

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
ESCUELA DE POSGRADO
Maestría en Gestión Ambiental



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

**Efecto del biol de residuos de pescado obtenido mediante
fermentación láctica en la productividad, calidad del suelo
y composición química de betarraga (*Beta vulgaris*)**

**Tesis para optar el grado de Maestro en
Ciencias en Gestión Ambiental**

Autor

Bach. Mercado Yupanqui, Snaider Segundo
Código ORCID: 0009-0003-1470-5802

Asesor

Dr. Domínguez Castañeda, Jorge Marino
DNI. N° 32975182
Código ORCID. 0000-0003-0488-5726

Nuevo Chimbote - PERÚ
2025



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO DE LA TESIS

Yo, **Domínguez Castañeda Jorge Marino**, mediante la presente certifico mi asesoramiento de la Tesis de maestría titulada: **Efecto del biol de residuos de pescado obtenido mediante fermentación láctica en la productividad, calidad del suelo y composición química de betarraga (*Beta vulgaris*)**, elaborado por el bachiller **Mercado Yupanqui Snaider Segundo**, para obtener el Grado Académico de Maestro en **Ciencias en Gestión Ambiental** en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, 29 de diciembre de 2025

Dr. Domínguez Castañeda Jorge Marino

ASESOR

CÓDIGO ORCID 0000-0003-0488-5726

DNI N° 32975182



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

HOJA DEL AVAL DEL JURADO EVALUADOR

Tesis de maestría titulada: Efecto del biol de residuos de pescado obtenido mediante fermentación láctica en la productividad, calidad del suelo y composición química de betarraga (Beta vulgaris), elaborado por el Bach. Mercado Yupanqui Snaider Segundo

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL

Dr. Reyes Avalos Walter Eduardo

PRESIDENTE

CÓDIGO ORCID 0000-0002-4277-9521

DNI N° 17878579

Mg. Alva Muñoz Eterio Amaranto

SECRETARIO

CÓDIGO ORCID 0000-0002-4113-7981

DNI N° 32406295

Dr. Domínguez Castañeda Jorge Marino

VOCAL

CÓDIGO ORCID 0000-0003-0488-5726

DNI N° 32975182



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A los dieciocho días del mes de diciembre del año 2025, siendo las 11:30 horas, en el aula P-01 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, designados mediante Resolución Directoral N° 834-2025-EPG-UNS de fecha 30.09.2025, conformado por los docentes: Dr. Walter Eduardo Reyes Avalos (Presidente), Mg. Eterio Amaranto Alva Muñoz (Secretario) y Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda (Vocal); con la finalidad de evaluar la tesis intitulada: "**EFFECTO DEL BIOL DE RESIDUOS DE PESCADO OBTENIDO MEDIANTE FERMENTACIÓN LÁCTICA EN LA PRODUCTIVIDAD, CALIDAD DEL SUELO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE BETARRAGA (*Beta vulgaris*)**"; presentado por el tesista **Snaider Segundo Mercado Yupanqui**, egresado del programa de Maestría en Gestión Ambiental.

Sustentación autorizada mediante Resolución Directoral N° 985-2025-EPG-UNS de fecha 12 de diciembre de 2025.

El presidente del jurado autorizó el inicio del acto académico; producido y concluido el acto de sustentación de tesis, los miembros del jurado procedieron a la evaluación respectiva, haciendo una serie de preguntas y recomendaciones a la tesista, quien dio respuestas a las interrogantes y observaciones.

El jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como APROBADO, asignándole la calificación de 17 Diecisiete

Siendo las 12:15 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando la presente acta en señal de conformidad.


Dr. Walter Eduardo Reyes Avalos
Presidente


Mg. Eterio Amaranto Alva Muñoz
Secretario


Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda
Vocal/Asesor




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:	Snaider Segundo MERCADO YUPANQUI
Título del ejercicio:	POSGRADO EJERCICIO 02
Título de la entrega:	Efecto del biol de residuos de pescado obtenido mediante fer...
Nombre del archivo:	INFORME_DE_TESIS_DE_MAESTRÍA_-_MERCADO_YUPANQUI_S...
Tamaño del archivo:	4.35M
Total páginas:	98
Total de palabras:	17,618
Total de caracteres:	99,278
Fecha de entrega:	28-dic-2025 11:45p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2762311249

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Efecto del biol de residuos de pescado obtenido mediante fermentación láctica en la productividad, calidad del suelo y composición química de betarraga (<i>Beta vulgaris</i>)
Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental
Autor
Bach. Snaider Segundo Mercado Yupanqui Código ORCID 0009-0003-1470-5802
Asesor
Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda DNI N° 32975182 Código ORCID: 0000-0003-0488-5726
NUEVO CHIMBOTE - PERÚ 2025

Efecto del biol de residuos de pescado obtenido mediante fermentación láctica en la productividad, calidad del suelo y composición química de betarraga (Beta vulgaris)

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	18%	3%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
10	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%

repositorio.ute.edu.ec

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme vivir al lado de personas tan grandiosas y maravillosas que me dan la fortaleza a seguir adelante con mi vida, superando cada uno de los retos.

A mis padres y hermanos, por estar siempre conmigo, apoyándome y dándome el aliento necesario para seguir adelante.

A Nuria Novoa, por ser mi pareja y por estar siempre presente en mi vida demostrándome su cariño, motivación y confianza en todo momento.

Al Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda por ayudarme a la culminación de este trabajo, por su apoyo incondicional como docente y asesor.

A todos los estudiantes de posgrado, por emprender un camino de investigación y brindarles un granito de arena, en cuanto información básica sobre el efecto del biol de residuos de pescado obtenido mediante fermentación láctica en la productividad y composición química de betarraga (*Beta vulgaris*).

AGRADECIMIENTO

Principalmente expreso mi agradecimiento a mis padres, hermanos y novia por sus enseñanzas y consejos, los cuales han sido mi inspiración para seguir creciendo profesionalmente.

A la Universidad Nacional del Santa, por brindarme la facilidad de realizar mi informe de tesis de maestría, en el campo experimental que es el Fundo Santa Rosa.

A todos los docentes de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa del programa de Maestría en Gestión Ambiental que compartieron sus amplios conocimientos y experiencias tanto en las aulas como en el campo durante mi vida académica. Finalmente, al Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda, por su compromiso, constante enseñanza y asesoramiento que hicieron posible la redacción del presente informe de tesis de maestría.

Índice

RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Descripción y formulación del problema	11
1.2. Objetivos.....	14
1.2.1. Objetivo General	14
1.2.2. Objetivos Específicos	14
1.3. Formulación de la hipótesis.....	15
1.4. Justificación e importancia	15
II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes.....	18
2.2. Marco teórico.....	21
2.2.1. Teorías	21
2.2.2. Betarraga	22
2.2.3. Composición química.....	22
2.2.4. Residuos de pescado.....	24
2.2.5. Biol	24
2.2.6. Tipos de abonos orgánicos	24
2.2.7. Cantidad de abonos en cultivos.....	25

2.2.8. Microorganismos eficientes	26
2.2.9. Melaza en la agricultura	29
2.3. Marco conceptual	29
III. METODOLOGÍA.....	33
3.1. Método.....	33
3.2. Diseño de investigación.....	33
3.3. Población	36
3.4. Muestra	37
3.5. Muestreo	38
3.6. Operacionalización	39
3.7. Preparación del biol y procedimiento experimental	40
3.7.1. Preparación del biol.....	40
3.7.2. Procedimiento experimental.....	47
3.8. Técnica e instrumento de recolección de datos	57
3.8.1. Toma de datos	57
3.8.2. Recolección de datos	57
3.9. Técnicas de análisis de resultados	59
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
5.1. Conclusiones.....	75

5.2.	Recomendaciones	76
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
VII.	ANEXOS.....	90

Índice de Tablas

1: Composición química de la betarraga por 100 g	23
2: Tratamientos de la investigación	35
3: Análisis de varianza para evaluar el estímulo creciente según tratamiento	35
4: Operacionalización de variables	39
5: Control de pH y temperatura durante las primeras 24 horas	45
6: Control de pH y temperatura durante las 96, 141 y 333 horas	45
7: Niveles de N, P y K en el biol de residuos de pescado y fertilizantes.....	61
8: Parámetros y elementos en el suelo antes y después de la aplicación de un biol a base de residuos de pescado	64
9: Análisis de varianza para evaluar la productividad según tratamientos	68
10: Pruebas de Duncan para comparar medias de la productividad de betarraga según tratamientos	69
11: Rendimiento según los tratamientos (kg/ha)	70
12: Composición química de la betarraga con aplicación de un biol a base de residuos de pescado	71

Índice de Figuras

1: Esquema de la fermentación láctica.	28
2: Croquis del área experimental.	33
3: Diagrama de flujo del proceso para elaborar biol.....	40
4: Recepción de materia prima.	41
5: Lavado de residuos de pescado.	42
6: Molienda.	42
7: Mezclado.	43
8: Medición de muestras incubadas.	44
9: Filtrado y fermentado.	46
10: Envasado del biol.....	46
11: Medición del terreno.....	48
12: Limpieza del terreno.	48
13: Riego de machaco del terreno.	49
14: Labranza del terreno.	49
15: Delimitación, surcado e incorporación de humus.	50
16: Siembra.	51
17: Desahije.	52
18: Control de malezas.	52
19: Fertilización al tratamiento testigo.	53
20: Control Fitosanitario.....	54
21: Aplicación del biol.....	55
22: Riego.....	55

23: Cosecha.....	56
24: Toma de datos.....	57

Índice de Anexos

1: Informe de siembra del cultivo de betarraga en el distrito de Santa.....	90
2: Composición química de la caballa.	91
3: Composición química del jurel.....	92
4: Análisis del biol de residuos de pescado.	93
5: Análisis de elementos del suelo antes y después de la aplicación del biol de residuos de pescado.	94
6: Análisis de nitrógeno en el suelo antes y después de la aplicación del biol de residuos de pescado.	96
7: Los nutrientes en función al pH del suelo.	97
8: Clasificación de la salinidad de suelo según el tipo de CE.	98
9: Clasificación de suelos según su porcentaje de materia orgánica.	99
10: Análisis del extracto de betarraga sin aplicación de biol de residuos de pescado....	100
11: Análisis del extracto de betarraga con aplicación de biol de residuos de pescado...	101
12: Análisis de suelo del Fundo Santa Rosa en el año 2019.	102
13: Identificación de residuos por colores.	103
14: Registro de Excel de los indicadores del Tratamiento 0 (testigo).	104
15: Registro de Excel de los indicadores del Tratamiento 1.	105
16: Registro de Excel de los indicadores del Tratamiento 2.	106
17: Registro de Excel de los indicadores del Tratamiento 3.	107

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del biol de residuos de pescado obtenido mediante fermentación láctica en la productividad y composición química de betarraga (*Beta vulgaris*); el área de investigación fue de 221,0 m², en tanto el área de la unidad experimental es de 6,0 m². Se realizó 4 tratamientos (0, 12, 18, 24 ml/20 l de agua), cada uno con cuatro repeticiones. Se evaluó las características fisicoquímicas del biol destacando el N, P, K; se evaluó las características fisicoquímicas del suelo antes y luego de la aplicación del biol resaltando el hierro, el cual ayuda a mejorar del crecimiento radicular; se determinó la productividad de la betarraga haciendo referencia para ello al peso alcanzado, el cual fue de 254,375 g; finalmente, se cuantificó la composición química de la betarraga fertilizada, presentándose proteínas en 1,70%, grasa en 0,2%, humedad en 90,9%, cenizas en 0,1%, fibra en 2,3% y carbohidratos en 4,5. Para verificar la hipótesis se empleó un DCA, con el IBM SPSS Statistics versión 29, además, se realizó un ANOVA y se empleó la prueba de comparación DUNCAN con un nivel de determinación de 0,05.

Palabras claves: Biol, residuos de pescado, fermentación láctica, betarraga, suelo, productividad.

ABSTRACT

The research aimed to evaluate the effect of fish waste slurry obtained through lactic fermentation on the productivity and chemical composition of beetroot (*Beta vulgaris*); the research area was 221.0 m², while the area of the experimental unit is 6.0 m². Four treatments were carried out (0, 12, 18, 24 ml/20 L of water), each with four replications. The physicochemical characteristics of the slurry were evaluated, highlighting N, P, K; the physicochemical characteristics of the soil were evaluated before and after the application of the slurry, highlighting iron, which helps improve root growth; beetroot productivity was determined by referring to the weight reached, which was 254.375 g; Finally, the chemical composition of the fertilized beetroot was quantified, presenting proteins at 1.70%, fat at 0.2%, moisture at 90.9%, ashes at 0.1%, fiber at 2.3% and carbohydrates at 4.5. To verify the hypothesis, a DCA was used, with IBM SPSS Statistics version 29, in addition, an ANOVA was performed and the DUNCAN comparison test was used with a determination level of 0.05.

Keywords: Biol, fish waste, lactic fermentation, beetroot, soil, productivity.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente para la producción agrícola de distintos cultivos, como el de betarraga (*Beta vulgaris*), se recurre mucho a los productos químicos, siendo estos fertilizantes que regulan el crecimiento de las plantas, ello a pesar que en la actualidad existen prácticas y técnicas para evitar el daño de plagas y enfermedades en los cultivos, sin embargo, el uso de químicos suele ser una práctica común y, en la mayoría de los casos, realizadas de forma deficiente.

En el agro el uso de productos químicos va en aumento, en especial de los fertilizantes, pues si bien tienen resultados positivos, a mediano plazo, estos traen consecuencias adversas al medio en el que son aplicados.

Es preciso indicar que, la degradación del suelo no solo puede ocasionarse debido al uso excesivo de químicos, sino por malas prácticas agrícolas, deforestación, labranza profunda, entre otros; ello genera que se altere la biodiversidad, lo cual reduce la cantidad de materia orgánica, afectando a la fertilidad y regeneración de diversas características microbiológicas y fisicoquímicas que forman parte del suelo (Loyola, 2017).

El uso de fertilizantes orgánicos líquidos como el biol, provenientes de la fermentación anaeróbica de los residuos de pescado contienen los nutrientes necesarios para los cultivos agrícolas. Es así que, Aldana y Manquen (2023) indican que una opción ante el incremento de fertilizantes de origen químico es el uso de un biol orgánico, como por ejemplo, el que proviene de los residuos de pescado, pues mediante una fermentación anaeróbica se obtiene nutrientes que son necesarios para diversos cultivos agrícolas. Además, el uso de un biol resulta económicamente factible, pues en el caso de residuos de pescado, su costo es bajo y de fácil acceso para lo cual se consideró las

zonas comerciales e industriales de nuestra localidad, aunado a ello, se enmarca en una agricultura eco amigable con el ambiente.

1.1. Descripción y formulación del problema

Hoy en día los agricultores optan por la aplicación de pesticidas a sus cultivos, para una mejor producción, no obstante, ello perjudica el estado del suelo, agua y vida tanto del hombre, así como de los animales (Castillo et al., 2020). La degradación del suelo debido al empleo de distintas técnicas de explotación de cultivos, ocasiona que se altere la biodiversidad, generándose de manera primordial la reducción de materia orgánica, la cual es la clave principal de la fertilidad y regeneración de diversas características microbiológicas y fisicoquímicas que forman parte del suelo (Loyola, 2017).

En la actualidad el empleo constante de fertilizantes químicos tales como urea, nitrato de amonio, sulfato de potasio, entre otros, con el transcurso del tiempo han ido perjudicando las tierras, en tal sentido, han reducido los nutrientes de los suelos, por lo que, la opción de un abono orgánico preparado con los residuos de pescado es una alternativa para buscar soluciones con respecto al problema de la pérdida de macro y microelementos de las tierras de cultivo.

