análisis de suelo, se puede fertilizar con triple quince (15 N – 15 K₂O – 15 P₂O₅) 400 kg por 0.7 ha, asimismo es importante la aplicación foliar a los 50 días de la siembra a una dosis de 1 litro por 0.7 ha, esta acción deberá realizarse cada 15 días en toda su etapa vegetativa, también debe aplicar un foliar enriquecido con boro para reforzar la etapa de floración en promedio de 1 litro. Es recomendable que, al voleo se aplique urea, a los 30 DDS unos 200 kg y a los 60 DDS se incorpore 100 kg, por último, a los 90 DDS los 100kg más. Cabe recalcar que, la fertilización puede variar dependiendo las condiciones edafoclimáticas y la fenología del cultivo.

d. Riego

Roncalla (2018) menciona que el requerimiento de agua del cultivo, “Se expresa dependiendo las características edafoclimáticas de la zona cultivable, también menciona que la etapa crítica de mayor disposición de recurso hídrico es entre la tercera fase (floración) y cuarta fase (madurez fisiológica)”, como se evidencia en la figura N°1.

Figura 1:

Curva teórica de coeficientes de cultivo



FUENTE: Curva de coeficiente de cultivo donde el mayor consumo de agua se evidencia entre la tercera fase y cuarta fase. Tomado de Roncalla (2018).

e. Manejo integrado de plagas y enfermedades

Miranda (2012) por la experiencia que presenta con el cultivo en Nicaragua indica que:

La plaga que más afecta es la hormiga, ya que reporta grandes daños de hasta el 60%, para el control recomienda ubicar los nidos y aplicar Cypermetrina a una dosis de 100 c/c por bomba de 20 lt. También se presentan otros insectos dañinos como las *Atta cephalotes*, *Estigmene acrea*, *Spodoptera sp*, *Phyllophaga sp* y entre otros.

f. Control de malezas

Torres et al. (2014) menciona que “Los primeros 45 DDS son claves debido a que el cultivo se desarrolla lentamente, donde pueden ser perjudiciales las malezas latifoliadas, compitiendo principalmente por luz, espacio, nutrientes y agua”. Por otra parte, Miranda (2012) recomienda “Sembrar después de 24 horas de haber aplicado un herbicida post-emergente, asimismo realizar un control manual tanto a los 15 DDS como a los 40 DDS con la ayuda de macanas, azadón o machetes”.

g. Cosecha

Miranda (2012), menciona que la cosecha se presenta entre los 120 a 130 DDS, donde el 80% del follaje tiene una apariencia de sequedad o muerte. En esta etapa se inicia el corte de forma manual o mecanizada. Finalmente, teniendo el grano seco se aporrea y tamiza.

2.2.8 Biofertilizantes

Armenta et al. (2010) mencionan que “Los biofertilizantes son super abonos líquidos que dentro de preparación se utilizan microorganismos, pueden ser suministrados por vía drench o foliar, complementando la fertilización química.”. Así mismo Morales (2014) indica que “Son compuestos elaborados principalmente con uno o varios microorganismos benéficos que ayudan a la disponibilidad de nutrientes, además de preservar el suelo”. Según FAO (2022) define que “Un biofertilizante forma un medio microbiológico natural en el suelo, cuidando las características biológicas, físico y químico, en consecuencia, brinda los nutrientes necesarios que las plantas requiere”.

a. Tipos de biofertilizantes

Según Afanador (2017) indica los siguientes:

- **Los fijadores de nitrógeno**, Son microorganismos que se encuentran naturalmente en los suelos siendo los principales estos simbióticas (*Rhizobium*) y libres (*Azotobacter* y *Azospirillum*).
- **Los solubilizadores de fósforo**, son transformadores del elemento P, es decir que de ser insoluble pasan a solubles.
- **Los captadores de fósforo**, actúan en el suelo solubilizando al fosforo y de esta forma las plantas pueden disponerla de forma más eficiente.

- **Los promotores de crecimiento vegetal**, producen y liberan sustancias que regulan el desarrollo de la planta.

b. Características y beneficios de los biofertilizantes

Afanador (2017) indica que “Se producen naturalmente, son inofensivos para los seres humanos y pueden conducir a un desarrollo económico sostenible para los agricultores y el país, también ayudan a aliviar las tensiones ambientales y de seguridad alimentaria”.

Romero y Sandoval (2024) refiere que Los biofertilizantes “Son una alternativa prometedora en la agricultura, siendo productos derivados de organismos vivos que mejoran las propiedades biológicas del suelo, incrementando la productividad de cultivos y mejorando la calidad del producto, minimizando la contaminación ambiental”.

Florez et al. (2021) indica que “Los biofertilizantes contienen una variedad de microorganismos beneficiosos como bacterias fijadoras de nitrógeno, bacterias que solubilizan potasio y fósforo, rizobacterias, cianobacterias, así como hongos micorrícicos tanto endo como ectomicorrícicos”.

Chanduvi et al. (2023) mencionan que “Los biofertilizantes tienen capacidad de estimular la elongación celular en respuesta a las condiciones de luz y oscuridad. Además, es importante en el inicio de la floración, lo que resulta en un incremento en la longitud de la espiga floral”.

2.2.9 Biofertilizante a base de residuos de pescado

Pimentel (2024) menciona que “El biofertilizante de pescado, conocido como hidrolizado de pescado, resulta de la descomposición controlada de proteínas de pescado, dando lugar a péptidos y aminoácidos de tamaño reducido, generalmente entre 2 y 20 unidades. Este proceso se realiza mediante acciones químicas o enzimáticas en condiciones precisamente controladas”.

Florez et al. (2021) indica que “Los residuos pesqueros se utilizan como materia prima en la elaboración de fertilizantes orgánicos debido a su contenido de nutrientes y compuestos bioactivos que promueven el crecimiento de las plantas, sin competir con los recursos alimentarios de la población”. Según Agronovida, citado por Marino (2017) “El biol debe aplicarse entre 10 y 25 días después de la siembra y 10 días antes de la cosecha”.

Finalmente se recomienda diluir el fertilizante entre un 15% y un 20% y aplicarlo de 3 a 5 veces por ciclo de cultivo es recomendable. La fertilización foliar permite una respuesta rápida de las plantas a los nutrientes, con una absorción estimada de 8-9 veces más eficiente que la aplicación al suelo. Es óptimo aplicar los nutrientes foliares temprano en la mañana o al atardecer, cuando los estomas están abiertos, evitando temperaturas superiores a 80°F (Sanchez et al., 2022).

2.2.10 Producción mundial y nacional de la chía

Según Busilacchi et al. (2015) indica que “Se cultiva en Argentina, México, Bolivia, Paraguay y Australia. En 2011 y 2012 Argentina tuvo una producción de 35%; mientras que los demás tuvieron una producción de 15% y 3 000 ha cada uno”. Xingú *et al.* (2017) menciona que “La producción global tuvo un crecimiento muy acelerado; así lo confirma Nicaragua, donde la producción fue de 500 000 kg y 180 000 000 kg en los años 2013 y 2014 respectivamente”. Por otro lado, Fresh Fruit (2021) menciona que:

Cuzco es una de las ciudades más importantes en la producción de chía en el Perú, las exportaciones realizadas en el primer trimestre del año 2019 fueron de 492 toneladas. El crecimiento de la exportación de chía fue del 64%, tendiendo como principales destinos a los Países Bajos con 21%, EE. UU con un 13% y finalmente a Filipinas con un 12%.

2.2.11 Rendimiento de la chía

Manzaneda (2015) indica que la densidad de siembra es un factor importante por ello plantea que “El rendimiento se encuentra en función a la densidad de siembra, encontrándose con un rendimiento de 745 kg/ha var. Negra y 742 kg/ha de la var. Blanca”.

Piñon (2023) menciona que “En Mexico a una altura de 1900 msnm obtuvo un rendimiento de 707.79 kg/ha sin alcanzar los 800 kg/ha a nivel nacional”.

III. METODOLOGIA

3.1 MATERIALES

3.1.1 *Material de oficina*

- Hoja bond A4
- Tableros de madera oficio
- Lapiceros Pilot
- Cuaderno cuadriculado, anillado Justus
- Calculadora científica

3.1.2 *Materiales de campo*

- Lampas rectas con mango de madera, Truper
- Mochilas fumigadoras
- Trampas pegantes contra insectos
- Estacas
- Rafias
- Letreros
- Tijera podadora
- Jarras medidoras de plástico
- Wincha
- Etiquetas

3.1.3 *Bienes*

- Balanza
- Cámara de celular
- Laptop

- Impresora Epson
- pH metro

3.1.4 *Fertilizantes, plaguicidas, fungicidas y similares*

- Biol a base de residuos de pescado
- Sulfato de amonio
- Fosfato diamonico
- Sulfato de potasio
- Glifosato granulado
- Vitavax 300

3.1.5 *Contratación de servicios*

- Pasajes
- Alquiler de tractor para el arado
- Alquiler de tractor para el surcado
- Jornales
- Anillado

3.1.6 *Material biológico*

- Semillas de chía

3.2 LOCALIZACION

La investigación se realizó en el fundo "Concepción", localizado en Cascajal Izquierdo - La Mora, dentro de la cuenca del Santa, en la región Ancash, específicamente en el distrito Chimbote. Este fundo se caracteriza por sus coordenadas geográficas de latitud $8^{\circ}56'30.83''$ S y longitud $78^{\circ}31'57.29''$ O, con una altitud de 122 m.s.n.m.

Figura 2:

Ubicación del área experimental



3.3 CARACTERÍSTICA DEL CLIMA

La zona de Cascajal La Mora presento las siguientes temperaturas:

Tabla 3:

Temperaturas promedio del año 2023 y 2024 en Cascajal -La Mora

Año	Meses	T° Diurna	T° Nocturna
2023	Noviembre	21 – 22°C	11 - 19°C
	Diciembre	21 - 26°C	11- 21°C
2024	Enero	23- 27°C	11 -23°C
	Febrero	24 - 28°C	21 - 23°C

FUENTE: ACCUWEATHER, 2023.