Es preciso señalar que, el empleo de fertilizantes en la industria del agro ha aumentado con los años, si bien ha traído consigo el aumento de producción en los cultivos donde se empleó, a causa de ellos los suelos sufren una pérdida constante de macro y microelementos, ante ello surge la necesidad de contar con alternativas que sean ricas en fósforo, ya que es uno de los elementos que tanto la planta como el suelo requieren (Reyes & Cortés, 2018).

Ante ello, debe tenerse en cuenta que la ciudad de Chimbote representa una zona importante en la actividad pesquera del Perú, lo que ha hecho que albergue plantas pesqueras importantes, es así que, Diario de Chimbote (2025) indicó que al cierre del año 2024 se reportó que en Chimbote se

desembarcó cerca de 978.174 toneladas de pescado, por lo que, bajo este contexto implica que se lleven operaciones industriales a gran escala. No obstante, ello genera grandes cantidades de residuos orgánicos comprendidos en vísceras, cola y cabeza de pescado, y si bien no se tienen datos oficiales de la cantidad de estos residuos, Diario Perú 21 (2021) informó que cerca a la zona industrial 27 de octubre, ubicado en Chimbote, se hallaron abandonado 2 toneladas de residuos de pescado, representando ello un peligro para la salud y un desafío ambiental que debe manejarse.

La industria pesquera puede ocasionar una crisis por el inadecuado manejo de los residuos orgánicos de pescado, que están conformados por cabeza, cola, vísceras, piel, espinazos, entre otros residuos, estos son definidos como subproductos de la pesca y de sus procesos de transformación; siendo preciso indicar que, el pescado de cualquier especie, llega alcanzar un 60 % de carne, quedando un 40 % de desecho (Benegas, 2018). Asimismo, cabe resaltar lo mencionado por Bueno y García (2022) quienes refieren que los residuos de pescado contienen una gran cantidad de fósforo, el cual preparado de manera adecuada es de gran ayuda en el sector agrícola, pues no genera efectos negativos al medio ambiente. Es así que, los residuos de pescado acompañados de productos como las BAL pueden mejorar el proceso de fermentación para la producción de un abono orgánico. Ante ello, es importante considerar lo descrito por Sequeira (2019) señalando que el empleo de bacterias ácido lácticas brinda soluciones en la agricultura sostenible, pues incorporado con otros elementos en un proceso, puede ayudar en acelerar la degradación de materia orgánica, aportar nutrientes en el suelo, regular pH, mejorar notablemente la eficiencia de la materia orgánica en su acción como fertilizante. Por lo que, siguiendo la línea del autor y asociando el tema de investigación, las bacterias ácido lácticas pueden mejorar la descomposición de los residuos de pescado e incrementar la disponibilidad de nutrientes.

Actualmente diversos agricultores del Valle de Santa dedicados a la siembra y cosecha de hortalizas, como la betarraga, han procurado aumentar su producción, sin embargo, las características de su rendimiento no han sido los deseados por el mercado, en razón a ello han mostrado cierta preocupación. Además, según el MIDAGRI (2024) el cultivo de betarraga en el distrito de Santa en el primer semestre del 2024 alcanzó una producción de 8500 kg/ha, en tanto en el 2023 llegó a 9000 kg/ha en tanto en el 2022 obtuvo 9500 kg/ha, debiéndose esta baja de producción a la pérdida de fertilidad de suelos y el valor económico del producto en el mercado, pudiendo visualizarse estos datos en el anexo 1. A su vez, según Valerio y Medina (2024) refieren que en el Valle de Santa los productores aún emplean fertilizantes sintéticos de manera desmedida generando ello el deterioro en el suelo, lo cual ha traído consigo la disminución de pH, filtración de nitratos a las aguas del subsuelo, alteración de microorganismos edáficos y eutrofización de aguas subterráneas y superficiales; siendo necesario el uso de un producto de origen natural con el propósito de generar buenas prácticas agrícolas en esta localidad.

En tal sentido, la problemática entorno a la producción de hortalizas se ha ido visibilizando por los agricultores procedentes del Valle de Santa, en razón a ello, y conociendo de distintos antecedentes que evidencian que el empleo de abonos orgánicos obtenidos de los residuos de pescado mediante un proceso bioquímico puede llegar a un resultado positivo, por lo tanto, se estima conveniente realizar una investigación referente al tema.

Por otro lado, la ciudad de Chimbote, ubicado en la provincia del Santa, se caracteriza por la presencia de fábricas dedicadas a la recepción de pescado, que constantemente generan grandes cantidades de residuos de la industria pesquera, en tal sentido, los residuos provenientes de la pesca, se puede producir abonos líquidos de alto rendimiento para la agricultura, si son elaborados

de forma adecuada, ello contribuiría a solucionar problemas ambientales, así como a darle más opciones en las que se puedan usar residuos de la pesca.

Basado en todo lo descrito, resulta interesante emplear los residuos de pescado como abonos orgánicos y observar su efecto tanto en el suelo como en cultivo de betarraga, por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuál es el efecto del biol de residuos de pescado obtenido mediante fermentación láctica en la productividad, calidad del suelo y composición química de betarraga (*Beta vulgaris*)?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto del biol de residuos de pescado en las dosis de 12, 18 y 24 ml/20 l de agua, obtenido mediante fermentación láctica en la productividad, calidad del suelo y composición química de betarraga (*Beta vulgaris*).

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características fisicoquímicas del biol de residuos de pescado obtenido mediante fermentación láctica.
- Determinar las características fisicoquímicas del suelo antes y después de ser aplicado el biol de residuos de pescado destinado al cultivo de betarraga.
- Determinar la productividad de betarraga alcanzada con la aplicación del biol de residuos de pescado.
- Cuantificar la composición química en la betarraga fertilizada con biol de residuos de pescado.
- Determinar el efecto de diferentes dosis de biol de residuos de pescado a aplicarse al cultivo de betarraga.

1.3. Formulación de la hipótesis

A medida que se incrementa la dosis del biol de residuos de pescado de 12, 18 y 24 ml/20 l de agua, se mejora la calidad del suelo, aumenta el rendimiento y nutrientes de la composición química en la betarraga con la dosis de 18 ml/20 l de agua.

1.4. Justificación e importancia

En la justificación ambiental, se debe recordar que la fertilidad y el nivel productivo de los suelos cada día depende más de productos químicos, que con el tiempo degradan la estructura del suelo, llegando a perder macro y micro nutrientes, es por ello que la idea de los abonos orgánicos cada día cobran mayor presencia en el sector agrícola, además, en la industria pesquera, los residuos de pescado podrían ser utilizados para generar, mediante un adecuado proceso, abonos orgánicos líquidos. Los residuos de pescado pueden convertirse en abonos orgánicos, una vez combinados con otros elementos como las bacterias ácido lácticas, siendo considerado rico en nitrógeno orgánico, potasio, fósforo, entre otros microelementos, con ello no solo se beneficiaría la composición del suelo, sino también de los cultivos en los que sean aplicados, como por ejemplo la betarraga.

La justificación económica, en la que se basa el realizar un abono orgánico líquido a base de residuos de pescado, se da teniendo en cuenta el contexto actual en el que vivimos, como es de conocimiento el precio de los fertilizantes cada día va en aumento, lo que conlleva a que agricultores y empresas incrementen sus gastos de producción y se genere con ello un alza en el precio final de los cultivos. El preparar un abono orgánico líquido resulta más económico a comparación de uno químico, además, ayudaría a generar una economía circular, debido a que los residuos de caballa y jurel serían de utilidad al sector agrícola.

Además, con la justificación social, se busca incentivar nuevas investigaciones referidas a los residuos de pescado que favorezcan a la industria agrícola, por lo que, en un nivel práctico se podrían generar ensayos que sirvan como fuente de información para futuras investigaciones.

La investigación es importante debido a que representa una opción de poder darle un uso a los residuos de pescado, en beneficio del agro y con ello que se mejore el rendimiento de diversos cultivos, es necesario tener en cuenta que los abonos aparte de proporcionar a la planta la nutrición necesaria, va ayudar a las condiciones físicas del suelo, esto a su vez, disminuye el uso de químicos en la agricultura. Asimismo, la producción del cultivo de betarraga es una actividad que tiene una gran consideración en el Perú, y ello se debe especialmente por su consumo como alimento, además, se pueden disfrutar las hojas tiernas cocidas como verdura, siendo en gran medida nutritivas, es así que se considera a la betarraga como una hortaliza que contiene un elevado valor nutricional, pues contiene en su composición química, distintas grasas, proteínas, vitamina B y C, glúcidos, así como sales minerales, todo ello resulta de gran beneficio dentro de la dieta del hombre.

Por otro lado, los abonos líquidos tienen un mayor nivel de nutrición en las plantas dado a sus componentes, además, aquellos que provienen de una fermentación láctica eliminan bacterias perjudiciales del suelo en mayor cantidad, mejorando de esta forma la disponibilidad de nutrientes del suelo, lo cual se refleja en un mejor desarrollo y crecimiento de cultivos. Además, con su uso se genera una asociación benéfica de planta-microorganismo-coste.

Asimismo, el uso de bacterias ácido lácticas interfiere en el proceso de producción de un biol de forma positiva, pues ayuda a acelerar la descomposición de residuos, mejorando la calidad final, además, mediante combinaciones anaeróbicas se evita la generación de malos olores. Siendo por ello recomendable su uso cuando se desee elaborar un biol.

Por tal motivo, se busca promover la aplicación y producción de un biol que contenga bacterias ácido lácticas, de manera que se reemplace los fertilizantes sintéticos por uno de origen orgánico, generándose a su vez un equilibrio ambiental y económico, tanto para el cultivo que se coseche como para el suelo en el que se encuentre.

Aunado a todo lo mencionado, se propone desde un punto de vista abocado a la gestión ambiental, revalorizar los residuos de pescado mediante su transformación a través de un biol, con ello se tiene una economía circular y una producción sostenible de cultivos; por lo que, se convierte a un residuo orgánico a un insumo de empleo agrícola con el que se puede sustituir fertilizantes de origen sintético. Además, un biol a base de la composición de residuos de pescado ayuda a mejorar la fertilidad del suelo y el rendimiento de un cultivo. Por otro lado, esta investigación muestra el proceso que se lleva a cabo para la obtención del biol, pudiendo ello ser replicado para futuras investigaciones relacionadas al tema.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Considerando las variables de estudio se tomó en cuenta los siguientes antecedentes relacionados con el biol de residuos de pescado, productividad de betarraga, calidad de suelo y composición química de la betarraga.

Los residuos de pescado dentro de su composición contienen concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio, entre otros microelementos, estos mediante un proceso anaeróbico, y aplicados en distintos cultivos promueve reacciones bioquímicas, mejorando la fotosíntesis y traslocación de carbohidratos, ello aumenta su rendimiento (Malca, 2024).

El boletín informativo Economía Circular (2022) señala que los residuos orgánicos tienen mucho potencial, por lo que se recomienda su reutilización en la aplicación de abonos orgánicos, con el propósito de cuidar el medio ambiente, y a su vez solucionar los problemas de degradación que atraviesan las tierras de cultivo, debido al uso de fertilizantes de origen químico.

Además, Florez et al. (2020) mencionan que aprovechar los residuos provenientes de pescado representa una fuente de nutrientes que pueden emplearse para elaborar fertilizantes en estado líquido; pudiendo ser estos luego producidos por empresas familiares y luego utilizados en el área agrícola, en tal sentido representa una alternativa que permite obtener ingresos económicos a través de la comercialización por medio de agricultores.

Cabe indicar que, la dosis de biol de residuos de pescado tiene una relación directa con el cultivo en que es aplicado, debido a que diversos estudios han determinado que a mayor dosis, se mejora el peso, hojas y altura de la planta, además la absorción de nutrientes mejora considerablemente (Chávez et al., 2024).

Por su parte, Chirito (2024) en su investigación considera las siguientes dosis de residuos de pescado empleados en el cultivo de lechuga, considerando: T1: 0/200 l de agua, T2: 0.5/200 l de agua, T3: 1.0/200 l de agua, T4: 1.5/200 l de agua y T5: 2.0/200 l de agua. Además, la cantidad de N, P y K mejoran el potencial del biol ayudando así al cultivo y suelo en el que se aplique.

Ante ello, Flores (2017) argumenta que una muestra homogénea de vísceras + agua + 0,66 % proteasa, contiene cantidades de N y K; no presentando componentes que alterem el desarrollo de la germinación de semillas.

La aplicación de un biol de residuos de pescado de trucha se ha realizado en cultivos como el maíz amarillo duro, mostrando diferencias significativas en lo que respecta a la altura de la planta, pues sobrepasó el metro de altura, en tanto el peso de la mazorca alcanzó los 198 g, ello aplicando tres dosis biol (1; 1,25 y 1,5 %) (Aldana & Marquén, 2023).

Por otro lado, Salazar (2022) manifiesta que los compuestos químicos al igual que las propiedades que contiene el suelo, en ocasiones afectan los procesos y reacciones que se dan en el ambiente del propio suelo: el pH dentro del suelo ayuda a controlar la movilidad de algunos metales pesados como Cu, Zn, Fe, Al, Mn y nutrientes como el fósforo, además, controla su toxicidad.

En el caso de nuestra localidad, los agricultores del Valle de Santa, por muchos años han priorizado el uso de fertilizantes químicos, dado a los efectos rápidos que tienen, sin embargo, con el transcurso del tiempo la producción de sus cultivos ha disminuido, ello debido a la pérdida de nutrientes que ha tenido el suelo por lo que es necesario el uso de alguna fórmula que contenga fósforo y potasio, pero que no implique una degradación al suelo en su aplicación (Guzman & Chávez, 2023). A su vez, Reynoso et al. (2022) mencionan que el uso de prácticas agrícolas no sostenibles ha conllevado a pérdida de fertilidad de suelos agrícolas, disminuyendo así el

porcentaje de materia orgánica, motivo por el que es necesario restablecer la materia pérdida con la aplicación de abonos orgánicos, compost, entre otros.

Es así que, Cruz y Acosta (2024) señalan que actualmente uno de los grandes desafíos a los que se enfrenta el área agrícola consiste en poner en práctica una gestión de recuperación y conservación de suelos, sin que ello afecte la producción de cultivos, por lo que se vienen empleado productos de origen orgánico que demuestren eficacia y no alteren el medio ambiente.

Ahora bien, Delgado et al. (2019) mencionan que el uso de abonos orgánicos tiene un efecto positivo en la oxigenación y aireación del suelo, por lo que existe una mejor actividad radicular, así como de microorganismos aeróbicos, además, ocasiona la producción de sustancias activadoras de crecimiento e inhibidoras que ayudan al desarrollo de cultivos agrícolas.

Aunado a ello, Delgado (2018) afirma que los abonos orgánicos tienden a ejercer efectos al ser aplicados en el suelo, haciendo mejorar su fertilidad, dado que, actúan bajo propiedades físicas, químicas y biológicas, mejorándose así la textura, permeabilidad y retención del agua en el suelo, adicionalmente, se generan reducciones de las oscilaciones de pH.

Cabe señalar que, Ciocco et al. (2017) mencionan que al hacer referencia los procesos microbianos edáficos, estos determinan la composición de la materia orgánica, esto implica que los microorganismos mantendrán las principales funciones ecológicas, lo que en gran medida determina la sustentabilidad a largo plazo de distintos ecosistemas.

Por otra parte, Fuentes et al. (2018) indican que la betarraga posee un amplio valor nutricional, pues de manera general se encuentra compuesta de 70% de agua, 0,4% de grasas y 1% de fibra soluble, pudiendo variar estas concentraciones debido a múltiples factores.

Finalmente, Martínez (2015), “La remolacha, variedad Early Wonder, llega a tener un peso promedio de 80 g a 210 g” (p.13).

2.2. Marco teórico

2.2.1. Teorías

La teoría del Biocentrismo tiene importancia dado a las necesidades actuales del mundo, pues, se considera el medioambiente como parte necesaria para la existencia del hombre, no siendo tan solo un bien que podrá ser explotado y posteriormente desechado, en tal sentido, representa una fuente importante de biodiversidad de especies, habitat y vida en todo sentido (Camacho y Chávez, 2023).

La teoría de la conservación radica en la necesidad de salvaguardar los recursos naturales para asegurar la supervivencia de las especies y mantener el equilibrio ecológico. Además, con esta teoría se busca garantizar la disponibilidad de recursos para las nuevas generaciones y promover un desarrollo sostenible (Marone, 2013).

La teoría de la economía verde presenta un crecimiento dado de forma cualitativa, distribuyéndose el uso de los recursos de manera eficiente, es así que, se busca promover la innovación e inversión amigable en el medio ambiente, procurándose brindar oportunidades tanto económicas como laborales. Las estrategias para poner en marcha esta economía incluyen la producción limpia y eficiente de los recursos, planteándose una jerarquía de residuos y un análisis de los costos beneficios que se obtendrían (Ávila y Pinkus, 2018).

Plantea el desarrollo sostenible, formulando distintas estrategias en toda la cadena de producción, así como en el uso de servicios y productos, por lo tanto, el objetivo que se busca alcanzar es la generación de la prosperidad económica, sin dejar de proteger el medio ambiente y prevenir los niveles de contaminación, de esta manera se facilita el desarrollo sostenible (Prieto et al., 2017).

2.2.2. Betarraga

Es una especie de hortaliza que se desarrolla en climas templados, con una temperatura de crecimiento favorable que oscila entre 15° y 22°C, este cultivo, crece en suelos que contengan materia orgánica, sean livianos, profundos y se encuentren bien drenados, de esta forma, las raíces crecerán de manera adecuada y no presentaran deformidades, contiene un elevado valor nutricional (Fuentes et al., 2018).

La betarraga es una raíz esférica de forma globosa, sin embargo, en ciertas variedades suele ser alargada o plana, respecto a su peso y tamaño alcanza un diámetro de entre 5 – 10 cm y llegando a pesar entre 80 – 200 g, su color se encuentra caracterizado por variar de violáceo a rosáceo, pasando a naranjado hasta un marrón, finalmente, al ser una raíz que concentra gran cantidad de azúcar, se caracteriza por presentar un sabor dulce (Morocho, 2019).

Dentro de las variedades de esta hortaliza se encuentra Early Wonder, la cual presenta una forma globular, su tamaño por lo general es de mediano a grande, además, es ligeramente aplastada, asimismo, suele dividirse en anillos. Esta hortaliza tiene una cosecha de corto tiempo y se dirige al consumo fresco del hombre (Benites, 2023).

2.2.3. Composición química

La betarraga es un alimento muy rico en fibra y con un contenido moderado de calorías, las vitaminas que han resaltado son del grupo B, siendo estas: B1, B2, B3 y B6 conforme se observa en la tabla 1, no obstante, es un alimento con nivel bajo de pro – vitamina A y vitamina C. En el caso de la vitamina B2 conocida como riboflavina, esta se encuentra asociada a la producción de anticuerpos, así como de glóbulos rojos; en el caso de la vitamina B3 conocida como niacina, está relacionada a colaborar con el buen

funcionamiento del sistema digestivo; respecto a la vitamina B6, esta es participe de ayudar al sistema inmunológico. Respecto a los minerales esta hortaliza es rica en yodo, potasio y sodio, siendo menor las cantidades de magnesio y fósforo (Fuentes et al., 2018).

Tabla 1

Composición química de la betarraga por 100 g

COMPUESTO	CONTENIDO
Calorías	43
Agua	87.58 g
Carbohidratos	9.56 g
Grasas	0.17 g
Proteínas	1.61 g
Fibra	2.8 g
Cenizas	1.08 g
Calcio	16 mg
Potasio	325 mg
Fósforo	40 mg
Sodio	78 mg
Hierro	0.80 mg
Tiamina	0.031 mg
Riboflavina	0.040 mg
Niacina	0334 mg
Ácido ascórbico	4.9 mg

Nota. Datos tomados de Fuentes et al. (2018).

2.2.4. Residuos de pescado

Los residuos de pescado presentan una adecuada eficiencia, al igual que los fertilizantes orgánicos, pues llegan a brindar entre 5 – 6 % de ácido fosfórico, 4 – 10 % de nitrógeno y 1 % de potasio, es así que, el empleo de un fertilizante que se encuentre compuesto de residuos de pescado tiene un impacto positivo en el ambiente agrícola en donde es aplicado (Achour et al., 2016).

2.2.5. Biol

El biol es considerado un abono orgánico líquido de muy buena calidad, pues posee elementos que resultan esenciales en la nutrición de plantas; alguna de las características que tiene es el ser un estimulador de la floración, activador de semillas y ayudar a combatir las enfermedades y plagas. Su uso suele recomendarse en cultivo de corto ciclo vegetativo, tales como las hortalizas (Gil y Lezama, 2023).

2.2.6. Tipos de abonos orgánicos

a. Abonos verdes

Este tipo de abonos implica que se debe considerar la siembra de plantas que mejoren y aporten elementos que sean nutritivos para el suelo, lo limpien, además que eliminen la competencia de malas hierbas. Por lo que, deben emplearse entre hileras y tablas cultivadas, no obstante, también podrá emplearse en suelos nuevos que deseen cultivarse, llegando a formarse posteriormente una cubierta vegetal denso que desaceleré la evaporación (Arango, 2019).

b. Abonos microbiales

Actualmente existen microorganismos que son benéficos dentro de la agricultura, estos son: levaduras, micorrizas, rhizobios, lactobacilos, trichoderma, entre otros (Miranda & Rengifo, 2016).

c. Abonos sólidos

Este tipo de abonos son los orgánicos, los que se encuentran compuestos por material natural, llegando a estar constituidos de residuos de animales y vegetales que han sido procesados, empleando distintos métodos que han tenido como objetivo recuperar, mantener e incrementar la actividad biológica del suelo, aumentando así sus características físicas y fertilidad (Epiquien y Idrogo, 2021).

d. Abonos líquidos

El abono líquido es un fertilizante líquido obtenido a partir de la degradación de materia orgánica en condiciones anaeróbicas, también surge de la preparación líquida realizada a partir de un compost o lombricompost sólido, además, de su efecto nutricional es utilizado como defensivo natural y estimulador del crecimiento vegetal para la reposición de nutrientes durante el ciclo del cultivo (Arango, 2019).

2.2.7. Cantidad de abonos en cultivos

La cantidad de abonos que se empleen en los cultivos dependerá de diversos factores, tales como, exigencia nutricional, clima, fertilidad original del suelo, entre otros. Es así que, para considerar una recomendación es fundamental considerar ciertas validaciones; algunos productores han usado 450 g de abono, pero para ello lo han fraccionado en tres partes iguales para todo el desarrollo vegetativo del cultivo. En casos como este, el abono

orgánico una vez que ha sido aplicado, deberá cubrir todo el suelo para no perder su efecto (Delgado, 2018).

2.2.8. Microorganismos eficientes

Son un conjunto de microorganismos benéficos que pueden brindar mejorías a las condiciones del suelo, además, ayudan a acelerar la descomposición de materia orgánica, así como, el proceso de fermentación. Actualmente la agricultura sostenible viene aumentando el uso de microorganismos asociados a la mejoría de cultivos, ya que, de esta forma se reduce el empleo de fertilizantes sintéticos y se mitiga los niveles de contaminación en el suelo (Cruz et al., 2021).

Los microorganismos eficientes representan una combinación de microorganismos beneficiosos, en los que se encuentran principalmente cuatro géneros, siendo estos, levaduras, bacterias fototrópicas, hongos de fermentación y bacterias generadoras de ácido láctico; cuando estos toman contacto con la materia orgánica realizan una secreción de sustancias de carácter beneficioso, tales como minerales quelatados, vitaminas, ácidos orgánicos y de manera principal de sustancias antioxidantes (Llanqui y Taype, 2019).

Los microorganismos eficientes son de gran ayuda en el manejo de residuos orgánicos, pues promueven la transformación aeróbica de los residuos, de manera que evita que estos liberen malos olores, asimismo, incrementa la eficiencia de la materia orgánica (Escalona, 2021).

Dentro de los microorganismos eficientes se encuentran las bacterias ácido lácticas, el cual ayuda a eliminar microorganismos nocivos; en el caso de la levadura, ayuda a la degradación de carbohidratos y proteínas, produciendo a su vez sustancias bioactivas; por otro lado, las

bacterias fotosintéticas, puede generar que la planta adquiera nutrientes sin necesidad de estar expuesta a la luz solar (Gortari y Normey, 2022).

Cabe indicar que, la fermentación láctica, conocido como fermentación ácido láctica, implica un proceso de síntesis de ATP (Trifosfato de Adenosina) con la ausencia de oxígeno realizado por microorganismos, encontrándose entre aquí las bacterias ácido láctica, siendo las que realizan la excreción de ácido láctico. Estas bacterias se clasifican en homofermentativas, las cuales tienen la función de solo sintetizar ácido láctico sin liberar CO₂; en tanto, las bacterias heterofermentativas no solo generan ácido láctico, sino cantidades de CO₂ y etanol (León et al., 2016). Por otro lado, la ruta para el metabolismo del piruvato (continuación de la glucólisis) es su reducción al lactato a través de la fermentación láctica; es así que, la glucólisis necesita de glucosa y de la coenzima NAD⁺ (nicotinamida adenina dinucleótido) para llevarse a cabo, y cuando no hay oxígeno, el NADH no puede ser reoxidado a NAD⁺ (y se detiene la glucólisis), siendo este último el aceptor de electrones imprescindible para la oxidación del piruvato. Bajo estas condiciones el piruvato se reduce a lactato, aceptando los electrones del NADH y regenerando así el NAD⁺ necesario para continuar la glucólisis y obtener energía (ATP's). Este tipo de fermentación es responsable de la elaboración de productos lácteos acidificados, puesto que el ácido láctico tiene excelentes propiedades conservantes (Universidad Nacional Autónoma de México, 2017). A continuación, la figura 1, muestra la esquematización del proceso.

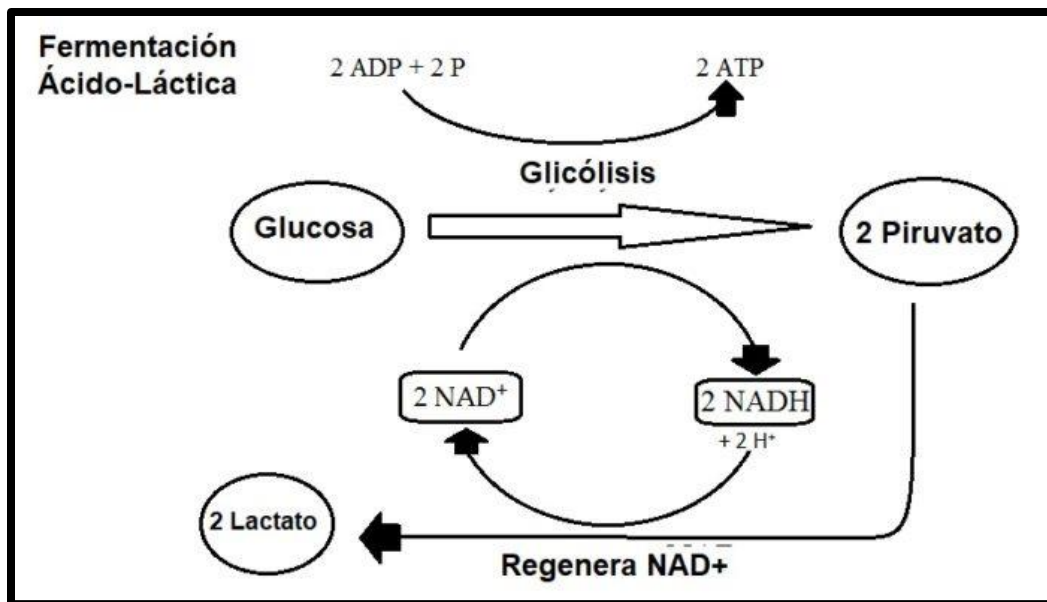


Figura 1. Esquema de la fermentación láctica. Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México (2017).

Ante lo señalado en los párrafos precedentes, en el ámbito agrícola el uso de bacterias ácido lácticas permite obtener bioabonos mediante un proceso de fermentación láctica, de forma que se degradan distintas materias orgánicas como por ejemplo microalgas, residuos de pescado, hidrolizado de pescado, entre otros. El producto alcanzado en este proceso puede ser usado para la germinación de semillas y elevar el nivel de nutrientes en el suelo (Peralta et al., 2016). Las bacterias ácido lácticas ayudan a suprimir microorganismos patógenos e incrementar de forma rápida la descomposición de materia orgánica, sin generar disminución de elementos beneficioso que contenga (Moreira et al., 2017).

Las bacterias ácido lácticas representan un conjunto de microorganismos con metabolismo fermentativo que acelera la descomposición de materia orgánica y aumenta la disponibilidad de nutrientes, ello debido a la fijación de nitrógeno, llegando en los cultivos promover el crecimiento de las plantas y generar una mejora en la resistencia al estrés abiótico (Montero et al., 2024).

2.2.9. Melaza en la agricultura

Dentro de los residuos orgánicos la melaza es considerado un acelerador de su descomposición, debido a que una de sus funciones es producir carbono y energía, lo cual aumenta la vida bacteriana y genera mayor producción de la población de microorganismo (Álvarez et al., 2021).

2.3. Marco conceptual

Antocianinas

Las antocianinas son parte de un grupo de pigmentos vegetales solubles en agua, presentes en vegetales y frutas y en muchos casos son las responsables de su color (Condori et al., 2020).

Las antocianinas son sintetizadas por las plantas, siendo responsables de colores naranja, azul, rojo y púrpura en frutas, flores y verduras; su presencia en las plantas es de gran importancia pues atrae a polinizadores y participa en mecanismos de defensa ante factores de estrés ambientales y bióticos (Barragán et al., 2020).

Las antocianinas se encuentran relacionadas al funcionamiento y regulación de la senescencia, así como de la temperatura de la hoja, teniendo por lo tanto un papel de protección en el aparato fotosintético de las plantas que presentan alto flujo de radiación luminosa (Oliveira, 2022).

Biol de residuos de pescado

Los residuos de pescado son una fuente de calcio, proteína, hierro y minerales, esto debido al contenido de aminoácidos, pudiendo ser empleados para la elaboración de fertilizantes, pudiendo realizarse a partir de la fermentación láctica, pues es un proceso práctico y rápido

necesitando solo homogenización diaria y control de pH, lo cual se logra entre 5 a 8 días a una temperatura de 30°C (Florez et al., 2020).

El biol a base de residuos de pescado se encuentra compuestos por las vísceras y esqueleto del pescado, el cual luego de atravesar un proceso de fermentación anaeróbica, se encontrará apto para ser empleado en distintos cultivos, con su aplicación se espera mejorar sus características (Epiquien y Idrogo, 2021).

El biol líquido de residuos de pescado es un fertilizante orgánico, siendo empleado como una alternativa sostenible que no genera contaminación, aportando a su vez micro y macro nutrientes al suelo, optimizando sus propiedades químicas, físicas y microbiológicas; además, su uso tiene un menor costo en el mercado (Chávez et al., 2024).

Calidad del suelo

La calidad del suelo es interpretada como la utilidad que este tiene para un determinado propósito, teniendo en cuenta su contenido de materia orgánica, productos microbianos y diversidad de organismos (Cruz et al., 2004).

Es comprendida como su funcionalidad dentro de los límites de un ecosistema manejado o natural, teniendo la capacidad de sostener la productividad de las plantas y animales (García et al., 2012).

Es la condición en la que se encuentra el suelo en relación a los componentes con los que cuenta (Morocho, 2019).