3.4 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

a. Unidad experimental

- Ancho: 5 m
- Largo: 8 m
- Área: 40 m²
- Número de unidades experimentales: 12
- Separación entre unidades experimentales: 0.5 m

b. Bloques

- Ancho: 8 m
- Largo: 15 m
- Área: 120 m²
- Distancia entre bloques: 0.5 m

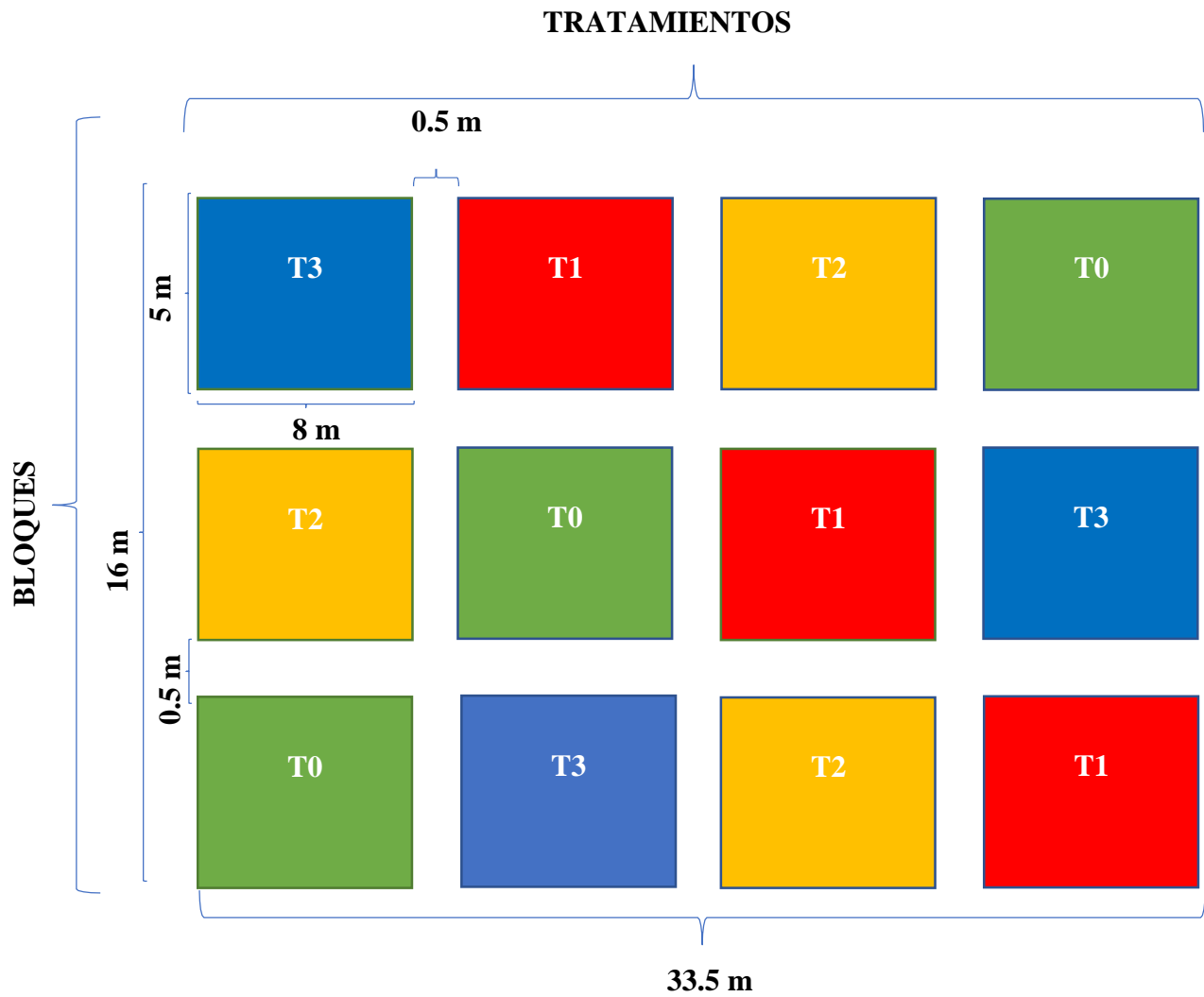
c. Área total del experimento

- Ancho: 16 m
- Largo: 33.5 m
- Área total: 536 m²
- Área neta: 480 m²

d. Croquis del diseño experimental

Figura 3:

Croquis del diseño experimental.



3.5 METODOS

3.5.1 Población y muestra

- **Población**

La población estuvo constituida por 11520 plantas de chia (*Salvia hispanica L.*)

- **Muestra**

Para la muestra se realizó una selección aleatoria de 20 plantas, tomadas de los surcos centrales de cada unidad experimental.

3.5.2 Variables y tratamiento

- **Variable independiente**

Biofertilizante a base de residuo pescado y fertilizantes sintéticos aplicados a todos los tratamientos incluidos al testigo: Sulfato de amonio, Fosfato diamónico, Sulfato de potasio.

- **Variable dependiente**

Rendimiento: Altura de planta, longitud de panoja y peso seco de grano/m² de cada tratamiento.

3.5.3 Tratamientos

Los tratamientos de la investigación se muestran en la tabla 4, donde se describe cada tratamiento y las dosis del biofertilizante a base de residuos de pescado que fueron aplicados vía foliar y cada uno con 3 repeticiones. Además de ello, se muestran sus aportes nutricionales del biofertilizante de pescado y los fertilizantes sintéticos que fueron aplicados a todos los tratamientos incluido al testigo.

Tabla 4:

Descripción de los tratamientos y su aporte nutricional del biofertilizante y fertilización sintética.

Tratamientos	Dosis de biofertilizante / cilindro/ha	Aporte nutricional (g) biofertilizante			Aporte nutricional (kg/ha) fertilización sintética		
		N	P	K	N	P	K
		T₀	Testigo	0	0	0	
T₁	5 L/ cilindro	105	22.42	1.76	103.5	23	50
T₂	10 L / cilindro	210	44.84	3.53			
T₃	25 L / cilindro	525	112.1	8.82			

3.5.4 Categorización de la variable de estudio

La categorización de la variable dependiente del estudio rendimiento se describe en la tabla 5.

Tabla 5

Categorización de la variable rendimiento

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Técnicas e instrumentos
Rendimiento (Dependiente)	Es una medición del rendimiento por hectarea de un cultivo determinado.	Consiste en la evaluación de altura y numero de inflorescencia durante el desarrollo vegetativo y peso seco de grano/m ² después de la cosecha	Planta, panoja y grano	Altura de planta	cm	Medir manualmente con wincha.
				Longitud de panoja	cm	Medir manualmente con wincha
				Peso seco de grano/m ²	g	Pesado manual con balanza

La categorización de la variable dependiente del estudio biofertilizante se describe en la tabla 6.

Tabla 6

Categorización de la variable biofertilizante

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Técnicas e instrumentos
Biofertilizante (Independiente)	Es un producto obtenido a base de residuos de pescado.	Es la sustancia que brinda un complejo de nutrientes importantes como N:2.1%, P:352.9 ppm y K:4484ppm, además que contiene micronutrientes especificados en el análisis (Anexo 24) para un buen desarrollo de la planta.	Biofertilizante líquido a base de residuos de pescado.	Dosis	5 litros/cilindro	Medida volumétrica – Jarra medidora
		10 litros/cilindro				
					25 litros/cilindro	

3.5.5 Procedimientos del manejo del cultivo

a. Preparación de terreno

Después de aplicar un riego por inundación durante un período de 24 horas en la totalidad del área experimental, se procedió a arrendar un tractor agrícola equipado con un arado de discos. Esta acción tuvo como objetivo voltear el suelo, generando las condiciones óptimas para un lecho de siembra bien aireado y manejable. Luego de haber realizado dicha actividad se llevó a cabo el surcado de 0.8 m entre surco (*Anexo 7*). Como continuación de este proceso, se llevó a cabo un segundo riego por inundación con el propósito de estimular la germinación de las malezas presentes en el área (*Anexo 8*). En esta etapa, se aplicaron 48 g de glifosato en forma granulada y 48 ml de amina disueltos en 9.6 litros de agua, con el fin de controlar eficazmente la proliferación de estas plantas no deseadas (*Anexo 9*).

b. Delimitación del área experimental

Se procedió a establecer los límites de cada unidad experimental mediante la colocación de estacas, rafia y letreros identificativos. Estas unidades estaban diseñadas con una superficie de 40 m² cada unidad experimental, permitiendo así una adecuada delimitación y distinción entre ellas (*Anexo 10*).

c. Siembra

Las semillas de la variedad negra fueron adquiridas del agricultor Marcial Valverde de la zona de Cascajal Izquierdo - La Mora, sometidas a un proceso de desinfección utilizando Vitavax 300, a una dosis de 2 a 3 gr/kg de semilla (*Anexo 11*). La siembra se llevó a cabo de manera mecanizada utilizando el método de chorro continuo mediante una sembradora, en las 12 unidades

experimentales. Se estableció una distancia de 0.80 metros entre surcos y una profundidad de siembra de 3 centímetros en una sola hilera en las 12 unidades experimentales (*Anexo 12*).

d. Fertilización

Se consideraron las prácticas de fertilización específicas para la zona, lo cual influyó en la aplicación tanto en los tratamientos como en el grupo de control. Esta aplicación se dividió en dos fases, utilizando Sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$), fosfato diamónico ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$) y sulfato de potasio ($(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$) como fertilizante sintético. La primera fase tuvo lugar a los 15 días después de la siembra, suministrando únicamente 6 sacos de sulfato de amonio que aporta 63 kg/ha N, seguida por una segunda aplicación a los 40 días (aporque) después de la siembra, proporcionando una mezcla de 3 sacos de sulfato de amonio, 1 saco de fosfato diamónico, 2 sacos de sulfato de amonio, los cuales aportaron 40.5 kg N, 23 kg/ha P y 50 kg/ha K. La cantidad total de NPK aplicada durante todo el ciclo fenológico fue de 103.5-23-50 (*Anexo 13*).

e. Riego

El riego se llevó a cabo por gravedad, adaptándose a las demandas del cultivo. Durante la siembra, se realizaron dos riegos intensivos con el propósito de gestionar adecuadamente el agua en el área experimental. El primer riego se empleó para estimular la germinación de las malezas, mientras que el segundo se destinó a alcanzar la capacidad de retención de agua óptima en el suelo, garantizando así una germinación uniforme de las semillas. Posterior a eso para el desarrollo vegetativo el riego se hizo 1 vez por semana, considerando el incremento en el consumo de agua del cultivo durante las etapas de floración y cuajado, se programaron riegos dos veces por semana. Durante la fase de madurez del pseudograno se ajustó el riego, es decir se realizó un agoste hasta la cosecha (*Anexo 14*).

f. Aporque

A los 40 días después de la siembra, se llevó a cabo esta labor agronómica con el objetivo de promover un mayor desarrollo radicular y realizar la segunda aplicación de fertilizantes (*Anexo 15*).

g. Obtención del biofertilizante

El biofertilizante a base de residuos de pescado fue obtenido a través de la empresa TASA, quienes producen este producto, ayudando a transformar de manera sostenible para ser utilizado en la agricultura (*Anexo 16*).