El suelo de calidad presenta propiedades químicas (cantidades adecuadas de nitrógeno, fósforo, potasio, entre otros nutrientes que ayudan al crecimiento de la planta), físicas (buena estructura y facilidad de desarrollo de raíces) y biológicas (alta actividad

microbiana) de forma equilibrada, esto le permite mantener una buena estructura y porosidad, esto a su vez ayuda al crecimiento de las plantas (Burbano, 2017).

Fermentación láctica

La fermentación láctica es el proceso en el que se emplean compuesto del sustrato por microorganismos con el objetivo de llevar a cabo su metabolismo, por lo que luego se generan subproductos finales que podrán ser utilizados en las industrias del mercado, como química, alimentaria, farmacéutica, entre otros. Uno de los microorganismos más empleados son las bacterias ácido lácticas (BAL), las cuales pueden encontrarse en forma de cocos o bacilos no esporulantes; cabe mencionar, que en un proceso de fermentación las BAL inducen de forma rápida la acidificación del sustrato (Aguirre et al., 2024).

La fermentación láctica empieza con la glucosa, para que se inicie a partir de lactosa es necesario que se produzca una escisión hidrolítica de la misma, por la acción de la enzima lactasa (Ruiz, 2016).

La fermentación láctica es un proceso controlado, para ello se requiere de un ambiente adecuado de humedad y temperatura, además, de un control de las bacterias lácticas (Ternero, 2023).

Productividad

La productividad en la agricultura se considera al rendimiento de kilos por hectárea de un cultivo, de forma que se encuentra asociado a incrementar el producto obtenido en una unidad de área, por lo que, el rendimiento que se obtenga un cultivo es la forma más directa de asociar con la productividad en campo (Camacho et al., 2020).

La productividad agrícola se encuentra relacionada con los recursos disponibles para generar nuevos productos en la agricultura, asimismo, implica comparar la cantidad de

insumos empleados, mano de obra, fertilizantes, maquinaria y volumen de producción alcanzado. Cabe precisar que, este concepto no solo se encarga de medir la cantidad de cultivos cosechados, sino de realizar una evaluación de la calidad y valor de la producción final (Tello, 2016).

III. METODOLOGÍA

3.1. Método

Según el enfoque metodológico la investigación se desarrolló siguiendo el método cuantitativo y de acuerdo a la estrategia de obtención de la información fue el método experimental.

3.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación experimental fue el DCA, además en la figura 2 se especifican las medidas que se adoptaron para el área en el que se realizó la investigación.

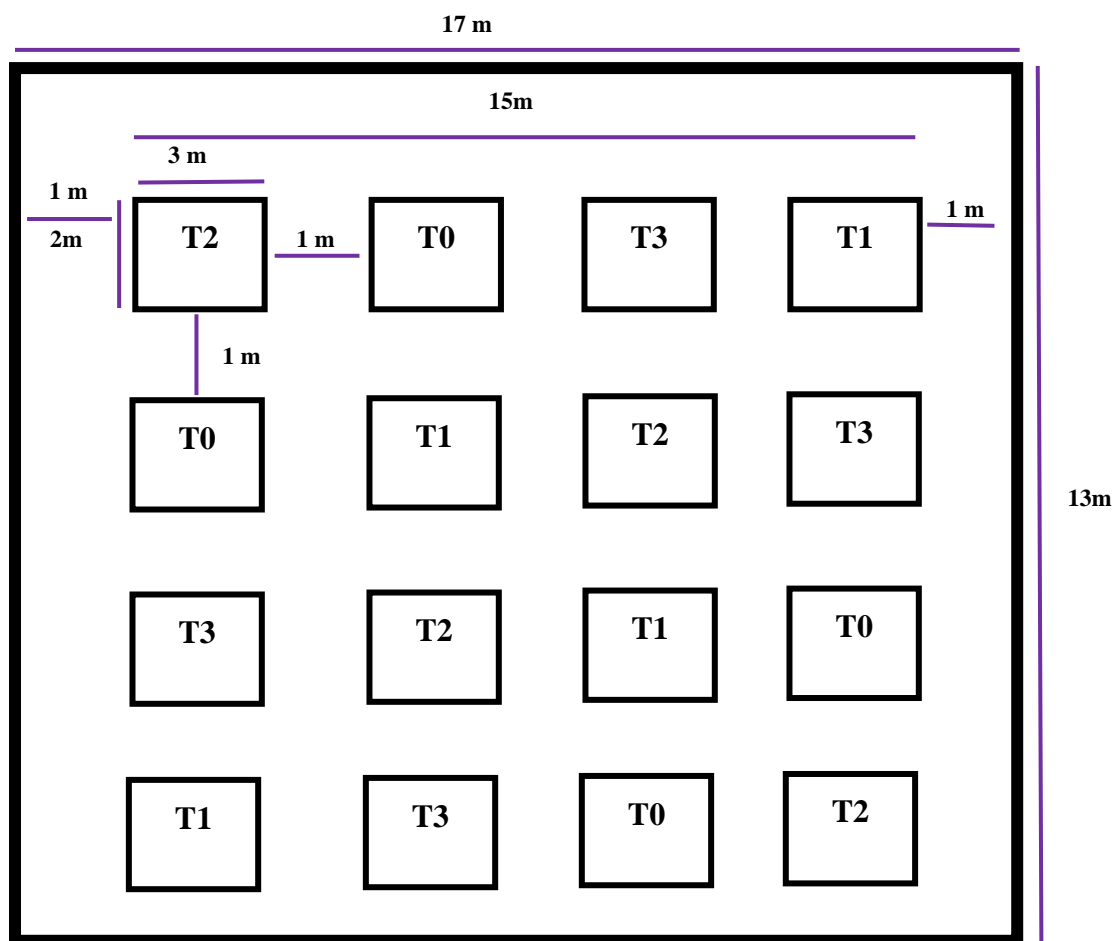


Figura 2. Croquis del área experimental.

La descripción del área experimental fue la siguiente:

Parcela experimental

Distanciamiento entre plantas: 0,20 m

Distanciamiento entre surcos: 0,60 m

Profundidad de siembra: 0,01 m

Número de plantas por unidad experimental: 100

Número de plantas para muestreo: 10

Largo de la parcela experimental: 17,0 m

Ancho de la parcela experimental: 13,0 m

Área total de la parcela experimental: 221,0 m²

Unidad experimental

Número de unidades experimentales: 16

Largo de la unidad experimental: 3,0 m

Ancho de la unidad experimental: 2,0 m

Área total de la unidad experimental: 6,0 m²

De acuerdo al diseño experimental los tratamientos aplicados fueron T0, T1, T2 y T3 desarrollados con 4 repeticiones, constituido por 12, 18 y 24 ml de biol de residuos de pescado, el mismo que se muestra en la tabla 2, evaluado mediante un análisis de varianza ANOVA, siendo ello mostrado en la tabla 3.

Tabla 2*Tratamientos de la investigación*

Tratamientos	Biol/Agua
T0	0 ml/20 l de agua
T1	12 ml/20 l de agua
T2	18 ml/20 l de agua
T3	24 ml/20 l de agua

Tabla 3*Análisis de varianza para evaluar el estímulo creciente según tratamiento*

Fuentes de Variación (FV)	Sumas de Cuadrados (SC)	Grados de Libertad (gl)	Cuadrados Medios (CM)	Estadístico de Prueba (Fc)
Tratamientos	$SC_{Tratam} = \frac{\sum y_{i.}^2}{r} - \frac{y_{..}^2}{tr}$	$t - 1$	$CM_{Tratam} = \frac{SC_{Tratam}}{t - 1}$	$\frac{CM_{Tratam}}{CM_{Error}}$
Error Experimental	$SC_{Error} = SC_{Total} - SC_{Tratam}$	$t(r - 1)$	$CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{t(r - 1)}$	
Total	$SC_{Total} = \sum \sum y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{tr}$	$tr - 1$		

Nota. Datos tomados de Gutiérrez y De La Vara (2008).

a. Modelo estadístico

El modelo estadístico que se utilizó en el presente informe fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, k$ (tratamientos)

$j = 1, 2, \dots, b$ (repeticiones)

Y_{ij} = estimulo creciente (peso)

μ = la media general

α_i = efecto del biol al (0, 12, 18 y 24 ml/20 l de agua)

β_j = efecto del resultado del i -ésimo

ε_{ij} = error experimental

3.3. Población

Las plantas de betarraga (*Beta vulgaris*) se obtuvieron a partir de la germinación de las semillas comerciales certificadas de la variedad Early Wonder, además, estuvo conformada por 1600 plantas, para ello se tomó en consideración lo mencionado por Castillo (2020) quien señala que para determinar el cálculo de densidad de plantas en una hectárea, se toma la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad de plantación} = \frac{10000 \text{ m}^2}{\text{Distancia entre plantas} \times \text{Distancia entre hileras}}$$

$$\text{Densidad de plantación} = \frac{10000 \text{ m}^2}{0,20 \text{ m} \times 0,60 \text{ m}}$$

$$\text{Densidad de plantación} = \frac{10000 \text{ m}^2}{0,12 \text{ m}^2}$$

$$\text{Densidad de plantación} = 83333 \text{ plantas}$$

Luego se realizó el siguiente cálculo, considerando para ello el área de 96 m²:

$$10000 \text{ m}^2 \rightarrow 83333 \text{ plantas}$$

$$96 \text{ m}^2 \rightarrow X \text{ plantas}$$

$$X = \frac{96 \text{ m}^2 \times 83333 \text{ plantas}}{10000 \text{ m}^2}$$

$$X = \frac{7999968 \text{ plantas}}{10000}$$

$$X = 800 \text{ plantas}$$

Considerándose que se realizó una siembra a doble hilera, se procedió a realizar el siguiente cálculo:

$$X = 800 \text{ plantas} \times 2 = 1600 \text{ plantas}$$

Por lo tanto, la población se conformó por 1600 plantas de betarraga.

3.4. Muestra

A partir de una población finita el tamaño de muestra fue calculado de acuerdo a la Asesoría Económica & Marketing (2009) de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 p \cdot q \cdot N}{\epsilon^2 (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n: Es el tamaño de la muestra que se desea conocer.

p y q: Representan la probabilidad de la población de estar o no incluidas en la muestra. En tanto $p = 50\%$ y $q = 50\%$

Z: Representa las unidades de desviación estándar que en la curva normal definen una probabilidad de error = 0.05, lo que equivale a un intervalo de confianza del 95 % en la estimación de la muestra, por tanto, el valor $Z = 1.96$

N: Es el total de la población.

E: Representa el error estándar de la estimación. En este caso se ha tomado 0.07

Luego del reemplazo de los datos para la presente investigación se tuvo el siguiente cálculo:

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,5 \times 0,5 \times 1600}{0,07^2 (1600 - 1) + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}$$
$$n = 150$$

Por lo tanto, en la ecuación descrita se obtuvo un tamaño de muestra conformada por 150 plantas.

3.5. Muestreo

El muestro se realizó tomando 10 plantas por tratamiento para así tener una muestra homogénea. Además, se empleó la clasificación de muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple, debido a que se conoce todos los elementos que forman parte de la población, y se asignó a cada elemento un número correlativo, para luego, mediante un método al azar se selecciona a los individuos hasta que se llegó a completar la muestra necesaria.

3.6. Operacionalización

Tabla 4

Operacionalización de variables

Variables					
Independientes	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Biol de residuos de pescado	Es un fertilizante orgánico, siendo empleado como una alternativa sostenible que no genera contaminación, aportando a su vez micro y macro nutrientes al suelo.	Es una fuente de nutrientes de origen natural que tiene como base los residuos de pescado, los cuales son ricos en NPK, siendo de utilidad en el área agrícola.	Fertilización inorgánica	Dosis	0 ml/20 l de agua
			Fertilización orgánica		12 ml/20 l de agua
					18 ml/20 l de agua
					24 ml/20 l de agua
Dependientes	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Productividad de betarraga	Se considera al rendimiento de kilos por hectárea de un cultivo, de forma que se encuentra asociado a incrementar el producto obtenido en una unidad de área.	Es la cantidad obtenida de un cultivo de una determinada área agrícola, de manera que se mide el rendimiento alcanzado.	Rendimiento	Rendimiento	tn/ha
Calidad del suelo	Es interpretada como la utilidad que este tiene para un determinado propósito, teniendo en cuenta su contenido de materia orgánica, productos microbianos y diversidad de organismos.	Comprende los elementos con los que cuenta el suelo, y los que ayudaran al desarrollo de un determinado cultivo.	Características fisicoquímicas	pH Conductividad Eléctrica Materia Orgánica Nitrógeno Fósforo Potasio	Escala Escala % mg/l mg/l mg/l
Composición química de la betarraga	Es un alimento rico en fibra, calorías, vitaminas B1, B2, B3 y B6, todo ello ayuda al sistema inmunológico del hombre.	Es la cantidad de nutrientes que contiene la betarraga.	Nutrientes de la betarraga	Proteínas Grasa Humedad Cenizas Fibra Carbohidratos	% % % % % %

3.7. Preparación del biol y procedimiento experimental

3.7.1. Preparación del biol

Para la preparación del biol se emplearon residuos de pescado (cabeza, cola y vísceras) teniendo ello un origen de procesamiento artesanal, al cual se adicionó bacterias ácido lácticas (BAL).

Siguiendo el diagrama de flujo para el proceso de preparación de un fertilizante a base de residuos de pescado realizado por Durand (2020), se muestra en la figura 3, el cual contiene los pasos que se siguió.

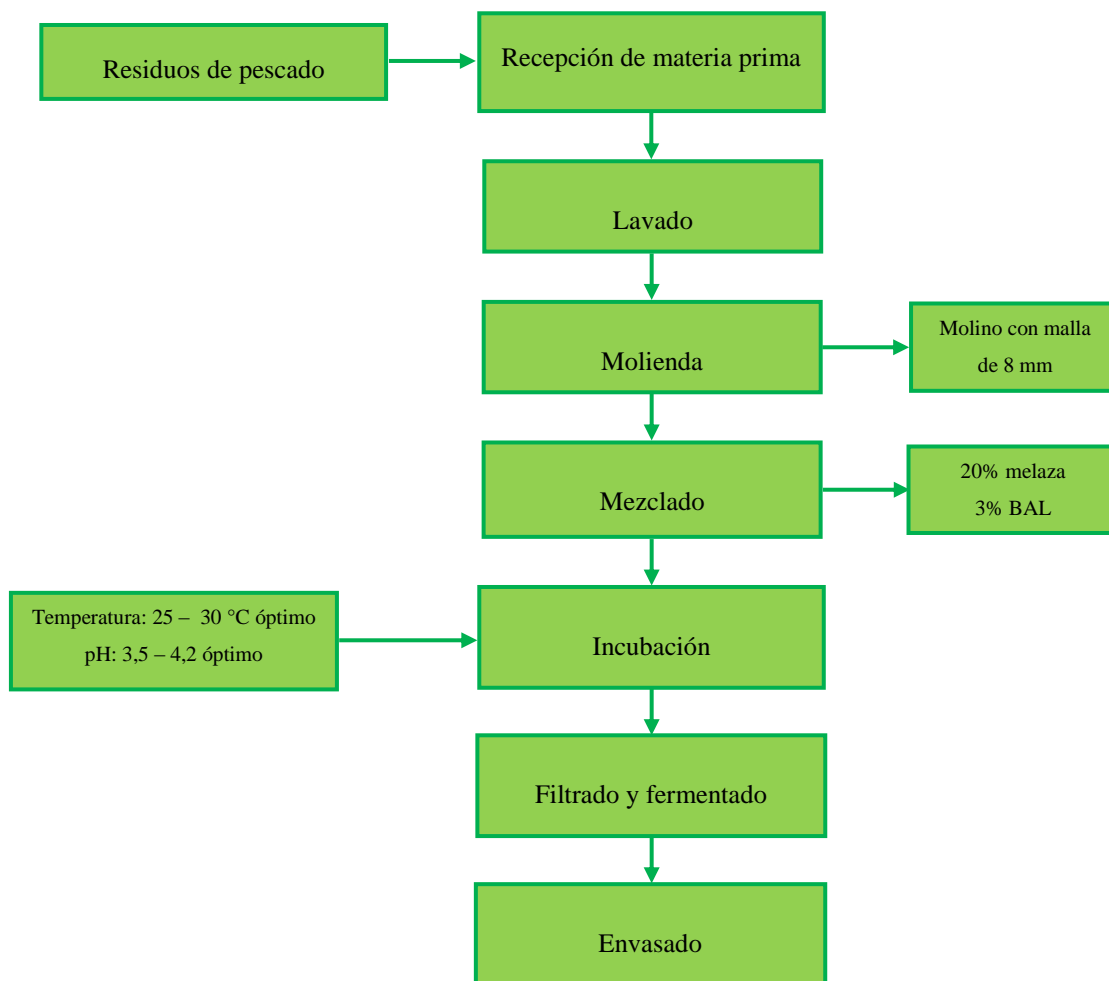


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso para elaborar biol.