h. Aplicación de biofertilizante a base de pescado

Para los tratamientos T1, T2 y T3, se programó la aplicación del biofertilizante en tres momentos determinados durante el desarrollo del cultivo, estos fueron a los 20, 50 y 80 DDS, respectivamente. Se administraron dosis diferenciadas de biofertilizante, siendo 5 L/cilindro para T1, 10 L/cilindro para T2 y 25 L/cilindro para T3. Estas aplicaciones proporcionaron distintas cantidades de nutrientes al suelo. Por ejemplo, con la aplicación de 5 L, se incorporaron 105 g de N, 22.42 g de P y 1.76 g de K. Con la dosis de 10 L, se aportaron 210 g de N, 44.84 g de P y 3.53g de K, y con la dosis de 25 L, se incorporaron 525g de N, 112.10g de P y 8.82 g de K (*Anexo 17*).

i. Control de malezas

El control de malezas se realizó en dos oportunidades, el primer control se dio a las 24 horas luego del riego machaco donde se aplicó 1kg/cil de EMBATE (glifosato) más 200 ml/cil de AMINASIL, luego la segunda aplicación se dio a los 30 días después de la siembra donde se repitió los mismos productos, Glifosato a dosis de 1 Kg/cil más amina a una dosis de 200 ml/cil, ver (*Anexo 18*).

j. Manejo integrado de plagas y/o enfermedades

Durante la etapa de floración, se llevó a cabo una aplicación de plaguicidas. Para ello, se utilizó TORMENTA 240 SC a una dosis de 220 ml/cilindro para combatir *Spodopteras*, junto con LANNACROP 90 SP, aplicando 2 sobres para controlar los gusanos comedores de follaje. Además, se empleó el adherente STICK P4 a una dosis de 100 ml/cilindro, con el propósito de mejorar la adhesión de los plaguicidas a las hojas (*Anexo 19*).

k. Cosecha y selección de muestra

La recolección se efectuó manualmente cuando el cultivo alcanzó la madurez en las 12 unidades experimentales. Se utilizó una tijera de poda para segar las plantas, y luego se dejaron las muestras al aire libre para un secado adecuado, lo que facilitó el desprendimiento óptimo de los granos. Una vez completado el proceso de secado, se llevó a cabo el desgranado mediante el frotado manual. Finalmente, se pesaron los granos con una balanza para obtener la cantidad precisa de la cosecha (*Anexo 20*).

3.6 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.6.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a. La altura de planta

En esta evaluación, se empleó una cinta métrica para realizar mediciones en intervalos de 30, 60 y 90 DDS. Se seleccionaron aleatoriamente 20 plantas como muestra representativa de cada unidad experimental (*Anexo 21*), y los resultados obtenidos se registraron en una cartilla.

b. La longitud de panoja

En el proceso de evaluación, se empleó una cinta métrica para llevar a cabo mediciones específicas a los 50 y 70 días posteriores a la siembra del cultivo de chífa. Se seleccionaron al azar 20 plantas como muestra representativa de cada unidad experimental (*Anexo 22*). Los resultados obtenidos de estas mediciones se registraron digitalmente en una cartilla.

c. El peso seco de grano/m²

Para este parámetro específico, se optó por emplear una balanza, la evaluación se programó para llevarse a cabo después de 160 días desde la siembra, momento en el que se espera que el cultivo haya alcanzado su pleno desarrollo y madurez. Se decidió tomar una muestra representativa de 2 metros lineales de cada unidad experimental para garantizar la representatividad de los resultados. Después de segar el área seleccionada y realizar el proceso de oreo y desgranado, se procedió a empacar los granos para su posterior pesaje (*Anexo 23*). La información recopilada se registró en una cartilla, lo que facilitará el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos.

3.6.2 *Diseño experimental*

Para este experimento, se empleó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), el cual constaba de tres tratamientos y un testigo, con tres repeticiones para cada dosis de biofertilizante. La unidad experimental estuvo conformada por 6 surcos de dimensiones 8 m x 0.8 m, totalizando así 72 surcos utilizados en el estudio. Posteriormente, los datos obtenidos para cada parámetro de evaluación fueron procesados mediante el software de análisis estadístico SPSS 29. Estos datos fueron sometidos a análisis de varianza y a la prueba de comparación de medias múltiples de Tukey, con un nivel de significancia (α) establecido en 0.05, para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos estudiados.

Modelo estadístico lineal

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

Dónde:

Y_{ijk} : Es la respuesta en la k-ésima repetición o bloque en la que se usó la j-ésima dosis del biofertilizante a base de residuos pescado sujeto al i-ésimo rendimiento del cultivo de chíá.

μ : Efecto de media general.

α_i : Efecto de la i-ésima dosis del biofertilizante a base de residuos de pescado.

β_j : Efecto del j-ésimo de rendimiento del cultivo de chíá.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción entre la i-ésima dosis de biofertilizante con el j-ésimo rendimiento del cultivo de chíá.

γ_k : Efecto del k-ésimo bloque o repetición

ε_{ijk} : Efecto aleatorio del error experimental de la observación Y_{ijk}

Para:

i: 1 a 3 dosis del biofertilizante a base de residuo pescado

j: 1 a 2 rendimiento del cultivo de chíá

k: 1 a 3 bloques o repeticiones

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 RESULTADOS

4.1.1 *Altura de planta (cm) a los 30 días después de la siembra*

La evaluación de la altura de planta se dio a los 30 DDS, los resultados de la primera evaluación se detallan en la Ficha de evaluación de las alturas (*Anexo I*).

Tabla 7:

Valores promedios de altura de planta (cm) a los 30 DDS

Bloque	Tratamientos				Promedio
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
I	11.00	12.17	13.15	14.08	12.60
II	11.85	12.88	13.05	16.63	13.60
III	9.48	12.35	12.48	11.60	11.48
Promedio	10.78	12.46	12.89	14.10	

Para calcular la altura promedio de las plantas a los 30 DDS, inicialmente se realizó la suma de las mediciones obtenidas en las 20 evaluaciones realizadas. Luego, este total fue dividido entre 20 para determinar el promedio. Se observó que el bloque II - T₃ mostró una altura superior al resto de las unidades experimentales.

Tabla 8:*Análisis de varianza para la altura de planta (cm) a los 30 DDS*

Origen	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	17.046	3	5.682	4.851	.048
Bloque	9.041	2	4.520	3.860	.084
Error	7.027	6	1.171		
TOTAL	33.114	11			

En la Tabla 8, se proporciona el valor de la estadística F, el cual fue calculado como 4.851. Este valor resultó en un nivel de significancia (ρ) de 0.048, que es menor que el nivel de significancia establecido de 0.05. Por lo tanto, se concluye que los tratamientos tienen un efecto estadísticamente significativo a los 30 DDS de la altura del cultivo de chía (*Salvia hispánica L.*). Esto indica que los resultados son heterogéneos entre los tratamientos. Para determinar cuál tratamiento es el mejor, se llevó a cabo una prueba de comparación múltiple de medias, específicamente la prueba de Tukey.

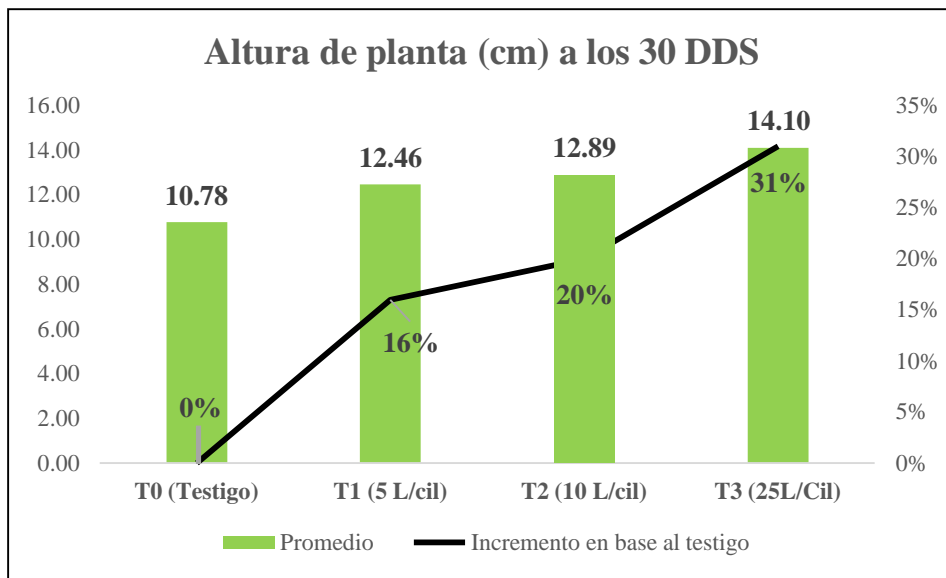
Tabla 9:*Prueba de Tukey entre tratamientos de altura de planta (cm) a los 30 DDS*

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T ₀	3	10.7767 a	
T ₁	3	12.4667 a	12.4667 ab
T ₂	3	12.8933 a	12.8933 ab
T ₃	3		14.1033 b
Sig.		.178	.337

En la Tabla 9, los resultados de la prueba de Tukey indican que el tratamiento más efectivo fue el T₃, con una aplicación de 25 L/Cil de biofertilizante a base de residuos de pescado, obteniendo una altura media de 14.10 cm a los 30 días después de la siembra (DDS). Seguido del tratamiento T₂ (10L/Cil de biofertilizante a base de residuos de pescado) y T₁ (5L/Cil de biofertilizante a base de residuos de pescado) con alturas medias de 12.89 cm y 12.47 cm, respectivamente. Estos dos últimos tratamientos mostraron una similitud en sus efectos. Por otro lado, el T₀ (testigo) presentó la altura más baja en comparación con los demás tratamientos, registrando 10.78 cm.

Figura 4

Promedio y porcentaje de incremento de la altura de planta (cm) a los 30 DDS



En la figura 4, se observó que el tratamiento que presento un mayor efecto en la altura de planta a los 30 DDS, fue el T₃ (25L/cil de biofertilizante a base de residuos de pescado), obteniendo un promedio de 14.10 cm de altura, logrando un 31% de incremento con respecto al T₀ (Testigo) que tuvo una altura de 10.78 cm.

4.1.2 *Altura de planta (cm) a los 60 días después de la siembra*

La evaluación de la altura de planta (cm) se dio a los 60 DDS, los resultados de la segunda evaluación se detallan en la Ficha de evaluación de las alturas (*Anexo 2*).

Tabla 10:

Valores promedios de altura de planta (cm) a los 60 DDS

Bloques	Tratamientos				Promedio
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
I	89.25	104.63	95.80	102.98	98.16
II	100.95	93.05	100.10	99.71	98.45
III	81.75	81.19	91.92	94.00	87.21
Promedio	90.65	92.95	95.94	98.89	

Para calcular la altura promedio de las plantas a los 60 DDS, primero se llevó a cabo la suma de las alturas obtenidas en las 20 evaluaciones realizadas. Este resultado inicial se dividió entre 20 para calcular los promedios. Se observó que el bloque I - T₃ mostró mejores resultados que los demás.

Tabla 11:

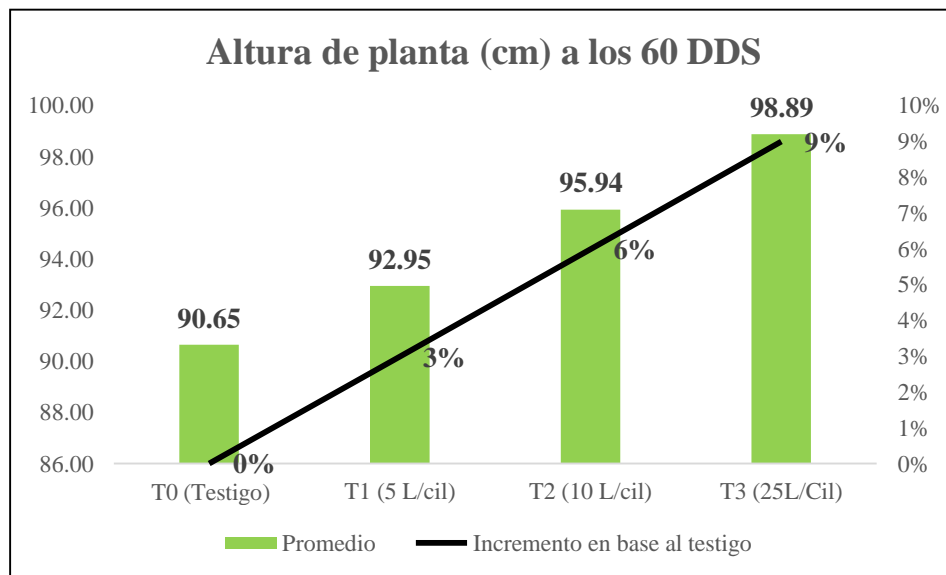
Análisis de varianza para la altura de planta (cm) a los 60 DDS

Origen	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	115.679	3	38.560	1.110	.416
Bloque	328.355	2	164.178	4.726	.059
Error	208.433	6	34.739		
TOTAL	652.467	11			

Según los datos presentados en la Tabla 11, el valor de F obtenido fue de 1.110, lo que resultó en un nivel de significancia de $\rho=0.416$, siendo este valor mayor que 0.05. Por lo tanto, no se observó un efecto estadísticamente significativo de los tratamientos en la segunda evaluación de la altura del cultivo de chía (*Salvia hispánica L.*). Esto indica que los resultados de los tratamientos son consistentes entre sí, y no fue necesario realizar la comparación múltiple de Tukey debido a la homogeneidad de los datos.

Figura 5

Promedio y porcentaje de incremento de la altura de planta (cm) a los 60 DDS



En la figura 5, se observa que el tratamiento que presento un mayor efecto en la altura de planta a los 60 DDS, fue el T₃ (25L/cil de biofertilizante a base de residuos de pescado), obteniendo un promedio de 98.90 cm de altura, logrando un 9% de incremento con respecto al T₀ (Testigo) que tuvo una altura de 90.65 cm.

4.1.3 Altura de planta (cm) a los 90 días después de la siembra

La evaluación de la altura de planta se dio a los 90 DDS, los resultados de la tercera evaluación se detallan en la Ficha de evaluación de las alturas (*Anexo 3*).

Tabla 12:

Valores promedios de altura de planta (cm) a los 90 DDS

Bloques	Tratamientos				Promedio
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
I	114.15	120.20	127.45	130.45	123.06
II	112.70	119.55	126.70	118.10	119.26
III	101.50	102.00	108.10	112.00	105.90
Promedio	109.45	113.92	120.75	120.18	

Para calcular la altura promedio de las plantas a los 90 DDS, se comenzó sumando todas las mediciones obtenidas de las 20 evaluaciones realizadas. Luego, este total se dividió entre 20 para calcular los promedios. De esta manera, se pudo observar que el bloque I - T₃ mostró resultados superiores en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 13:*Análisis de varianza para la altura de planta (cm) a los 90 DDS*

Origen	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	261.849	3	87.283	6.887	.023
Bloque	650.064	2	325.032	25.647	.001
Error	76.040	6	12.673		
TOTAL	987.953	11			

Según los datos proporcionados en la Tabla 13, el valor de F obtenido fue de 6.887, lo que resultó en un nivel de significancia de $p=0.023$, siendo este valor menor que 0.05. Esto indica que los tratamientos tienen un efecto estadísticamente significativo a los 90 DDS de la altura de la planta de chía (*Salvia hispánica L.*), lo que sugiere que los resultados son heterogéneos. Para determinar el tratamiento óptimo, se llevó a cabo una prueba de comparación múltiple de medias, cuyos resultados se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14:*Prueba de Tukey entre tratamientos de altura de planta (cm) a los 90 DDS*

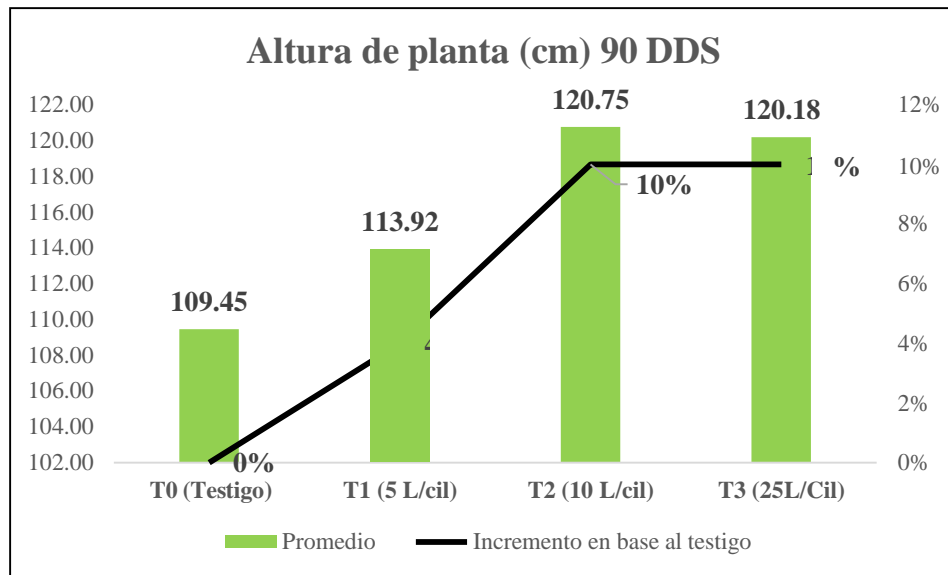
Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T ₀	3	109.4500 a	
T ₁	3	113.9167 ab	113.9167 ab
T ₃	3		120.1833 b
T ₂	3		120.7500 b
Sig.		.474	.188

En la Tabla 14, los resultados de la prueba de Tukey indican que los tratamientos con mejores resultados fueron T₂ (10L/Cil de biofertilizante a base de residuos de pescado) y T₃ (25L/Cil de

biofertilizante a base de residuos de pescado), con alturas medias de 120.75 cm y 120.18 cm, respectivamente, a los 90 días después de la siembra (DDS). Le siguen los tratamientos T₁ (5L/Cil de biofertilizante a base de residuos de pescado) y T₀ (Testigo), con alturas medias de 113.92 cm y 109.45 cm, respectivamente.

Figura 6:

Promedio y porcentaje de incremento de la altura de planta (cm) a los 90 DDS



En la figura 6, se observa que el tratamiento que presento un mayor efecto en la altura de planta a los 90 DDS, fue el T₂ (10L/cil de biofertilizante a base de residuos de pescado) seguido del T₃ (25L/Cil de biofertilizante a base de residuos de pescado), donde se obtuvieron promedios de 120.75cm y 120.18 cm de altura respectivamente, logrando un 10% de incremento con respecto al T₀ (Testigo) que tuvo una altura de 109.45 cm.

4.1.4 Longitud de la panoja (cm) a los 50 días después de la siembra

La evaluación de la longitud de la panoja fue a los 50 DDS, los resultados de la primera evaluación se detallan en la Ficha de evaluación de la longitud de panoja (Anexo 4).

Tabla 15:

Valores promedios de longitud de panoja (cm) a los 50 DDS

Bloque	Tratamientos				Promedio
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
I	2.43	4.35	3.31	4.20	3.57
II	2.51	3.21	3.63	3.53	3.22
III	3.07	3.29	3.18	3.30	3.21
Promedio	2.67	3.62	3.37	3.67	

Al calcular el promedio de la longitud de la panoja a los 50 DDS, se llevó a cabo la suma de todas las mediciones obtenidas en las 20 evaluaciones realizadas. Este total se dividió entre 20 para obtener los promedios respectivos. Los resultados mostraron que en el bloque I, los tratamientos T₃ y T₁ destacaron con longitudes de panoja de 3.67 cm y 3.62 cm respectivamente.

Tabla 16:

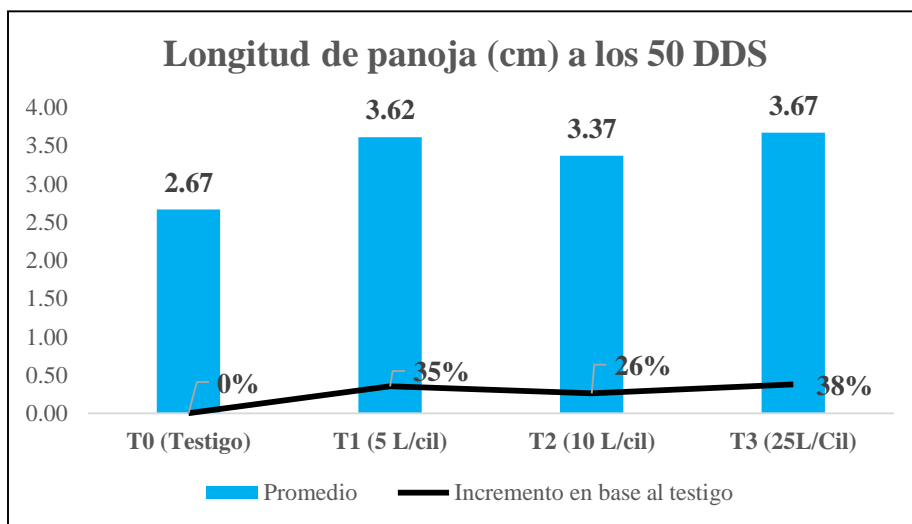
Análisis de varianza para la longitud de panoja (cm) a los 50 DDS

Origen	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	1.919	3	.640	3.055	.113
Bloque	.341	2	.171	.814	.487
Error	1.257	6	.209		
TOTAL	6.586	11			

Los datos presentados en la Tabla 16 indican que el valor de F obtenido fue de 3.055, y el nivel de significancia (ρ) asociado fue de 0.113, el cual es mayor que 0.05. Esto sugiere que los tratamientos no muestran un efecto estadísticamente significativo a los 50 DDS de la longitud de la panoja de chíca (*Salvia hispánica L.*). En términos agronómicos, esto implica que los resultados de los tratamientos son homogéneos y no hay diferencias significativas entre ellos en cuanto a la longitud de la panoja en esta etapa de evaluación. Por lo tanto, no se considera necesario realizar la comparación múltiple de Tukey para esta variable en particular.