A continuación, se detalla los pasos que se siguió para la elaboración del biol de residuos de pescado:

a. Recepción de materia prima

Los residuos de pescado (cabeza, cola y vísceras) de caballa y jurel mostrado en la figura 4 fueron adquiridos del Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote, además, la materia prima que se procesó conto con los parámetros mínimos de calidad. El procesamiento se realizó en la empresa Procesadora STAR GROUP S.A.C., en una habitación acondicionada, donde se procesó los residuos de pescado.



Figura 4. *Recepción de materia prima.*

b. Lavado

Se lavó los residuos de pescado (Figura 5) con el propósito de eliminar la sangre, posteriormente, estos fueron escurridos por un periodo de 30 a 40 minutos.



Figura 5. *Lavado de residuos de pescado.*

c. Molienda

Los residuos de pescado fueron molidos (Figura 6) utilizando un molino manual con la finalidad de uniformizar el tamaño de las partículas sólidas, hasta obtener una masa homogénea, además, el tamaño de la criba fue de 8 mm.

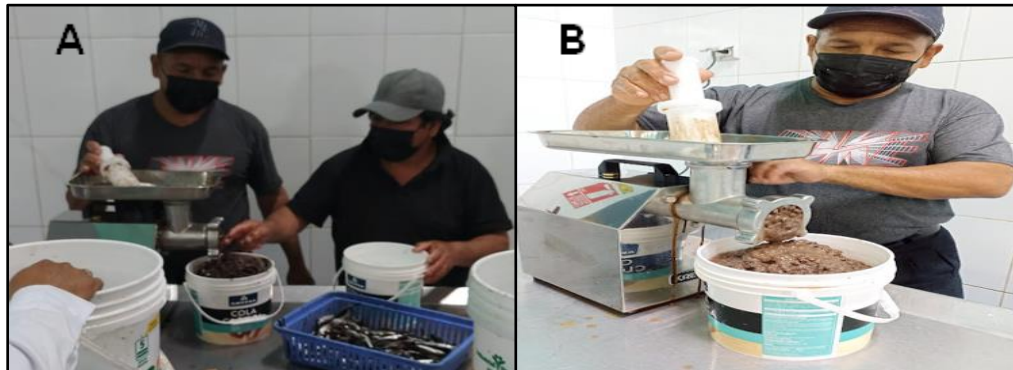


Figura 6. *Molienda.*

d. Mezclado

En un balde de plástico se mezcló la materia orgánica de residuos de pescado para lo cual se usó 6 kg junto a melaza de caña de azúcar en una cantidad de 1,2 l acompañado de bacterias ácido lácticas (BAL) en 180 ml, luego se colocó un plástico film sobre la mezcla para mantener las condiciones anaeróbicas y finalmente se cerró herméticamente (Figura

7). La concentración de los elementos se realizó teniendo en cuenta lo mencionado por Sánchez (2022) en la capacitación de “Biofertilizante Líquido”.



Figura 7. *Mezclado.*

e. Incubado

Las muestras (previamente rotuladas) inicialmente fueron incubadas a una temperatura ambiente de 15 – 20 °C, durante las primeras 24 horas, en este tiempo se tomó la medida del pH y temperatura (Figura 8). Finalmente, se acondicionó un ambiente donde la temperatura osciló entre 25 – 30 °C.

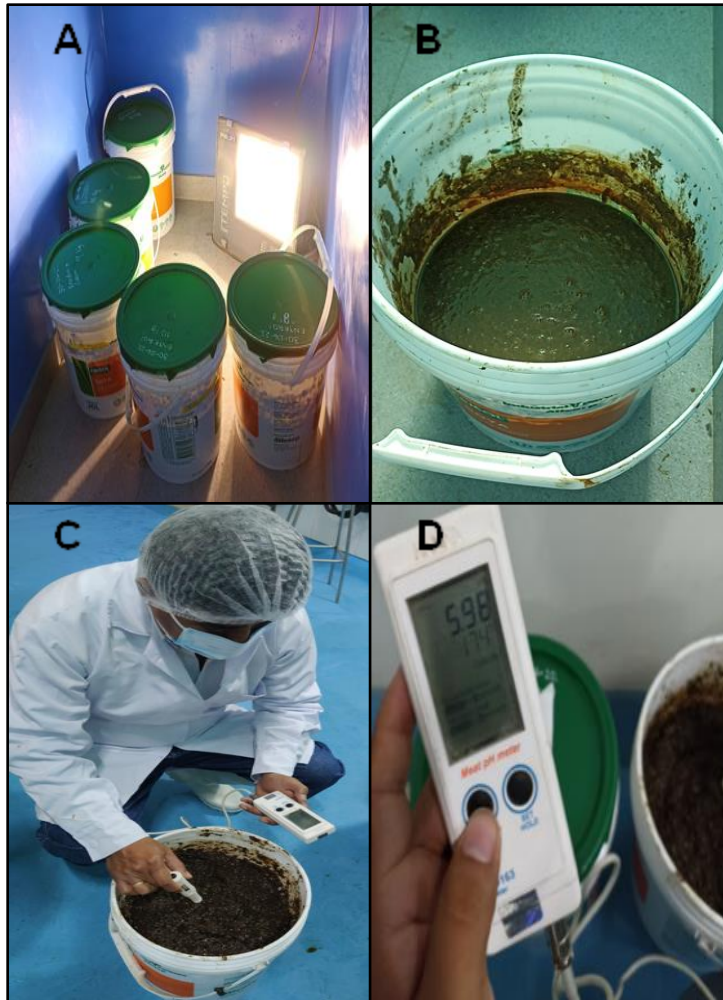


Figura 8. *Medición de muestras incubadas.*

Además, se tomó una muestra de 4 kg del biol de residuos de pescado para evaluar el pH y temperatura cada 4 horas durante las primeras 24 horas. Posteriormente se evaluó el pH y temperatura durante las 96, 141 y 333 horas, conforme se detalla en las tablas 5 y 6.

Tabla 5*Control de pH y temperatura durante las primeras 24 horas*

FECHA	HORA	CONTROL	TRATAMIENTO RESIDUO	
		CADA 4 h	- 4 kg	
		(24 h EN TOTAL)	pH	T°
30/06/2024	11:30 a.m.	0	6,16	15,8
	15:30 p.m.	4	6,06	19,7
	19:30 p.m.	8	6,08	20,5
	22:30 p.m.	12	6,09	20,2
	03:30 p.m.	16	6,06	19,6
01/07/2024	07:30 p.m.	20	6,03	18,9
	11:30 p.m.	24	5,86	20,2

Tabla 6*Control de pH y temperatura durante las 96, 141 y 333 horas*

FECHA	HORA	CONTROL EN HORAS	TRATAMIENTO RESIDUO	
			- 4 kg	
			pH	T°
04/07/2024	09:30 a.m.	96	4,96	25,7
06/07/2024	09:00 a.m.	141	4,20	24,5
13/07/2024	10:00 a.m.	333	4,15	23,4

f. Filtrado y fermentado

Con el propósito de eliminar restos sólidos no hidrolizados, el producto fue filtrado con la ayuda de una malla de plástico, la fase líquida corresponde al abono (Figura 9). Posteriormente la materia se fermentó aproximadamente por 10 días, durante este tiempo

se realizó evaluaciones respecto al pH, temperatura y algunas características organolépticas adquiridas con el uso de las BAL.



Figura 9. *Filtrado y fermentado.*

g. Envasado

La presentación del producto se colocó en botellas de 1 l, siendo este envasado y almacenado a condiciones de temperatura ambiente, alcanzando un pH de 4,15 y una conductividad eléctrica de 67,20 dS/m (Figura 10).



Figura 10. *Envasado del biol.*

3.7.2. Procedimiento experimental

Se sembró el cultivo de betarraga (*Beta vulgaris*) variedad Early Wonder en el fundo “Santa Rosa”, en una área de 221,0 m², además, se empleó maquinaria para realizar la actividad de arado, así como labores de surcado con la ayuda de un caballo, para el inicio de las actividades en campo se tuvo en cuenta las condiciones climatológicas aceptadas por este cultivo, la cual tiene mayor aceptación en épocas de verano, no obstante, la temperatura de crecimiento favorable oscila entre 15° y 22°C, en tanto prefiere climas suaves y húmedos, aunque se adapta bien a otras condiciones, es preciso indicar que es un cultivo estacional, en el que su siembra se da en cualquier época del año.

Se realizó surcos de 0,60 m y se marcó líneas divisoras de 2,0 m x 3,0 m para contornear los tratamientos, cabe precisar que las semillas de betarraga fueron obtenidas en la Agrícola Agricultor y el cultivo se trabajó de manera convencional con respecto al Testigo, se usó fertilizantes y las labores agrícolas, por otro lado, los tratamientos se manejaron uniformemente respecto a labores agrícolas como la aplicación del biol de residuos de pescado, el riego, control de malezas y control fitosanitario. A continuación, se detalla las actividades que se realizaron en campo:

a. Medición del terreno

La actividad se realizó con el apoyo de una wincha (Figura 11), de acuerdo al croquis elaborado se colocaron estacas a los extremos de los surcos, delimitándose a su vez con un hilo nailon.

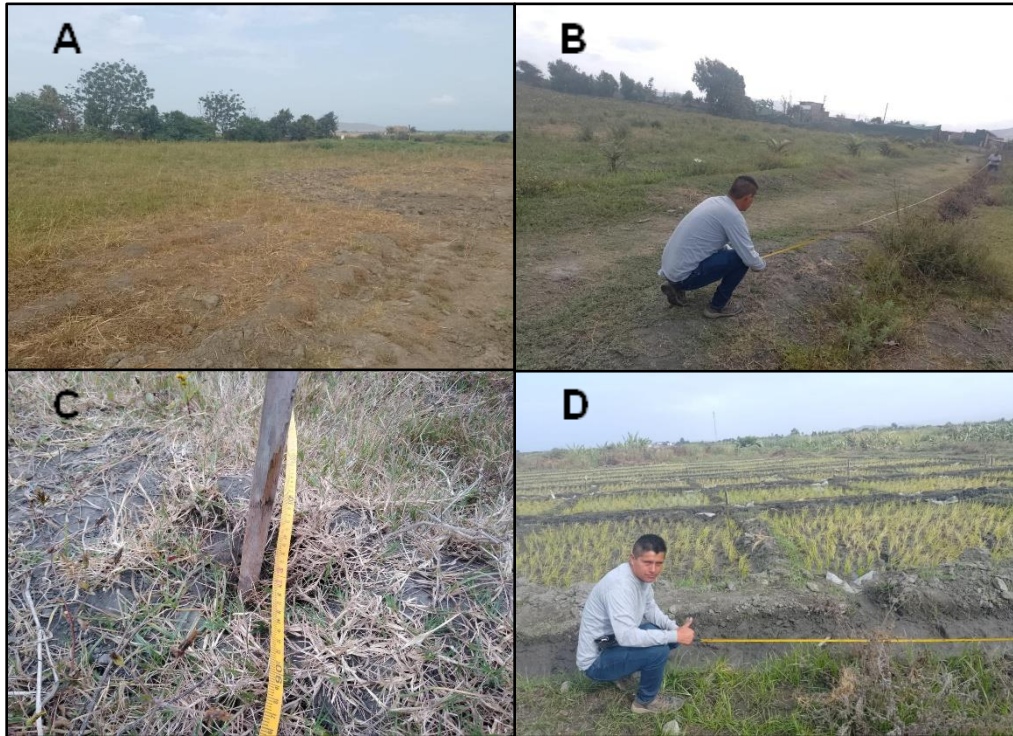


Figura 11. *Medición del terreno.*

b. Limpieza del terreno

Se limpió el terreno, después se realizó el riego de machaco en el campo (Figuras 12 y 13), disponiéndose así de la humedad uniforme del terreno, siendo esto importante para obtener una germinación homogénea luego de sembrar las semillas.

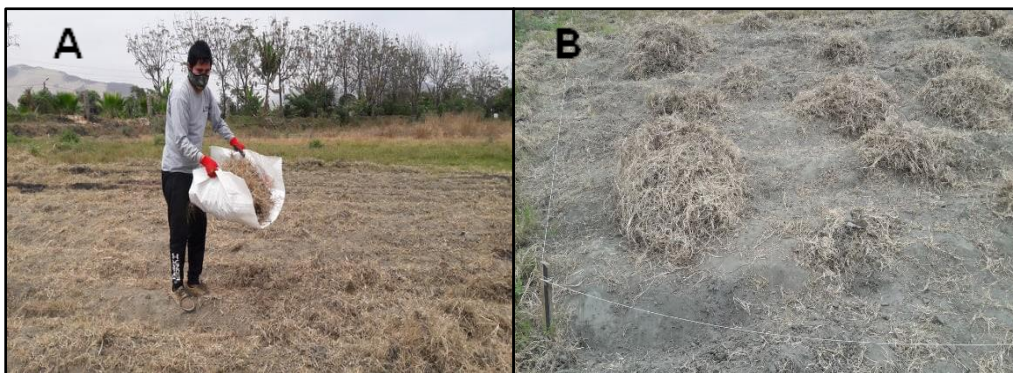


Figura 12. *Limpieza del terreno.*

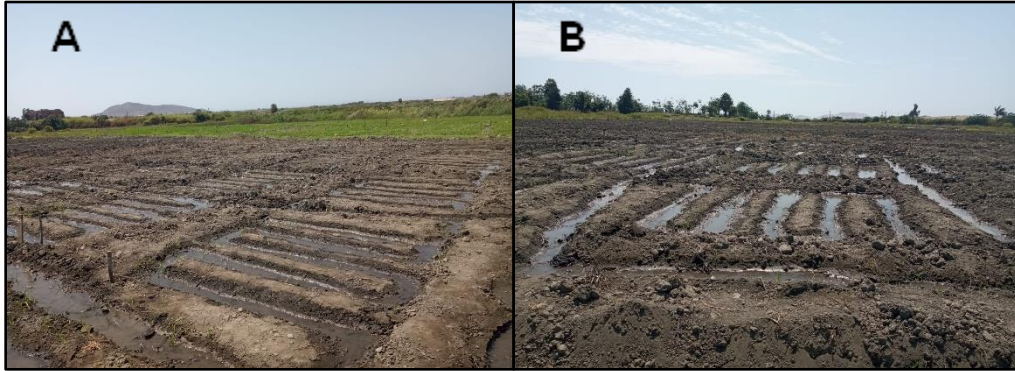


Figura 13. *Riego de machaco del terreno.*

Con el apoyo de una palana y pico, se realizó la labranza del terreno a 30 cm de profundidad para obtener un terreno labrado y suelto (Figura 14).