Figura 7:

Promedio y porcentaje de incremento de la longitud de panoja (cm) a los 50 DDS



En la figura 7, se observa que el tratamiento que presentó un mayor efecto en la longitud de panoja a los 50 DDS, fue el T₃ (25L/cil de biofertilizante a base de residuos de pescado), obteniendo un promedio de 3.67 cm, logrando un 38% de incremento con respecto al T₀ (Testigo) que tuvo un promedio de 2.67 cm.

4.1.5 Longitud de panoja (cm) a los 70 días después de la siembra

La evaluación de la longitud de la panoja fue a los 70 DDS, los resultados de la segunda evaluación se detallan en la Ficha de evaluación de la longitud de panoja (*Anexo 5*).

Tabla 17:

Valores promedios de longitud de panoja (cm) a los 70 DDS

Bloques	Tratamientos				Promedio
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
I	16.74	21.67	22.91	25.31	21.65
II	16.91	22.08	19.47	23.19	20.41
III	16.23	16.54	19.03	23.43	18.81
Promedio	16.62	20.10	20.47	23.97	

En la determinación del promedio de la longitud de panoja a los 70 DDS, se inició con el cálculo de la suma total de las mediciones realizadas en las 20 evaluaciones. Esta suma se dividió luego entre 20 para obtener el promedio respectivo. Se observó claramente que el bloque I-T₃ destacó notablemente en comparación con los otros tratamientos, mostrando un rendimiento significativamente superior.

Tabla 18:

Análisis de varianza para la longitud de panoja (cm) a los 70 DDS.

Origen	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	81.244	3	27.081	11.053	.007
Bloque	16.331	2	8.166	3.333	.106
Error	14.701	6	2.450		
TOTAL	112.276	11			

En la Tabla 18, se proporciona el valor de la estadística F, el cual fue calculado como 27.081. Este valor resultó en un nivel de significancia (ρ) de 0.007, que es menor que el nivel de significancia establecido de 0.05. Por lo tanto, podemos concluir que los tratamientos tienen un efecto estadísticamente significativo a los 70 DDS de la longitud de la panoja del cultivo de chíá (*Salvia hispánica L.*). Esto indica que los resultados son heterogéneos entre los tratamientos. Para determinar cuál tratamiento es el mejor, se llevó a cabo una prueba de comparación múltiple de medias, específicamente la prueba de Tukey.

Tabla 19:

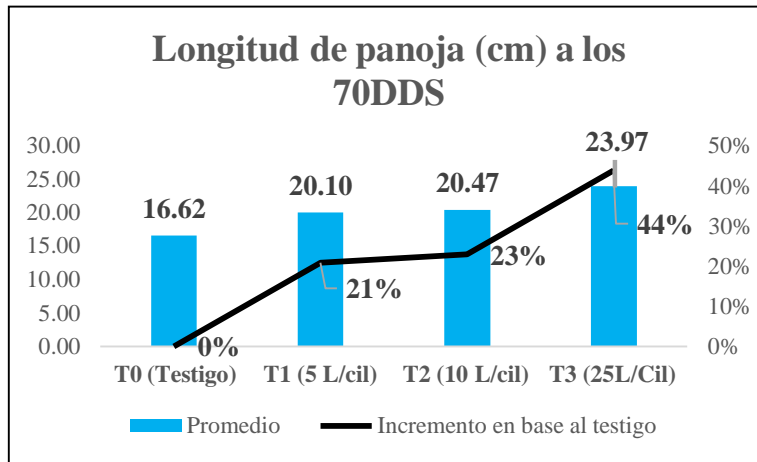
Prueba de Tukey entre tratamientos de longitud de panoja (cm) a los 70 DDS

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T ₀	3	16.6267 a	
T ₁	3	20.0967 ab	20.0967 ab
T ₂	3	20.4700 ab	20.4700 ab
T ₃	3		23.9767 b
Sig.		.085	.082

En la Tabla 19, los resultados de la prueba de Tukey indican que el tratamiento más efectivo fue el T₃ (25L/Cil de biofertilizante a base de residuos de pescado), con una longitud promedio de panoja de 23.98 cm. Además, se observó que los tratamientos T₂ y T₁ mostraron medias similares entre sí, pero diferentes al tratamiento T₃, con longitudes promedio de 20.47 cm y 20.10 cm, respectivamente. Por otro lado, el tratamiento T₀ (Testigo) registró la menor longitud promedio de panoja, con 16.63 cm, en comparación con los otros tratamientos.

Figura 8:

Promedio y porcentaje de incremento de longitud de panoja (cm) a los 70 DDS



En la figura 8, se observa que el tratamiento que presentó un mayor efecto en la longitud de panoja a los 70 DDS, fue el T₃ (25L/cil de biofertilizante a base de residuos de pescado), obteniendo un promedio de 23.97 cm, logrando un 44% de incremento con respecto al T₀ (Testigo) que tuvo un promedio de 16.62 cm.

4.1.6 Peso seco de grano/m²

Los resultados del peso seco de grano/m² se detallan en la Ficha de evaluación de la longitud de panoja (Anexo 6).

Tabla 20:

Valores promedios peso (Kg) después del cegado.

Bloque	Tratamientos				Promedio
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
I	1116	1230	1374	1554	1318.50
II	1080	1266	1698	1278	1330.50
III	1014	1260	1740	1368	1345.50
Promedio	1070	1252	1604	1400	

Para obtener el promedio de peso seco de grano/m² del cultivo, se procedió inicialmente a convertir los datos obtenidos en cada unidad experimental a unidades de kilogramos por hectárea, tal como se detalla en la Tabla 18. Este paso permitió realizar análisis estadísticos más precisos de los tratamientos individuales, lo que a su vez facilitó la identificación de posibles disparidades significativas entre ellos. En este contexto, se destacó que el bloque III-T₂ exhibió un rendimiento sobresaliente en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 21:

Análisis de varianza para el peso (kg) luego de 10 días de cegado

Origen	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	460953.000	3	153651.000	7.406	.019
Bloque	1464.000	2	732.000	.035	.966
Error	124488.000	6	20748.000		
TOTAL	586905.000	11			

En la Tabla 21, se indica un valor de la estadística F de 153651, el cual se ha obtenido con un nivel de significancia (ρ) de 0.019, inferior al umbral de 0.05 establecido para considerar la significancia estadística. Por consiguiente, se confirma que los tratamientos ejercen un efecto estadísticamente significativo en el rendimiento del cultivo de chía (*Salvia hispánica L.*). Este hallazgo sugiere una heterogeneidad de resultados entre los tratamientos evaluados. Con el propósito de identificar el tratamiento más efectivo, se procedió a realizar una prueba de comparación múltiple de medias, específicamente la prueba de Tukey. Los resultados de esta prueba se detallan en la Tabla 22.

Tabla 22:

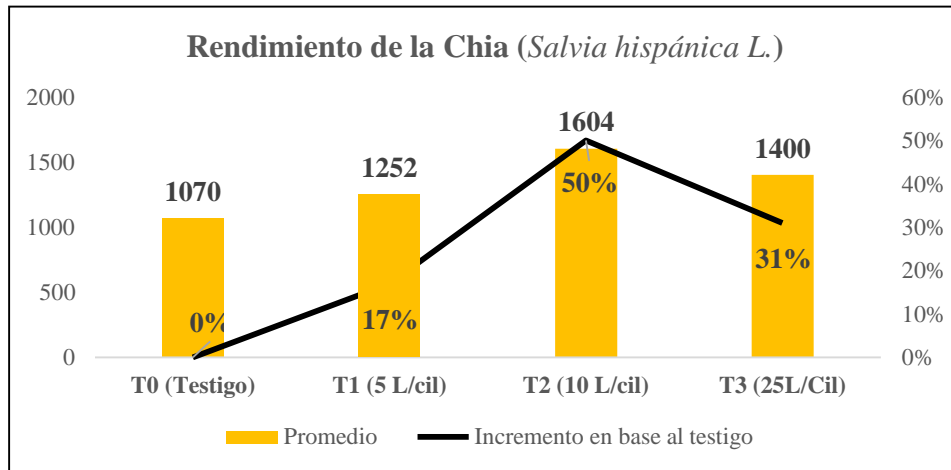
Prueba de Tukey entre tratamientos para el rendimiento (kg).

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T ₀	3	1070.00 a	
T ₁	3	1252.00 ab	1252.00 ab
T ₃	3	1400.00 ab	1400.00 ab
T ₂	3		1604.00 b
Sig.		.109	.087

En la Tabla 22, los resultados de la prueba Tukey revelan que el tratamiento T₂ (10 L/Cil) exhibe el rendimiento más alto, con un promedio de 1604 kg/ha. Le sigue el T₃ (25 L/Cil) con un promedio de 1400 kg/ha, y luego el T₁ (5 L/Cil) con un promedio de 1252 kg/ha. Por último, T₀ (Testigo) registró el rendimiento más bajo, con un promedio inferior a 1070 kg/ha.

Figura 9:

Promedio y porcentaje de peso seco de grano/m² del cultivo de Chia



En la figura 9, se observa que el tratamiento que presentó un mayor efecto en el peso seco de grano/m² del cultivo de chia, fue el T₂ (10L/cil de biofertilizante a base de residuos de pescado),

donde se obtuvo un promedio de 1604 kg/ha, logrando un 50% de incremento con respecto al T₀ (Testigo) que tuvo un promedio de 1070kg/ha.

4.2 DISCUSIÓN

- En la tabla 9 se observó que el mejor tratamiento fue T₃ (25L/cil de biofertilizante de residuos de pescado) con un promedio 14.10 cm de altura a los 30 DDS, demostrando un incremento del 31% en base al testigo y en la tabla 14 a los 90 DDS el T₂ (10 L/cil) obtuvo un promedio de 120.75 cm de altura con un incremento del 10 %, reforzando a Krieger et al. (2017) el cual demostró que aplicando un tratamiento con biofertilizante más el fertilizante orgánico se obtiene un incremento del 20% con respecto a la altura de la planta en las primeras etapas (30 días).
- En la tabla 19 el T₃ (25 L/cil) a los 70 DDS se obtuvo una longitud de panoja promedio de 23.97 cm, a partir de estos resultados se coincidió con Chanduvi et al. (2023) el cual asevera que los biofertilizantes poseen la capacidad de estimular la elongación celular, Además de ello menciono que es importante su aplicación en el inicio de la floración, lo que dara como resultado en un incremento en la longitud de la panoja, así mismo, Garcete y Oroa (2023) ratifican en sus resultados obtenidos (34.23 cm) que aplicando biofertilizantes se obtiene mayor longitud de panoja.

- La variedad Negra de Chía logró un rendimiento promedio de 1604 Kg/Ha, alcanzado mediante la aplicación de T₂ (10 L/cil), superando significativamente las cifras reportadas por Manzaneda (2015), quien menciona un rendimiento promedio de 745 kg/ha para la misma variedad de chía. Estos resultados discrepan con las afirmaciones de Valderrama (2017), quien sostiene que dosis más altas, T₃ (75-75-50 L/ha) son necesarias para lograr rendimientos de 1052.44 kg/ha en el cultivo de chía. Por último, es importante destacar que los resultados obtenidos en esta investigación divergen de las conclusiones de Camacho (2020), quien sugiere que el rendimiento óptimo del cultivo de chía se relaciona con una mayor altura de planta. A pesar de que el tratamiento T₃ mostró una altura de planta superior, su rendimiento fue inferior en comparación con el tratamiento T₂ (10 L/Cil). Esto indica que otros factores están ejerciendo influencia en la productividad del cultivo de chía en nuestro contexto.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se comparó la altura de planta del cultivo de chia a los 30, 60 Y 90 días después de la siembra (DDS) encontrándose que los mejores tratamientos fueron el T₃ (25 L/cil de biofertilizante a base de residuos de pescado) a los 30 DDS y el T₂ (10 L/cil de biofertilizante a base de residuos de pescado) a los 90 DDS con promedios 14.10 cm y 120.75 cm respectivamente.
- Se determinó la longitud de la panoja del cultivo de chia a los 50 y 70 días después de la siembra (DDS), donde el T₃ (25L/cil de biofertilizante a base de residuos de pescado) fue el que mejores resultados evidenció a los 70 DDS, con un promedio de 23.97 cm.
- Se identificó que el tratamiento más eficaz para mejorar el rendimiento del cultivo de chíca fue el T₂ (10 L/Cil), que alcanzó un resultado final de 1604 kg/ha. Este rendimiento superó notablemente al grupo de testigo, que solo recibió la fertilización habitual de la zona de Cascajal y produjo 1070 kg/ha. Es importante destacar que este rendimiento también superó el promedio nacional para la variedad Negra de chíca, que se sitúa en 745 kg/ha.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar al cultivo de “chia” *Salvia hispanica L.* biofertilizante a base de residuos de pescado a los 20 y 80 días después de haber sido sembrado el cultivo, esto con la finalidad de obtener un correcto desarrollo vegetativo.
- Recomendamos aplicar biofertilizante a base de residuos de pescado vía foliar a los 50 días después de la siembra para complementar la nutrición edáfica y así mejorar la longitud de las panojas del cultivo de chia.
- Recomendamos aplicar dosis de 10 L/cil de biofertilizante a base de residuos de pescado al cultivo de chia para mejorar el rendimiento.
- Asimismo recomendamos a los agricultores a poder elaborar sus biofertilizantes y así complementar la nutrición de sus cultivos.
- Recomendamos hacer más investigación a los alumnos de la escuela de ingeniería agrónoma de la Universidad Nacional del Santa respecto a los biofertilizantes a base de residuos de pescado en otros cultivos.
- Recomendamos a la municipalidad provincial del Santa a que trabaje en la transformación de los restos de pescado de los mercados en biofertilizantes y así mitigar el impacto negativo que estos restos presentan para la población.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Afanador Barajas, L. N. (2017). Biofertilizantes: Conceptos, beneficios y su aplicación en Colombia. *Ingeciencia*, 2(1), 65 - 76 . Obtenido de https://editorial.ucentral.edu.co/ojs_uc/index.php/Ingeciencia/article/view/2353
- Antiquipa, R. (2018). EXCLUSIÓN DE NUTRIENTES EN LA FASE VEGETATIVA DEL CULTIVO DE CHIA (*Salvia hispánica L.*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO”. *Repositorio Institucional Agraria la Molina*. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3578>
- Armenta Bojorquez , A., García Gutiérrez, C., Camacho Báez, R., Apodaca Sánchez, M., Montoya, L., & Nava Pérez , E. (2010). Biofertilizante en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai*, 6(1), 51-56. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46112896007.pdf>
- Busilacchi, T., Qüesta,, T., & Zuliani , S. (2015). La chíá como una nueva alternativa productiva para la región pampeana. *Agromensajes*, 41, 37-46. Obtenido de <http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/13377/6AM41.pdf?sequence=2>
- Camacho Hernández, E. (2020). Aplicación de diferentes abonos orgánicos para el crecimiento y desarrollo óptimo de *Salvia hispánica L.* en Tochimilco, Puebla. *Universidad Autonoma del Estado de Morales*, 35-36. Obtenido de <https://n9.cl/67359>
- Candelaria, F. M. (2017). Evaluación agronómica del cultivo de chia (*salvia hispánica l.*) con dos densidades de siembra y dos tipos de fertilizante orgánico, en la comunidad de Manzanayoc- Acobamba. *Repositorio Institucional Universidad Nacional de Huancavelica*. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/items/05c1d886-6d1c-4d10-b3e7-20e1bb0ff0d9>

- Capitani, M. (2013). Efecto de la extracción de mucílago sobre las propiedades funcionales de las harinas de Chía. *Aplicación en tecnología de alimentos*. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26984>
- Castañeda Chirre, E. T. (2022). Fertilización ecológica de biol a base residuos pescado para mayor rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.), Barranca 2022. *Repositorio UNJFSC*. Obtenido de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7610>
- Chávez Merino, I. P. (2017). Uso de biol a partir de vísceras de pescado en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en Pampas - Huancavelica 2017. *Repositorio de la Universidad César Vallejo*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16596>
- Di Sapio, O., Bueno, M., Busilacchi, H., & Severin, C. (2012). Chía: importante antioxidante vegetal. *Agromensajes*, 56(24), 11-13. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2133/1249>
- Evagelista Vargas, Y. (2020). Fenología y rendimiento de las variedades de chia (*Salvia hispánica* L.) en el distrito de Monzón Huánuco. *Investigación Agraria*, 2(2), 56-61. doi:<https://doi.org/10.47840/ReInA.2.2.844>
- FAO. (2016). Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias Comisión del Codex Alimentarius. *Codex alimentarius commission.*, 80. Obtenido de <https://acortar.link/5dXKtY>
- FAO. (2022). Bioestimulantes: un recurso estratégico para optimizar la relación nutricional entre suelos y cultivos. *Agromensajes*, 12 - 15. Obtenido de <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1604932/>

- Florez Jalixto, M., Roldan Acero, D., Omote Sibina, J., & Molleda Ordoñez, A. (2021). Biofertilizantes y bioestimulantes para uso agrícola y acuícola: Bioprocesos aplicados a subproductos orgánicos de la industria pesquera. *Scientia Agropecuaria*, 12(4), 635-651. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.067>
- Fresh Fruit. (2021). Perú exportó 492 toneladas de chía en los primeros cuatro meses del año. *Agencia Agraria de Noticias*. Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/peru-exporto-492-toneladas-de-chia-en-los-primeros-cuatro-me-24571>
- González, K., Rodríguez, M., Escalante, J., García, J., Pedraza, M., & Sánchez, J. (2019). Crecimiento y producción de chia (*Salvia hispanica* L.) en función de la irradiación y fertilización orgánica. *Redalyc.org*, 44(6), 340-346. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/339/33960068005/33960068005.pdf>
- Hernandez, J. (2008). Caracterización morfológica de chia (*Salvia hispanica*). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(2), 105-113. Obtenido de <https://doi.org/10.35196/rfm.2008.2.105>
- Ji, Y., Hee, -C., & Luna de Kwang, D. (2021). Análisis discriminante de origen geográfico de semillas de Chía (*Salvia hispanica* L.) utilizando imágenes hiperespectrales. *Science Direct*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103916>
- Krieger, S., Gomez, S., Piquin, E., Curti, R., & Sueldo, E. (2017). Efecto promotor de un biofertilizante en plantas de chía (*Salvia hispanica* L.). *AGROTECNIA*(25), 28. doi:<https://doi.org/10.30972/agr.0252456>
- Manzaneda Delgado, F. (2015). Evaluación de la producción de dos variedades de Chia (*Salvia hispanica* L.), en dos densidades de siembra. *Apthapi*, 1(1), 13-18. Obtenido de <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/125>

- Marino Perez, J. (2017). *Efecto de concentraciones y frecuencias de aplicación del biol en el cultivo de rábano chino (Raphanus sativus l. Var Longipinnatus) en la estación experimental de cota cota-La Paz*. UMSA. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10712/T-2369.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Massa Guzmán, D. P. (2022). Efecto de la aplicación de tres dosis de abonos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.*) distrito de San Juan Bautista del Valle medio de Ica - 2022. Obtenido de <https://repositorio.unica.edu.pe/items/dddaef48-db58-4afa-a12b-84faa07b5d10>
- Miranda, F. (2012). *Guía técnica para el manejo del cultivo de chia (Salvia hispanica) en Nicaragua*. Nicaragua: CECOOPSEMEIN RL.
- Morales Ibarra, M. (2014). Los biofertilizantes. Una alternativa productiva, económica y sustentable. *Estudios Agrarios*, 13(36), 93 - 119. Obtenido de <https://n9.cl/jdss0r>
- Orifici , S., Capitani , M., Tomás , M., & Nolasco , S. (2016). Efecto del método de secado del mucílago de chía (*Salvia hispanica L.*) sobre sus propiedades. *VI Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos 2016* –, (págs. 317 - 324). Cordova, Argentina. Obtenido de <https://acortar.link/r0SvDX>
- Pérez Brandán, J., Curti , R., & Acreché, M. (2019). Etapas fenológicas de crecimiento en chía (*Salvia hispanica L.*) según la escala BBCH. *ciencia horticultura*, 225, 292-297. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.05.043>
- Pimentel Calle, F. (2024). *Estudio de viabilidad económica de la puesta en marcha de una planta de procesos de biofertilizantes de aminoácidos de pescado (anchoveta) aplicando*