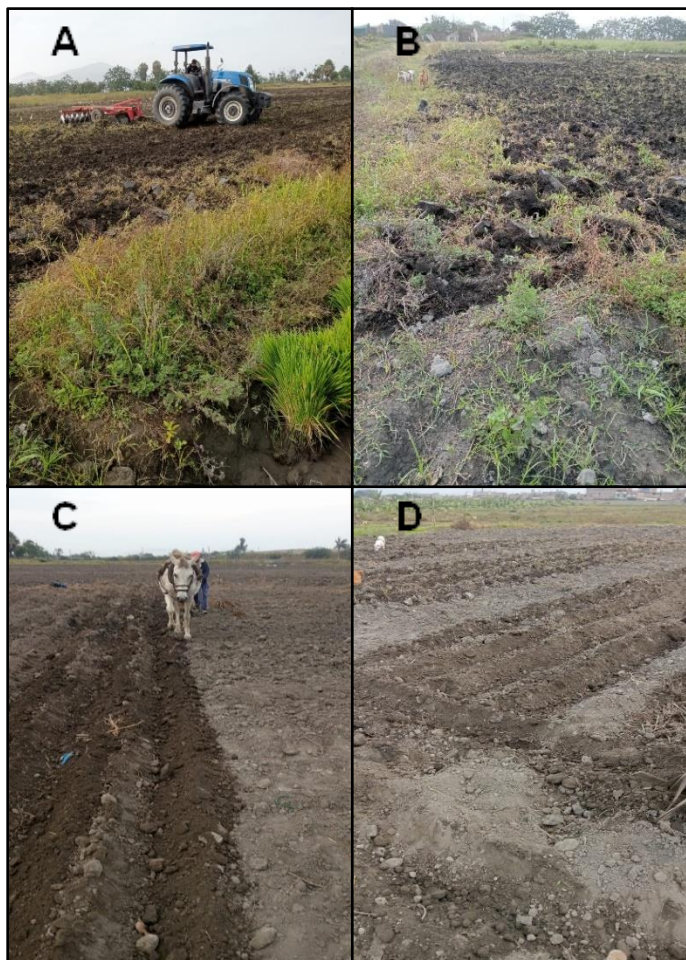


Figura 14. *Labranza del terreno.*

Luego de delimitar las 16 unidades experimentales se realizó el surcado, siendo la distancia entre ellos de 0,60 m, permitiendo esto realizar las actividades culturales como desahije y desmalezado. Luego, se incorporó humus de lombriz para mejorar la estructura del suelo, aireación, y retención de humedad (Figura 15).



Figura 15. *Delimitación, surcado e incorporación de humus.*

c. Siembra

Para esta actividad fue necesario la compra de una lata de semilla certificada de betarraga de la variedad Early Wonder, la cual, tenía el peso de 1 kg, estas fueron obtenidas en la Agrícola Agricultor. Es así que, la siembra se realizó de manera manual a ambas caras del surco a un distanciamiento de 0,60 m entre surcos y 0,20 m entre plantas, empleando 3 semillas mediante el método por golpe para así desahijar 2 plantas, quedando una planta por golpe (Figura 16).



Figura 16. *Siembra.*

La actividad de desahije, se realizó para evitar una posible competencia de las plantas por los nutrientes por lo que solo quedaron aquellas que presentaron un mayor vigor (Figura 17).

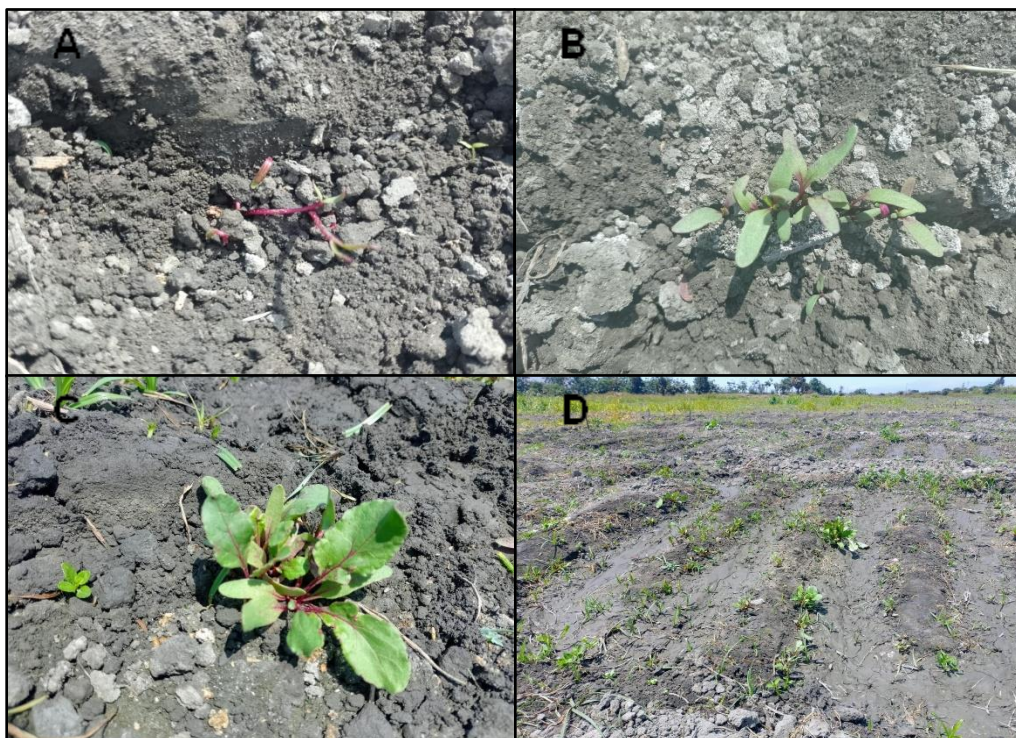


Figura 17. *Desahije.*

d. Control de malezas

Esta actividad se dio de manera oportuna, teniendo en cuenta el desarrollo del cultivo de betarraga (variedad Early Wonder), el objetivo fue evitar la competencia de nutrientes y la absorción del biol de residuos de pescado. Se procedió a realizar el desmalezado con la ayuda de un azador (Figura 18), siendo realizada esta actividad una vez por semana.



Figura 18. *Control de malezas.*

e. Fertilización

En base a la bibliografía consultada se fertilizó al tratamiento testigo (Figura 19) con la fórmula promedio N-P-K (100-80-60 kg/ha) siendo dividida en dos fracciones, la primera aplicación se dio a los 20 días, cuando las plantas alcanzaron 7 cm de altura. La segunda aplicación se dio trascurrido 15 días de la primera.



Figura 19. *Fertilización al tratamiento testigo.*

f. Control Fitosanitario

Se realizó mediante el método químico, para evitar la infestación de plagas y/o enfermedades en las etapas fenológicas del cultivo (Figura 20). Los productos empleados fueron los siguientes:

- Cropfos: Empleado como cebo tóxico, se aplicó 5 días después de realizada la siembra en el contorno de cada semilla, para prevenir daños del gusano de tierra.
- Lannate 40 SP: Se aplicó 7 días después que germinará la semilla, con el propósito de combatir el gusano de tierra, siendo empleado en 3 ocasiones más por cada 5 días, luego de la primera aplicación. Para la aplicación de este producto fue necesario el uso de una mochila fumigadora.

- Skirla: Se aplicó a los 30 días después que germinara la semilla, para combatir el gusano, empleado en 3 ocasiones más por cada 5 días, siendo necesario el uso de una mochila fumigadora para este producto.



Figura 20. *Control Fitosanitario.*

g. Aplicación del biol de residuos de pescado

Se utilizó el biol de residuos de pescado en tres dosis distintas (12 ml, 18 ml y 24 ml/20l de agua), aplicadas en la fase fenológica de desarrollo vegetativo, de forma fraccionada en

el cultivo. La primera aplicación se realizó a los 7 días después que las semillas emergieron, la segunda a los 14 días de la primera aplicación, la tercera a los 21 días de la segunda aplicación y la cuarta a los 28 días de la tercera aplicación. Mediante la figura 21 se observa el biol de residuos de pescado, el cual con el apoyo de una mochila fumigadora de capacidad de 20 l se aplicó a drench los tratamientos según el marcado obtenido previamente. Además, se realizó 4 repeticiones de aplicación en los tratamientos.



Figura 21. *Aplicación del biol.*

h. Riego

El riego fue ligero por 2 horas en el cultivo (Figura 22), iniciándose a los 5 días después de que se realizó la siembra, luego se regó una vez por semana, por un periodo de 70 días, siendo la última vez 5 días antes de la cosecha.

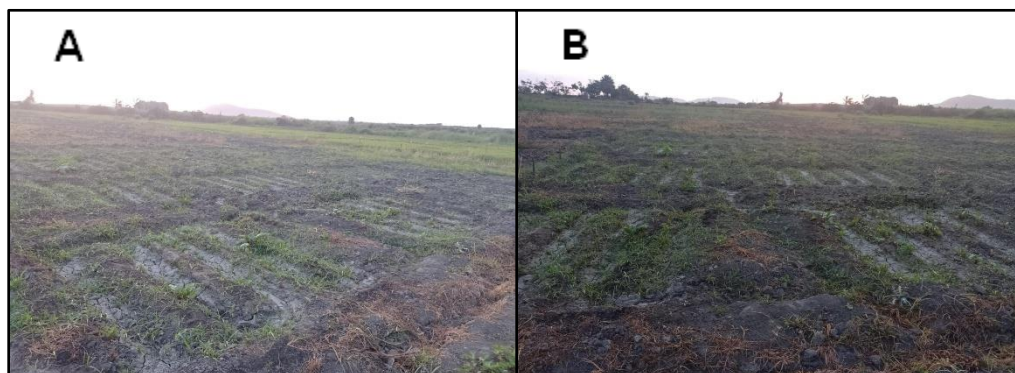


Figura 22. *Riego.*

i. Cosecha

Al completar los 75 días se procedió a cosechar la betarraga (Figura 23) pero primero se dejó de regar cinco días antes, se cosechó 10 plantas por cada unidad experimental, la cual fue separada en diferentes sacos rotulados según los tratamientos. Posteriormente se procedió a cosechar las demás plantas de todas las unidades experimentales.



Figura 23. *Cosecha.*

j. Momento de las aplicaciones

El momento inició cuando las semillas emergieron, luego fueron regadas, posteriormente se realizó la primera aplicación del biol a base de residuos de pescado, de esta manera se aplicó una vez por semana, cumpliendo las 4 repeticiones del tratamiento.

k. Parámetros a evaluar

Se evaluó 10 plantas por cada unidad experimental teniendo, como guía un formato de evaluación, finalmente, se realizó una comparación con el tratamiento de la planta testigo.

3.8. Técnica e instrumento de recolección de datos

3.8.1. Toma de datos

La cantidad de plantas de betarraga que se evaluaron según cada unidad experimental de los tratamientos que se encontraban en los sacos rotulados, se pesó con el apoyo de una balanza digital para determinar el rendimiento obtenido. Los datos se registraron en una cartilla de evaluación, tal y como se muestra en la figura 24, posteriormente estos datos fueron colocados en una hoja de Excel.



Figura 24. Toma de datos.

3.8.2. Recolección de datos

- **Caracterización del residuo orgánico:** A partir de la NTP 900.058:2019, se realizó la caracterización por colores de residuos, considerándose el color marrón como residuos orgánicos, el cual incluye los residuos de pescado para una posterior elaboración de abono.
- **Determinación de las dosis:** La elaboración de las dosis por tratamiento, se realizó de acuerdo a una ficha técnica de un producto bioestimulante orgánico de pescado líquido para cultivos estacionales, principalmente para hortalizas

como la betarraga, se empleó una dosis cuyo rango se encontró entre 10 a 40 litros por hectárea en una mochila de 20 l de agua y se realizó las aplicaciones en la etapa de desarrollo vegetativo (Cormasa, 2019). Para ello se tomó en consideración el siguiente cálculo que sirvió para la obtención de las dosis que se tomó como referencia en la investigación:

Considerando las dosis que están dentro del rango de la ficha técnica del producto, se utilizó las siguientes cantidades: 20 l, 30 l y 40 l

- **Análisis del biol de residuos de pescado:** Después de obtener el biol de residuos de pescado, se sacó una muestra de 1 litro, la cual, se llevó al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, a fin de evaluar el contenido de N, P y K.
- **Análisis de suelo:** Para obtener la materia requerida se empleó del método zigzag, para lo cual antes de iniciar la investigación se recorrió cinco puntos del área en el que se ejecutó el proyecto, en cada punto con la ayuda de una palana se cavó a una profundidad de 30 cm y se tomó una muestra hasta alcanzar un 1 kg de tierra agrícola, es preciso indicar que, dicha muestra se mezcló para que las partículas sean homogéneas, dicho método se repitió después de la aplicación del biol de residuos de pescado, las muestras obtenidas se colocaron en bolsas herméticas con cierre y etiqueta. Posteriormente, fueron enviadas a la empresa Corporación de Laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales S.A.C. – COLECBI S.A.C., con el propósito de saber el contenido

de sus elementos, de manera especial la cantidad de N, P, K, así como de otros macro y microelementos.

- **Productividad:** Se pesó las betarragas obtenidas por cada unidad experimental en una balanza digital, el cálculo para hallar el rendimiento en kg/ha se trabajó en base a los promedios obtenidos en cada tratamiento, se tomó 10 plantas por cada unidad experimental, se consideró la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ plantas totales} \times \text{Peso (kg)}}{\text{N}^\circ \text{ plantas}}$$

- **Análisis Bromatológico:** El análisis se realizó en la empresa Corporación de Laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales S.A.C. – COLECBI S.A.C. para saber cuánto es el contenido de composición química de los nutrientes de la betarraga (agua, carbohidratos, grasas, proteínas, fibra y cenizas).

3.9. Técnicas de análisis de resultados

Al culminar la cosecha para determinar el peso obtenido de las betarragas se usó una balanza digital, posteriormente los datos obtenidos fueron colocados en una cartilla de evaluación, realizadas de forma específica para la presente investigación (dicha cartilla se encuentra en los anexos 10, 11, 12 y 13), para luego ser pasados al programa Excel, del cual se hallaron los promedios de los tratamientos.

Para el análisis estadístico e interpretación de datos se usó el programa IBM SPSS Statistics versión 29, se procedió a su sometimiento de análisis de varianza (ANOVA) dado que, se buscó medir el efecto o variación que pudiese ocasionar la variable dependiente sobre la variable independiente, al visibilizarse diferencias significativas se empleó la prueba de comparación

DUNCAN con un nivel de determinación de 0,05, pues con ello se estableció la comparación múltiple de medias de los tratamientos, de forma que se determinó cuál es el mejor de acuerdo a la media calculada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a. Características fisicoquímicas del biol de residuos de pescado obtenido mediante fermentación láctica.

El biol de residuos de pescado obtenido mediante fermentación láctica fue analizado en un laboratorio con el objetivo de determinar los nutrientes hallados en un litro del producto. Para un mejor entendimiento, la tabla 7 muestra las cantidades de N, P y K en el biol de residuos de pescado, así como de los fertilizantes comerciales empleados para el testigo. Cabe precisar que, solo se consideró una muestra de biol de residuos de pescado para su análisis en laboratorio.

Tabla 7

Niveles de N, P y K en el biol de residuos de pescado y fertilizantes

ORGÁNICO	NUTRIENTES		
	N Total g/l	P Total g/l	K Total g/l
Biol de residuos de pescado	20	1	4
INORGÁNICO	N Total g/l	P Total g/l	K Total g/l
Fertilizante Nitrato de Amonio	330	0	0
Fertilizante Fosfato Diamónico	0	460	0
Fertilizante Cloruro de Potasio	0	0	600

En relación a la determinación de las características fisicoquímicas del biol de residuos de pescado mediante fermentación láctica, se determinó de acuerdo al análisis realizado e investigaciones que hay tres elementos que mejoran el potencial del biol siendo estos el N, P y K, además, en el presente estudio, se encontró en el biol analizado N (20 g/l) , P (1 g/l) y K (4 g/l). En tanto, para el testigo el nitrógeno se obtuvo del nitrato de amonio en una cantidad de 330 g/l; el fósforo fue del fosfato de diamónico en una cantidad de 460 g/l; y el potasio del cloruro de potasio en una cantidad de 600 g/l.

Florez et al. (2020) señala que en el fertilizante a base de residuos de trucha se logra alcanzar: N presentando valores de 18 040 mg/l., P con valores de 1 149 mg/l., y K con valores de 3 530 mg/l. En razón a lo referido por el autor, se evidencia similitud con las cantidades de N, P y K obtenidos en el biol de la presente investigación. Además, Chirito (2024) señala que el nivel de nitrógeno, fósforo y potasio no solo ayudan a la planta, sino que mejoran el nivel de nutrientes del suelo.

Cabe precisar que, tanto el N, P y K usados para el testigo fueron proporcionados al cultivo de distintos fertilizantes comerciales, no obstante, en los demás tratamientos estos elementos se encontraron de forma unificada en el biol empleado. Esta situación, respecto al uso de productos sintéticos es vista regularmente en los agricultores del Valle de Santa. Ante ello, resulta necesario indicar a Gonzáles (2019) quien señala que si bien los fertilizantes químicos han contribuido de manera positiva al rendimiento de cultivos, no olvidemos que su uso excesivo puede generar problemas en el medio ambiente, como por ejemplo, desequilibrios biológicos y reducción en la biodiversidad. No obstante, Malca (2024) refiere que los residuos de pescado dentro de su composición contienen concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio, entre otros elementos, los que mediante un

proceso anaeróbico, y aplicado a distintos cultivos promueve reacciones bioquímicas en la mejora de la fotosíntesis y traslocación de carbohidratos, ayudando a mejorar el rendimiento de la planta y no afectando el medio ambiente. Asimismo, Florez (2021) señala que los fertilizantes orgánicos que se deriven de subproductos de la industria pesquera, poseen dentro de su contenido adecuados niveles de macronutrientes como N, P y K; siendo estos beneficiosos para las plantas, además, contienen aminoácidos el cual es considerado un bioestimulante; por lo que su uso se abarca en la hidroponia, horticultura y producción de alimentos.

En razón a todo lo mencionado en los párrafos anteriores, podemos indicar que el uso de un biol a base de residuos de pescado es una alternativa orgánica que compite a la par con un producto sintético, tomando la ventaja de que tanto N, P, K pueden ser obtenidos en un solo producto, lo cual a su vez genera una ventaja económica, generando ello un menor costo de producción. Asimismo, si bien el nivel de las características fisicoquímicas del biol de residuos de pescado tiene una concentración aceptada, ello es posible porque son una fuente natural y rica en nutrientes necesarios para el crecimiento vegetal.

b. Características fisicoquímicas del suelo antes y después de la aplicación de un biol de residuos de pescado destinado al cultivo de betarraga.

Dado que es conocido que el suelo posee una amplia cantidad de elementos que lo componen, así como, una variación de sus parámetros, los que a su vez interviene en algún proceso de siembra de cultivos, fue necesario conocer sus características fisicoquímicas antes y después de la aplicación del biol a base de residuos de pescado por lo que fueron analizados en un laboratorio, siendo el resultado los datos que se detallan en la tabla 8.

Tabla 8

Parámetros y elementos en el suelo antes y después de la aplicación de un biol a base de residuos de pescado

Metales Totales (mg/kg)	L.C (mg/kg)	Suelo sin biol de residuos de pescado	Suelo + Biol de residuos de pescado
pH (1:1)		7,65	7,62
C.E. (1:1) dS/m	0,01	0,58	0,75
Materia Orgánica %	0,02	0,64	1,20
Nitrógeno (N)		0,14	0,22
Fósforo (P)	5	1012	978
Potasio (K)	32	1434,0	1489
Calcio (Ca)	10	4133	4103
Plata (Ag)	0,4	<0,4	<0,4
Aluminio (Al)	13	14580	15110
Arsénico (As)	2	69	78
Boro (B)	12	<12	<12
Bario (Ba)	2	80	83
Cadmio (Cd)	0,4	1	1,2
Cobalto (Co)	0,1	17,3	17,8
Cromo (Cr)	0,2	17,3	17,8
Cobre (Cu)	0,6	55,7	60,8
Hierro (Fe)	2	40270,0	41610,0
Mercurio (Hg)	0,5	<0,5	<0,5
Magnesio (Mg)	13	5845	5972
Manganeso (Mn)	1	673	737
Molibdeno (Mo)	1	3	3
Sodio (Na)	29	400	348
Níquel (Ni)	0,2	28,7	29,8
Plomo (Pb)	0,7	66,5	70,6
Antimonio (Sb)	2	5	5
Talio (Tl)	2	<2	<2
Vanadio (V)	0,6	43,7	45,2
Zinc (Zn)	0,4	262,1	276,6

En cuanto a las características fisicoquímicas del suelo según Intagri (2019) señala que la deficiencia de hierro en el suelo produce un desorden alimenticio en las plantas, afectando principalmente a cereales y hortalizas, por lo que limita su crecimiento y genera pérdidas económicas. Ante ello, Muñiz (2023) afirma que un fertilizante orgánico es una opción que ofrece distintos beneficios al suelo, mejorando sus características físicoquímicas, pues ayuda a su capacidad de retención de agua, aporta nutrientes y aumenta la población de microorganismos benéficos, por lo que su uso es recomendable. Asimismo, Delgado (2018) refiere que el uso de un biol de residuos de pescado es una alternativa de solución a un problema que aqueja desde hace mucho tiempo a la agricultura, siendo esta la degradación de las tierras agrícolas por el uso desmedido de fertilizantes químicos.

Es así que, en el análisis realizado destacaron elementos como Hierro (Fe) con 41610,0; el cual es un micronutriente que ayuda a procesos enzimáticos y metabólicos de las plantas, sumado a ello mejora el crecimiento radicular. En tanto, a los niveles de N, P y K tuvieron un mayor nivel en el suelo al aplicarse el biol de residuos de pescado, pues bien, se sabe que estos elementos son importantes en el suelo. Ante ello Ramos y Terry (2014) señalan que el uso de un abono a base de pescado ayuda al suelo a recobrar minerales esenciales, como el nitrógeno, fósforo, magnesio, entre otros, los que le ayudan a mantener su humedad. Asimismo, Florez (2021) indica que el uso de bioles de residuos de pescado muestra efectos positivos en el balance de nutrientes del suelo, de forma particular en el nitrógeno, el cual presenta concentraciones de este elemento en 1.5% y 4%, llegando a favorecer la disponibilidad de amonio a las primeras semanas de aplicación, ello estimula la actividad microbiana y fertilidad del suelo.

A su vez, Delgado et al. (2019) mencionan que el uso de abonos orgánicos tienen un efecto positivo en la oxigenación y aireación del suelo, por lo que existe una mejor actividad radicular, así como de microorganismos aeróbicos, además, ocasiona la producción de sustancias activadoras de crecimiento e inhibidoras que ayudan al desarrollo de cultivos agrícolas. Aunado a ello, Chirito (2024) señala que el biol de residuos de pescado aporta beneficios significativos no solo al rendimiento de un cultivo, sino al suelo, pues ofrece nutrientes claves como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y hierro, además mejora su estructura y restablece su humedad.

Por otro lado, Alcarde (1983) menciona que las plantas asimilan los nutrientes en función al pH del suelo, de tal manera que si el pH del suelo se encuentra en un rango de 7,0 a más significa que lo asimila al 100 % nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio. En el anexo 7 se muestra la eficacia de los nutrientes en función del pH del suelo.

Dado que, el pH del suelo alcanzó con la aplicación del biol de residuos de pescado un 7,62 se estima conveniente su uso para una mayor absorción de nutrientes.

Por otra parte, la conductividad eléctrica (CE) es un parámetro importante dentro del suelo, pues la capacidad que este presenta para realizar el transporte de corriente eléctrica en función del contenido de sales disueltas, por lo que, mientras mayor sea la CE, se estima mayor la concentración de sales. Fertilab (2019) indica que el exceso de sales reduce el potencial osmótico de la solución del suelo, aminorando al mismo tiempo la disponibilidad de agua para las plantas; además, suelos con una CE menores de 1 dS/m se clasifica como un suelo libre de sales y no presentan restricción para ningún cultivo, mientras que valores entre 2 y 4 dS/m de CE (suelo moderadamente salino) reduce el rendimiento de cultivos

sensibles a las sales. En el anexo 8 se muestra el rango de salinidad de suelo según el tipo de CE.

De acuerdo a la literatura y resultados de la investigación, se determina que el suelo del fundo Santa Rosa se clasifica en uno no salino, por lo que el biol a base de residuos de pescado no alteraría de forma negativa sus propiedades.

Finalmente, es preciso señalar que, el suelo debe contener un porcentaje de materia orgánica, no obstante, el empleo de fertilizantes sintéticos ha reducido de forma drástica su porcentaje.

En tanto, Agrinova Science (2022) señala que cuando se realiza en un terreno destinado a la instalación de un cultivo un análisis de suelo, el porcentaje de materia orgánica suele oscilar, con suerte, entre un uno y un dos por ciento en el mejor de los casos. Por lo que, para mejorar este porcentaje en la mayoría de los casos se apuesta por realizar aportes de nutrientes. En el anexo 9 se muestra el porcentaje de materia orgánica en el suelo y su categorización.

De acuerdo al resultado obtenido en la presente investigación, la materia orgánica hallada en el suelo fue de 0,64, en tanto, con la aplicación del biol fue de 1,20; si bien el nivel de materia orgánica aún se encuentra en clase pobre, cabe la posibilidad de que si la dosis se aumenta el nivel de materia orgánica podría tener un alza.

En razón a todo lo señalado en los párrafos precedentes, el empleo de biol de residuos de pescado genera que el suelo en el que se realizó la investigación destaque por el aumento de distintos elementos, además de mejorar con ello el nivel de pH y conductividad eléctrica.

c. Determinación de productividad de la betarraga alcanzada con la aplicación del biol de residuos de pescado.

Para determinar la productividad que alcanzó el biol de residuos de pescado en el cultivo de betarraga, los datos que se obtuvieron de la evaluación fueron trasladados a una data para posteriormente colocarlos en el procesamiento de análisis correspondiente. En la tabla 9 se precisa que el valor $F = 65,083$ ha permitido un valor ($p = 0,000 < 0,05$), por tal razón, por lo menos, dos niveles de Biol de residuos de pescado producen diferencia significativa en el peso de la productividad de betarraga.

Tabla 9

Análisis de varianza para evaluar la productividad según tratamientos

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	26724,74 2	3	8908,247	65,083	,00 0
Error	1642,513	12	136,876		
Total	28367,25 4	15			

En la tabla 10 se visualiza que las medias de los cuatro tratamientos de biol de residuos de pescado comparten letras distintas, lo que implica que los pesos medios de la productividad de betarraga en cada tratamiento son significativamente diferentes, siendo el tratamiento T3 el que contribuyo con un mayor peso promedio de la productividad de betarraga.

Tabla 10

Pruebas de Duncan para comparar medias de la productividad de betarraga según tratamientos

Peso							
Duncan							
Tratamiento	DOSIS	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
			1	2	3	4	
T0	0 ml/20 l de agua	4	141,550	a			
T1	12 ml/20 l de agua	4		182,575	b		
T2	18 ml/20 l de agua	4			207,375	c	
T3	24 ml/20 l de agua	4				254,375	d

En lo que respecta a determinar la productividad de la betarraga alcanzada con la aplicación del biol de pescado, el análisis estadístico de la prueba de Duncan refiere que el T3 logró una mayor productividad del cultivo, pues el peso de mazorca promedio alcanzó 254,375 g sobresaliendo así sobre los demás. De acuerdo a Martínez (2015): “La remolacha, variedad Early Wonder, llega a tener un peso de 80 g a 210 g” (p.13). En ese sentido, podemos ver una diferencia de peso entre el resultado obtenido estadísticamente y lo que señala la bibliografía respecto a este cultivo.

En lo que respecta a determinar la productividad de la betarraga alcanzada con la aplicación del biol de pescado, el análisis estadístico de la prueba de Duncan refiere que el T3 logró una mayor productividad del cultivo, pues el peso de mazorca promedio alcanzó 254,375 g sobresaliendo así sobre los demás. De acuerdo a Martínez (2015): “La remolacha,

variedad Early Wonder, llega a tener un peso de 80 g a 210 g” (p.13). En ese sentido, podemos ver una diferencia de peso entre el resultado obtenido estadísticamente y lo que señala la bibliografía respecto a este cultivo.

A continuación, se muestra los resultados del cálculo de rendimiento del cultivo de betarraga de la variedad Early Wonder, siendo estos tomados en cuenta para una hectárea y observándose en la tabla 11.

Tabla 11

Rendimiento según los tratamientos (kg/ha)

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO
	(kg/ha)
T0	4 666 648
T1	5 999 976
T2	6 999 972
T3	8 333 300

Es así que, en la presente investigación se logró obtener con el T3 (24 ml/20 l de agua) la cantidad de 8 333 300 kg/ha, por lo que, el tratamiento con mayor dosis logró un mayor rendimiento del cultivo de estudio. Cabe mencionar que estudios relacionados con otros cultivos también han realizado un análisis de la producción, como mencionan Chuquizuta et al. (2022) refieren que empleando en el cultivo de maíz amarillo variedad Marginal 28-T una dosis de biol de residuos de pescado de 8 l/ha, se obtiene un rendimiento de 4 600 kg/ha. Asimismo, Astete (2024) empleando la dosis de biol de residuos de pescado en el T5 (2 l en 200 l) se obtiene en el cultivo de lechuga un rendimiento de 18,12 tn/ha (siendo

ello equivalente a 18 120 kg/ha), por lo concluye que a mayor dosis se optimizan las reacciones bioquímica y el desarrollo de la planta ante el estrés del ambiente.

d. Cuantificación de la composición química en la betarraga fertilizada con biol de residuos de pescado.

A fin de cuantificar su composición química del análisis realizado, en la tabla 12 se observa los resultados obtenidos del T3 el cual fue comparado con el testigo.

Tabla 12

Composición química de la betarraga con aplicación de un biol a base de residuos de pescado

Elementos	Testigo	Betarraga + Residuos de pescado
Proteínas (%) Factor 6,25	1,62	1,70
Grasa (%)	<0,1	0,2
Humedad (%)	87,14	90,9
Cenizas (%)	0,10	0,1
Fibra (%)	1,4	2,3
Carbohidratos (%)	9,58	4,5

Cabe mencionar que con relación a la cuantificación de la composición química en la betarraga fertilizada con biol de residuos de pescado, el análisis de laboratorio evidenció que el cultivo aplicado con biol sobresalió en proteínas con 1,70 %, grasas con 0,2%, humedad con 90,9% y fibra con 2,3 %. Según Fuentes et al. (2018) mencionan que la betarraga posee un amplio valor nutricional, pues de manera general se encuentra compuesta de 70% de agua, 0,4% de grasas y 1% de fibra soluble, pudiendo variar estas

concentraciones debido a múltiples factores. Asimismo, Ascencio y Cornetero (2024) señalan que la betarraga es una hortaliza que posee una composición química de 100 g contiene proteínas en 1,69 g, grasas en 0,2 g, cenizas en 1 g y fibra en 1,9 g., además, de contener compuestos bioactivos. Aunado a ello, Gómez y Duque señalan (2018) que la betarraga a diferencia de otras hortalizas posee un amplio valor nutricional, en forma general está compuesta por 65,7% de agua; 4% a 8% de carbohidratos, 1,4% de proteínas, 0,2% de grasas, 1,7% de fibra soluble, compuestos bioactivos (polifenoles, antocianinas, antioxidantes). No obstante, la concentración de estos elementos en distintas ocasiones no resulta ser homogénea debido a múltiples factores encontrándose entre ellos la variedad botánica o factores medio ambientales.