- lineamientos del manual básico para dirigir proyectos*. Universidad Europea, Madrid.
Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12880/8231>
- Piñon Acosta, K. (2023). *Evaluación del efecto composta sobre el rendimiento del policultivo amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.)-chia (Salvia hispanica L.) bajo sistema de terrazas en Tochimilco, Puebla, México*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS. FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. Obtenido de <http://www.riaa.uaem.mx/xmlui/handle/20.500.12055/3432?locale-attribute=en>
- Romero Torres, N., & Sandoval Herrera, J. (2024). Biofertilizante a partir de *Chlorella vulgaris*. *Revista Mutis*, 14(1), 1-12. doi:10.21789/22561498.2048
- Roncalla Chacón, T. (2018). *Determinación de Coeficientes de Cultivo (Kc) Para el Cultivo de Chia (Salvia Hispánica L.) por el Método de Lisímetros de Drenaje Libre en la Irrigación Majes*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/8428>
- Saldaña Viera, Y., Vega Trujillo, T., & Vigo Wiesse, G. (2018). Efecto del fertilizante elaborado con vísceras de pescado en la fertilidad del suelo y crecimiento del *Capsicum pubescens*. *Repositorio de la Universidad César Vallejo*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32029>
- Sanchez, I., Fuerte, L., Ravelo, R., & Avila, O. (2022). Estado del arte de los biopreparados por digestión anaerobia como biofertilizantes y bioestimulantes. *Ingeniería Agrícola*, 12(4), 49-62. Obtenido de <https://cu-id.com/2284/v12n4e07>
- Silva Ali, C. (2023). Efecto de frecuencia de aplicación de biol mejorado en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) var. Rosada Taraco. Obtenido de

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_c9d187f90d682e40f400459cf957d3dc

Terán Bobadilla, A. M. (2019). Dosis de Biol en el rendimiento y calidad de *Lactuca sativa* L. var. Capitata Híbrido Iceberg, Trujillo, La Libertad. *Repositorio Universidad Nacional de Trujillo*. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13255>

Torres Zalazar, V., Ayala Aguilera, L., Oviedo de Cristaldo, R., Espínola, V., & Avalos Britez, S. (2014). Efectos de la aplicación de herbicidas en diferentes épocas de siembra en cultivo de chíá *Salvia hispanica* L. *I Congreso Nacional de Ciencias Agrarias*, 45. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Maria-Paredes-24/publication/282859192_Analisis_de_datos_con_INFOSTAT/links/561fa70a08ae93a5c92418ea/Analisis-de-datos-con-INFOSTAT.pdf#page=45

Valderrama Ibañez, G. P. (2017). Efectos de tres dosis de biol en el rendimiento de *Salvia hispanica* L. cv. negra en Viru- La Libertad. *Repositorio Intitucional Universidad Nacional de Trujillo*. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/items/e5a7cf23-7dcb-480c-85ee-387ce820ac4a>

Xingú López, A., González Huerta, A., de la Cruz Torrez, E., Sangerman-Jarquín, D., Orozco de Rosas, G., & Rubí Arriaga, M. (2017). Chíá (*Salvia hispanica* L.) situación actual y tendencias futuras. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(7). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/2631/263153520010/html/#B42>

VII. ANEXOS

ANEXO 1

Evaluación de altura de planta (cm) a los 30 DDS

FICHA DE EVALUACION PARA ALTURA DE PLANTA (30 DDS)												
N° Obs.	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	11.00	15.00	11.00	15.00	10.00	17.00	14.50	15.50	6.00	10.50	11.50	11.00
2	8.50	10.00	10.00	15.50	11.00	16.00	14.00	20.00	10.00	14.50	13.00	10.00
3	9.00	9.50	13.00	16.00	11.00	10.00	15.00	16.00	6.00	15.00	15.00	11.00
4	11.50	21.00	13.00	13.50	13.00	10.50	18.00	15.00	10.50	13.00	10.50	10.00
5	8.50	11.00	16.00	10.00	16.00	12.50	11.50	17.00	12.00	13.00	10.00	13.00
6	14.50	9.00	14.50	15.50	10.00	8.50	15.50	15.00	15.00	17.00	16.00	10.00
7	16.00	12.00	12.00	15.50	10.50	14.50	14.00	15.50	7.00	11.00	11.00	14.00
8	13.00	12.50	9.00	18.00	15.00	8.50	14.50	17.00	8.00	10.00	15.50	14.00
9	12.00	13.30	11.00	20.00	11.00	16.50	13.50	15.00	6.00	11.00	14.00	13.00
10	11.50	15.50	12.00	14.50	11.50	14.00	13.00	21.50	11.50	11.00	17.00	16.00
11	9.50	10.00	12.00	15.00	10.50	12.50	11.00	18.00	10.00	11.00	15.00	10.00
12	13.00	12.00	15.00	14.50	10.50	16.00	10.50	13.00	7.00	13.00	10.00	13.00
13	11.00	12.00	18.00	12.00	12.00	12.00	13.00	16.00	10.00	11.50	14.00	14.50
14	10.50	10.50	13.50	11.00	15.00	10.50	13.00	16.00	9.00	13.00	14.50	11.00
15	11.00	10.00	12.50	11.00	10.00	13.00	10.50	18.50	9.00	9.00	10.00	9.50
16	11.00	13.00	12.50	10.00	12.00	13.00	10.00	15.00	9.50	13.00	10.00	10.00
17	8.50	9.00	14.00	16.00	14.00	11.50	10.50	19.50	10.50	16.00	8.50	10.50
18	13.00	10.00	13.00	15.00	10.00	13.00	14.00	17.00	11.00	11.00	11.50	12.00
19	10.00	13.00	15.00	12.00	13.00	13.00	15.00	16.00	8.50	13.50	12.00	10.00
20	7.00	15.00	16.00	11.50	11.00	15.00	10.00	16.00	13.00	10.00	10.50	9.50
PROMEDIO	11.00	12.17	13.15	14.08	11.85	12.88	13.05	16.63	9.48	12.35	12.48	11.60

ANEXO 2

Evaluación de altura de planta (cm) a los 60 DDS

FICHA DE EVALUACION PARA ALTURA DE PLANTA (60 DDS)												
N° Obs.	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	93.40	110.00	106.00	100.00	90.00	89.00	98.00	99.00	67.00	92.00	90.60	86.00
2	92.00	118.00	86.00	93.00	103.00	87.00	104.00	94.20	77.00	93.40	85.70	98.00
3	100.00	111.00	110.00	106.00	107.00	104.50	97.00	99.00	61.00	10.50	94.00	76.00
4	100.00	91.00	101.00	87.00	95.00	86.00	104.00	87.00	80.00	79.00	99.00	105.00
5	104.00	105.00	76.00	106.00	108.00	84.00	101.00	101.00	81.00	91.50	102.00	111.00
6	87.00	87.00	97.00	102.00	110.00	88.00	106.00	85.00	77.00	65.20	84.00	98.00
7	98.00	113.00	85.00	97.00	82.00	97.00	93.00	94.20	76.00	92.40	93.00	110.00
8	102.00	91.00	96.00	102.50	95.00	72.00	91.00	99.00	75.00	91.00	92.00	107.00
9	72.00	102.00	86.00	114.00	104.00	74.00	110.00	91.00	96.00	93.40	107.00	90.00
10	97.00	121.00	98.00	104.00	81.00	102.00	104.00	115.40	84.00	105.00	113.50	90.00
11	91.00	104.00	92.00	117.00	103.00	104.50	92.00	94.00	76.00	112.50	90.00	78.00
12	91.00	95.00	95.00	103.00	98.00	104.00	89.00	95.00	78.00	61.60	95.60	96.00
13	86.00	104.00	90.00	120.00	108.00	86.00	103.00	108.00	77.00	58.00	80.00	89.00
14	88.00	108.00	106.00	113.00	109.00	98.00	111.00	102.00	88.00	88.40	98.00	99.00
15	66.00	92.00	109.00	110.00	99.00	100.00	101.00	95.00	106.00	99.00	58.00	79.00
16	75.00	109.00	103.00	95.00	109.00	107.00	107.00	105.00	94.00	99.70	87.00	105.00
17	74.00	116.50	82.00	96.00	100.00	112.00	104.00	101.00	106.00	78.00	108.50	88.00
18	95.00	101.00	106.00	95.00	111.00	85.00	84.00	119.00	88.00	77.70	80.00	97.00
19	78.00	101.00	79.00	97.00	110.00	103.00	118.00	105.30	72.00	67.00	106.00	82.00
20	95.50	113.00	113.00	102.00	97.00	78.00	85.00	105.00	76.00	68.40	74.50	96.00
PROMEDIO	89.25	104.63	95.80	102.98	100.95	93.05	100.10	99.71	81.75	81.19	91.92	94.00

ANEXO 3

Evaluación de altura de planta (cm) a los 90 DDS

FICHA DE EVALUACION PARA ALTURA DE PLANTA (90 DDS)												
N° Obs.	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	114.50	120.00	145.00	141.00	118.50	106.00	129.00	118.00	101.90	111.00	103.00	111.00
2	113.50	122.00	137.00	137.00	117.50	120.00	131.00	110.00	93.50	90.00	93.00	101.00
3	119.50	114.00	126.00	127.00	119.00	125.00	109.00	126.00	90.50	97.00	98.00	128.00
4	122.50	106.00	140.00	123.00	118.50	136.00	132.00	124.00	92.50	105.00	116.00	124.00
5	115.50	142.00	127.00	133.00	103.50	118.00	133.00	110.00	102.90	106.00	125.00	105.00
6	117.50	133.00	122.00	113.00	125.00	128.00	128.00	116.00	97.90	98.00	108.00	91.00
7	105.50	118.00	124.00	135.00	110.50	117.00	130.00	115.00	98.90	104.00	98.00	131.00
8	127.50	121.00	138.00	133.00	102.00	125.00	132.00	113.00	111.90	93.00	95.00	102.00
9	124.50	123.00	112.00	124.00	105.50	126.00	126.00	133.00	114.90	88.00	111.00	111.00
10	114.50	100.00	128.00	126.00	115.50	121.00	118.00	126.00	91.90	114.00	113.00	109.00
11	124.50	132.00	109.00	136.00	106.50	138.00	114.00	131.00	108.00	111.00	94.00	107.00
12	102.50	118.00	137.00	138.00	114.50	110.00	140.00	119.00	92.50	84.00	105.00	101.00
13	101.50	127.00	125.00	130.00	92.50	107.00	118.00	112.00	117.50	105.00	121.00	119.00
14	104.00	109.00	123.00	125.00	112.50	110.00	140.00	120.00	91.50	97.00	115.00	121.00
15	126.50	132.00	116.00	126.00	113.50	103.00	118.00	130.00	102.50	102.00	120.00	104.00
16	114.50	124.00	128.00	134.00	115.50	128.00	135.00	105.00	106.50	99.00	112.00	105.00
17	114.50	122.00	120.00	133.00	117.00	127.00	123.00	115.00	76.50	110.00	114.00	118.00
18	101.00	106.00	130.00	128.00	113.50	104.00	132.00	119.00	104.50	115.00	99.00	120.00
19	126.50	112.00	125.00	135.00	106.50	120.00	115.00	120.00	102.50	91.00	107.00	124.00
20	92.50	123.00	137.00	132.00	126.50	122.00	131.00	100.00	101.50	120.00	115.00	108.00
PROMEDIO	114.15	120.20	127.45	130.45	112.70	119.55	126.70	118.10	100.02	102.00	108.10	112.00

ANEXO 4

Evaluación de longitud de panoja (cm) a los 50 DDS

FICHA DE EVALUACION PARA LONGITUD DE PANOJA (50 DDS)												
N° Obs.	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	1.00	3.50	2.50	9.40	3.20	2.70	3.90	2.50	3.70	3.00	2.50	2.40
2	3.00	5.00	3.60	5.30	3.20	2.20	3.50	2.30	3.00	3.50	2.70	3.70
3	1.00	4.90	4.00	4.60	2.80	2.50	2.00	3.00	4.30	2.30	2.70	2.00
4	2.60	3.80	4.00	5.70	2.00	5.60	3.90	6.80	2.00	3.20	2.80	2.00
5	2.50	4.60	2.00	5.10	2.00	2.40	3.30	3.20	3.70	3.00	2.80	2.60
6	3.50	6.00	2.50	2.80	2.80	3.50	2.00	3.50	3.20	2.80	4.00	2.00
7	3.20	7.60	5.00	4.20	2.50	2.80	4.00	2.30	3.00	3.40	3.50	3.00
8	3.00	4.00	3.00	4.40	3.50	2.20	3.00	3.50	4.20	3.00	3.40	3.80
9	2.40	4.00	3.10	4.10	2.10	4.40	3.70	3.50	2.80	2.90	3.00	3.20
10	2.70	4.60	3.00	4.50	1.50	3.70	3.50	3.00	2.40	3.60	3.10	3.00
11	2.40	3.00	2.80	3.30	1.50	2.80	3.30	3.00	2.30	2.00	2.50	3.80
12	1.30	3.60	3.80	2.60	3.00	4.40	3.50	3.80	3.00	3.00	3.40	5.00
13	3.00	6.00	2.70	3.00	2.80	2.10	3.60	3.60	2.00	3.80	3.00	2.90
14	1.60	4.80	2.60	2.50	2.00	2.40	2.80	2.80	3.70	3.40	3.50	3.00
15	2.10	3.00	3.00	2.20	2.30	2.70	3.60	3.60	4.00	3.00	4.30	4.50
16	2.30	3.80	4.40	6.00	2.50	5.20	3.80	5.40	2.90	5.60	2.60	3.60
17	2.40	3.60	2.90	4.00	3.00	3.00	5.60	3.00	2.10	4.00	5.00	3.80
18	2.80	3.50	3.40	2.50	2.30	2.00	5.20	3.50	2.70	2.70	2.70	4.00
19	2.70	3.80	3.80	5.50	2.40	4.10	3.80	3.00	2.40	4.50	3.00	4.00
20	3.00	3.90	4.00	2.30	2.80	3.50	4.50	5.20	4.00	3.00	3.00	3.60
PROMEDIO	2.43	4.35	3.31	4.20	2.51	3.21	3.63	3.53	3.07	3.29	3.18	3.30

ANEXO 5

Evaluación de longitud de panoja (cm) a los 70 DDS

FICHA DE EVALUACION PARA LONGITUD DE PANOJA (70 DDS)												
N° Obs.	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	15.00	15.00	18.00	21.50	18.00	28.00	13.00	28.60	12.00	10.60	15.00	18.00
2	11.30	25.50	16.00	33.00	24.30	23.00	15.60	27.00	20.00	21.80	20.00	25.00
3	10.60	25.40	28.00	19.00	10.00	24.00	22.00	22.00	9.00	15.60	26.00	28.60
4	10.50	15.60	29.00	28.40	11.00	24.20	16.50	19.00	16.00	19.40	27.60	17.00
5	16.00	25.20	25.00	25.40	22.00	17.00	18.00	19.00	18.00	19.50	18.90	21.00
6	25.00	27.40	19.60	28.00	21.00	25.50	21.00	26.00	14.00	24.00	21.80	18.00
7	15.40	18.80	23.00	28.00	13.00	22.00	22.60	20.50	13.80	25.00	16.60	23.00
8	12.60	23.60	24.50	29.50	25.00	18.50	18.80	23.60	19.00	20.50	19.00	20.00
9	12.00	21.00	19.80	17.50	14.50	16.70	15.40	20.80	9.00	16.60	19.50	36.00
10	16.60	27.00	29.20	30.00	16.00	34.00	25.60	19.80	23.00	10.00	17.60	23.00
11	21.00	18.00	16.00	28.50	21.80	24.30	20.50	24.20	14.00	21.00	17.20	25.00
12	20.30	19.50	30.00	27.00	14.60	16.20	27.60	22.60	7.00	10.00	18.60	23.00
13	21.50	24.00	29.80	25.00	18.00	22.70	19.00	26.30	12.30	19.20	19.50	24.00
14	21.60	14.50	15.00	22.00	20.00	15.00	23.00	14.50	14.40	9.50	18.00	31.00
15	15.00	23.60	17.50	21.00	17.00	19.50	14.00	21.50	28.00	14.00	19.00	18.00
16	13.40	17.80	25.00	34.00	13.50	28.00	15.00	21.00	27.00	18.50	16.30	21.00
17	26.50	17.40	26.50	25.00	9.50	27.00	20.80	21.30	14.00	6.50	19.20	24.00
18	19.00	29.00	16.00	18.00	14.00	18.00	24.60	35.50	7.00	17.50	19.50	27.00
19	16.00	25.00	25.30	20.50	14.00	17.00	21.00	29.50	27.00	17.00	12.30	20.00
20	15.40	20.00	25.00	24.80	21.00	21.00	15.40	21.00	20.00	14.60	19.00	26.00
PROMEDIO	16.74	21.67	22.91	25.31	16.91	22.08	19.47	23.19	16.23	16.54	19.03	23.43

ANEXO 6

Evaluación de rendimiento (Kg)

FICHA DE EVALUACION PARA RENDIMIENTO kg/ha				
BLOQUES	T0	T1	T2	T3
I	1116	1230	1374	1554
II	1080	1266	1698	1278
III	1014	1260	1740	1368
PROMEDIO	1070	1252	1604	1400

ANEXO 7

Arado y surcado del área experimental



ANEXO 8

Riego machaco y emergencia de malezas



ANEXO 9

Preparación de herbicidas y aplicación



ANEXO 10

Delimitación y rotulado de las unidades experimentales.



ANEXO 11

Semilla de chia, variedad negra.



ANEXO 12

Siembra de semilla de chia a chorro continuo con maquina



ANEXO 13

Fertilización sintética.



ANEXO 14

Riegos realizados durante el experimento.



ANEXO 15

Aporque realizado en el cultivo.



ANEXO 16

Empresa TASA



ANEXO 17

Aplicación de biofertilizante a base de restos de pescado.



ANEXO 18

Preparación y aplicación de herbicida.



ANEXO 19

Insecticidas utilizados para el control de plagas.



ANEXO 20

Cosecha y selección de muestra



ANEXO 21

Evaluación de altura de planta a los 30,60 y 90 DDS.



ANEXO 22

Evaluación de longitud de panoja a los 50 y 70 DDS.



ANEXO 23

Pesado de los granos de chia obtenidos de las unidades experimentales.



ANEXO 24

Análisis del biofertilizante a base de residuos de pescado.



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO REGIONAL - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20230817-005

Pág. 1 de 3

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

SOLICITADO POR	: TECNOLÓGICA DE ALIMENTOS S.A.
DIRECCIÓN	: Av. Los Pescadores S/N Zona Industrial 27 de Octubre Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA.
PRODUCTO DE CI ANÁLISIS	: FERTILIZANTE LÍQUIDO.
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA.
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA.
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA.
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA.
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 00 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: Frasco de plástico con tapa cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2023-08-17
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2023-08-17
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2023-09-05
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS	: Laboratorio Físico-Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 230817-5

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	MUESTRA 3
Nitrógeno (%)	2,1

Resultados en base seca

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20230817-005

Pág. 2 de 3

ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	MUESTRA 3
Plata (Ag)	0,002	0,008
Aluminio (Al)	0,02	0,56
Arsénico (As)	0,005	0,777
Boro (B)	0,003	2,465
Bario (Ba)	0,003	0,082
Berilio (Be)	0,0002	<0,0002
Calcio (Ca)	0,02	784,10
Cadmio (Cd)	0,0001	0,0393
Cerio (Ce)	0,005	0,054
Cobalto (Co)	0,0006	0,0286
Cromo (Cr)	0,0003	0,0611
Cobre (Cu)	0,002	0,191
Hierro (Fe)	0,002	25,490
Mercurio (Hg)	0,001	0,101
Potasio (K)	0,1	4484,0
Litio (Li)	0,003	0,077
Magnesio (Mg)	0,02	209,50
Manganeso (Mn)	0,0003	0,1730
Molibdeno (Mo)	0,002	0,024
Sodio (Na)	0,06	2993,00
Níquel (Ni)	0,0006	0,1178
Fósforo (P)	0,01	352,50
Plomo (Pb)	0,002	<0,002
Antimonio (Sb)	0,003	0,006
Selenio (Se)	0,005	0,623
Silicio (SiO ₂)	0,01	95,73
Estañio (Sn)	0,003	0,178
Estroncio (Sr)	0,0003	13,2580
Titanio (Ti)	0,0007	0,4567
Talio (Tl)	0,002	<0,002
Vanadio (V)	0,001	0,040
Zinc (Zn)	0,002	0,686

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN NACIONAL DE TITULACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20230817-005

Pág. 3 de 3

METODOLOGÍA EMPLEADA

Nitrogeno: UNL LN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2005

Metales Totales: LPA Método 200.7 Revisión 4.4, Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry 1994

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
 - Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique
- COLECBI S.A.C. no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dimensión por su perecibilidad y/o muestra única
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Setiembre 06 del 2023.
GVR/jms

LC-MF-HRE
Rev. 09
Fecha: 2023-01-29

(Handwritten Signature)
 A. Gustavo Vargas Ramos
 INGENIERO DE LABORATORIO
 INGENIERO QUÍMICO (C) 1994
 C.R.P. Nº 100
 COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

1 DE 1 DE 01/08

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

ANEXO 25

Fenología del cultivo de chía.



1. Semillas de Chia



2. Emergencia



3. Brotación



4. Formacion de verticilares



5. Crecimiento de verticilares



6. Floración



7. Maduración



8. senescencia

ANEXO 26

Promedio de peso seco de gr/planta del cultivo de chia

Bloque	Tratamientos				Promedio
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	
I	4.65	5.12	5.72	6.47	5.49
II	4.5	5.27	7.07	5.32	5.54
III	4.22	5.25	7.25	5.7	5.605
Promedio	4.46	5.21	6.68	5.83	