Es así que, se demuestra que el cultivo de esta investigación logró niveles superiores en humedad, grasas y fibra, por lo que el empleo del biol aplicado en la betarraga muestra mejoras en su composición; ello a su vez contribuye a poder comprender factores ambientales y agronómicos que tienen influencia en la variabilidad de los componentes del cultivo de betarraga

e. Determinación del efecto de diferentes dosis del biol de residuos de pescado en la aplicación del cultivo de betarraga.

Para la determinación de la dosis se tomó en consideración el rango estimado en la ficha técnica de un producto de residuos de pescado, siendo las cantidades empleadas: 20 l, 30 l y 40 l.

Es así que, para el desarrollo de la presente investigación se tomaron en consideración las siguientes dosis, siendo el T0: 0 ml/20 l de agua, T1: 12 ml de biol/20 l de agua, T2: 18 ml de biol/20 l de agua y T3: 24 ml/20 l de agua.

El efecto de la aplicación de un biol a base de residuos de pescado mediante dosis ha sido reportado por distintos autores, encontrándose entre ellos Muñiz (2023) señala que un biol orgánico a base de residuos de pescado puede promover a un cultivo excelentes resultados, ya que es conocido que aumenta su número de frutos, mejora su calidad e incrementa su rendimiento, no obstante, es necesario para ello determinar la cantidad de dosis que resulte idónea para el cultivo en el que se use. Además, Aldana y Maquén (2023) mencionan que empleando un biol de residuos a base de pescado (1; 1,25 y 1,5 %) en el maíz amarillo duro mostró diferencias significativas en la altura y peso de la mazorca, por lo que con su uso se mejora sus características, lo cual repercute en su rendimiento.

Es preciso indicar que, dentro de la investigación el T3 (24 ml / 20 l de agua) llegó a influir de forma positiva en el cultivo de betarraga mejorando sus características respecto al peso y composición química; es así que, el tratamiento con mayor concentración resaltó sobre los demás debido al efecto que tuvo en el cultivo de betarraga. Dicha situación es complementada con lo señalado por Legua et al. (2022) refieren que con una dosis del T5: 5l de biol de residuos de pescado/200l de agua, aplicados al cultivo de vainita se mejoran las características de peso por planta y número de vainas, cabe precisar que esta fue la dosis de mayor concentración, por lo que al darse su incremento, se aumenta su rendimiento, infiriéndose que a mayor dosis se mejoran las características del cultivo.

Aunado a ello, Chávez et al. (2024) indican que empleando una dosis de biol adecuada se establece una relación directa con indicadores de peso y altura de planta en que se aplique. Es preciso indicar que, lo señalado en los párrafos precedentes se encuentra relacionado con el resultado de productividad de la betarraga alcanzada con la aplicación del biol de

residuos de pescado, pues mientras mayor fue la dosis, se determinó que su rendimiento según tratamiento fue en aumento.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinó que con la dosis de residuos de pescado de 24 ml/20 l obtenido mediante fermentación láctica se obtuvo un mejor nivel de productividad, calidad del suelo y composición química de la betarraga en algunos nutrientes.
- Se concluye que de la muestra de biol a base de residuos de pescado se presenta las características de N, P y K en los siguientes niveles: N (20 g/l), P (1 g/l) y K (4 g/l); en tanto, con un fertilizante inorgánico se tiene N (330 g/l), P (460 g/l) y K (600 g/l); por lo que, la cantidad de elementos fue superior en este último.
- Las características fisicoquímicas del suelo a base de residuos de pescado en el que se tuvo pH: 7,65 – C.E.: 0,58 – Materia Orgánica: 0,64 - N: 0,14 – P: 1012 – K: 1434,0, en tanto cuando este ya fue aplicado lo obtuvo en pH: 7,62 – C.E.: 0,75 – Materia Orgánica: 1,20 N: 0,22 - P: 978 – K: 1489.
- Se determinó que la mayor productividad de betarraga se alcanzó con (24 ml/20 l de agua), con un peso promedio de 254,38 g, en tanto en el control (0 ml/20 l de agua) logro un peso promedio de 141,55 g, teniendo una diferencia de 112,83 g, en tanto con el (12 ml/20 l de agua) obtuvo un peso promedio 182,58 g, con una diferencia de 71,8 g, finalmente el T2 (18 ml/20 l de agua) alcanzo un peso promedio 207,38 g, llegando a tener una diferencia de 47,00 g.
- La diferenciación de la cuantificación con y sin aplicación alcanzó los siguientes porcentajes el T0 (0 ml/20 l de agua): proteínas (1,62%), grasa (<0,1%), humedad (87,14%), cenizas (0,10%), fibra (1,4%) y carbohidratos (9,58%); en tanto con el T3 (24

ml/20 l de agua) se obtuvo los siguientes porcentajes: proteínas (1,70%), grasa (<0,2%), humedad (90,9%), cenizas (0,1%), fibra (2,3%) y carbohidratos (4,5%).

- Se concluye que con la dosis empleada en el T3 (24 ml/20 l de agua) se obtuvo un mayor rendimiento de la betarraga siendo este de 8 333 300 kg/ha, por lo que a esta mayor dosis influye notablemente.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar evaluaciones de carácter agronómico de biol de residuos de pescado, de manera que se mida la cantidad de N, P, K; pudiendo hacerse comparaciones con productos comerciales, ello para conocer la cantidad de elementos que pueden aportar a otros cultivos.
- Se recomienda para investigaciones futuras la evaluación del efecto de biol de residuos de pescado en el suelo y la repercusión que este tiene en su actividad microbiana, por lo que debe profundizarse en la dinámica de los macro y micro elementos que resultan necesarios para el desarrollo de cultivos.
- Se recomienda realizar ensayos con la dosis del T3 (24 ml/20 l de agua) en otros cultivos como hortalizas que sean sembradas en la zona de Santa a fin de poder obtener un mejor rendimiento del cultivo en el que se aplique.
- Se recomienda realizar una evaluación a detalle del efecto de biol de residuos de pescado, considerando distintas dosis y su aplicación a diferentes etapas fenológicas del cultivo de betarraga, de manera que luego se realice un análisis de los compuestos bioactivos que este puede alcanzar.

- Se recomienda considerar diferentes dosis de biol a base de residuos de pescado, teniendo en cuenta la etapa de desarrollo en que se aplique en cultivos; siendo pertinente la evaluación de una posible respuesta en el aumento de rendimiento.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achour, M., Khelifi, O., Bouazizi, I., & Hamdi, M. (2016). Diseño de un bioproceso integrado para el tratamiento de efluentes líquidos del procesamiento del atún. *Bioquímica de procesos*, 35(9), 1013-1017. [https://doi.org/10.1016/s0032-9592\(00\)00133-3](https://doi.org/10.1016/s0032-9592(00)00133-3)
- Acosta, R., & Cruz, R. (2024). Desarrollo agrícola sostenible para optimizar la productividad a través del buen manejo del suelo en Benguela-Angola. *Mls Journals*, 2(1), 7-21.
- Agrinova Science. (2022). *La utopía del 5% de la materia orgánica*. <https://agrinova.com/noticias/la-utopia-del-5-de-la-materia-organica/>
- Aguirre, Y., Nery, S., Campos, L., Flores, A., Palomo, L., & Ascacio, J. (2024). Fermentación láctica en la industria alimentaria y bioconservación de alimentos. *MDPI*, 10(3), 168. <https://doi.org/10.3390/fermentation10030168>
- Aldana, S., & Marquén, A. (2023). *Efecto del Biol de residuos de pescado en el rendimiento y microorganismos rizosféricos de Vigna unguiculata L. Walp y Zea mays L. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. Repositorio Institucional UNPRG: repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11559
- Álvarez, A., Llerena, L., & Reyes, J. (2021). Efecto de sustancias azucaradas en la descomposición de sustratos orgánicos para la elaboración de compost. *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.*, 39(9), 45-67. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.916>
- Arango, M. (2019). *Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos*. Repositorio Universitaria Lasallista:

<https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/ae6fcc32-2e07-437f-9bfc-d270e179c691/content>

Ascencio, k., & Cornetero, L. (2024). *Obtención de un helado artesanal de crema con funcionalidad antioxidante empleando extracto de beterraga (Beta vulgaris)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/13076>

Asesoría Económica & Marketing. (2009). *Calculadora de muestras*. https://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php

Astete, L. (2024). *Uso de biol a base de residuos de pescado para mayor rendimiento ecológico de espinaca (Spinacia oleracea L.)*, Barranca – 2022. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión] . Repositorio UNJFSC : <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/9970>

Ávila, C., & Pinkus, M. (2018). Teorías económico-ambientales y su vínculo con la dimensión social de la sustentabilidad en Áreas Naturales Protegidas. *CienciaUAT*, 13(1), 108-122. <https://doi.org/10.29059/CIENCIAUAT.V13I1.960>

Barragán , M., Aro, J., Muñoz , A., & Rodríguez , J. (2020). Determinación de antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de (Muehlenbeckia volcanica). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(2), 161-169. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.604>

Benegas, G. (2018). Plan de manejo de residuos de pescado para el Puerto Pesquero Artesanal de Coquimbo. *La Técnica*, 4(19), 91-114.

Benites, U. (2023). *Remolacha Early Wonder Tall Top*. SEMVAL: <https://agrosemval.com/producto/remolacha-early-wonder-tall-top/>

- Bueno, V., & García, Y. (2022). *Aprovechamiento de los residuos de pescado para la elaboración de fertilizantes. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]* .
<https://doi.org/repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91428>
- Burbano, O. (2017). La calidas y salud del suelo influyen sobre la naturaleza y la sociedad. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas*, 18(1), 118-126.
<https://doi.org/10.22267/rtend.171801.68>
- Camacho, D., & Chávez, B. (2023). La teoría biocéntrica como fundamento protector de la naturaleza en la actividad económica. *Foro: Revista De Derecho*, 39, 7-23.
<https://doi.org/10.32719/26312484.2023.39.1>
- Camacho, W., Barros, J., & Crespo, N. (2020). Medición de la productividad en la actividad agrícola. *JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH*, 25(5), 80-90.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.4725768>
- Castillo, B., Ruíz, J., Manrique, M., & Pozo, C. (2020). Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú). *Espacios*, 42(10), 1-12.
<https://doi.org/https://www.revistaespacios.com/a20v41n10/a20v41n10p11.pdf>
- Chávez, I., Gutiérrez, J., Saldaña, C., & Palomino, E. (2024). Empleo de biol con desechos de pescado en el cultivo de Lactuca sativa en Huancavelica. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 11(2), 30-36.
<https://doi.org/10.53287/iddb9973jm14n>
- Chirito, C. (2024). *Aprovechamiento de fertilizante a base de residuos de pescado para obtener mayor rendimiento ecológico de lechuga (Lactuca sativa L.), en Barranca, 2023. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]*. Repositorio UNJFSC: <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/8812?show=full>

- Chuquizuta, P., Hidalgo, E., & Mendoza, M. (2022). *Guía técnica para el manejo del cultivo de maíz amarillo duro en la Selva*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Ciocco, C., Sandler, R., Falco, L., & Coviella, C. (2017). Actividad microbiológica de un suelo sometido a distintos usos y su relación con variables físico- químicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 46(1), 73-85.
<https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/3828/382837657006.pdf>
- Cormasa. (2019). *Bioestimulante orgánico de pescado líquido*. www.cormasa.com.pe
- Cruz, A., Barra, E., Castillo, R., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), 90-97.
<https://doi.org/http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=149>
- Cruz, C., Molina, L., Sandoval, G., Rojas, E., & Chávez, I. (2021). Utilización de microorganismos para una agricultura sostenible en México: consideraciones y retos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(5), 899-913.
<https://doi.org/https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v12n5/2007-0934-remexca-12-05-899.pdf>
- Delgado, E. (2018). *Elaboración de abono orgánico a partir de vísceras de pescado para cultivos agrícolas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio UNSA: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7147>
- Delgado, E., Benavente, G., & Cáceres, G. (2019). Vista de Elaboración de Fertilizante Orgánico a Partir de Vísceras de Trucha (*Oncorhynchus mikyss*) y Jurel (*Trachurus murphyi*), Cuantificación y Evaluación del Efecto de los Nutrientes Minerales. *Anales Científicos*, 80(2), 452-461.

- Diario de Chimbote. (22 de enero de 2025). *Pesca abundante*.
<https://diariodechimbote.com/2025/01/22/pesca-abundante/>
- Diario Perú 21. (20 de febrero de 2021). <https://peru21.pe/peru/ancash-abandonan-en-un-terreno-de-chimbote-dos-toneladas-de-residuos-de-pescado-nnpp-noticia/>
- Durand, B. (2020). *Valorización de los residuos orgánicos blandos de productos hidrobiológicos del mercado pesquero Palomar – Arequipa –2019. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Santa María]*. Repositorio Institucional UCSM:
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9827>
- Economía Circular . (2022). *Tecnologías de Producción y uso de Fertilizantes Orgánicos de Residuos Hidrobiológicos*. Citec Pesquero:
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3926390/Bolet%C3%ADn%20EC001-2022%20Tecnolg%20de%20prod%20y%20uso%20de%20fertilizantes%20org%20_VsFinal.pdf.pdf
- Epiquien, N., & Idrogo, G. (2021). Efecto de dos tipos de fertilizantes y abonos en el rendimiento del repollo corazón de buey (*Brassica oleracea*). *Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 4(2), 31-36.
<https://doi.org/10.25127/ucni.v4i2.725>
- Escalona, M. (2021). *Microorganismos efectivos: su extracción y uso*.
<https://www.uv.mx/personal/asuarez/files/2011/02/Microorganismos-efectivos.pdf>
- Espinoza, E. (2018). *Cambios en la distribución espacial de las capturas del jurel (*Trachurus murphyi*) en el mar peruano entre 1996 y 2007*. Repositorio Institucional UNMSM:
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/be3c70c3-d41b-4085-b1e7-36cef36aded5>

- Fertilab. (2019). *La salinidad del suelo y su fertilidad*.
<https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NTF-19-025-La-salinidad-del-suelo-y-su-fertilidad.pdf>
- Flores, M. (2017). *Elaboración de biofertilizante líquido utilizando subproductos del procesamiento de trucha (Oncorhynchus mykiss)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria La Molina]: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3271>
- Florez, M., Roldán, D., Omote, J., & Molleda, 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.
<https://doi.org/http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>
- Florez, M., Roldán, G., & Juscamaita, J. (2020). Phytotoxicity and characterization of a liquid fertilizer produced by lactic acid fermentation using rainbow trout by-products (Oncorhynchus mykiss). *Ecología Aplicada*, 19(2), 121-125.
<https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1563>
- Fuentes, H., Muñoz, D., Aguilera, R., & González, C. (2018). Influence of beet bioactive compounds (Beta vulgaris L) on the cardio-protective effect: A narrative review. *Revista Chilena de Nutrición*, 45(2), 178-182. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182018000300178>
- García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes*, 35(2), 125-137.
<https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269125071001>

- Gil, L., & Lezama, M. (2023). Biofertilizante “biol”: caracterización física, química y microbiológica. *ALFA*, 7(20), 336 - 345. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.219>
- Gómez, M., & Duque, A. (2018). Caracterización físico química y contenido fenólico de remolacha (*Beta vulgaris* L.) en fresco y sometida a tratamiento térmico. *Revista ION*, 31(1), 43-47. <https://doi.org/10.18273/revision.v31n1-2018007>
- Gonzáles, P. (2019). *Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes*. Asesoría Técnica Parlamentaria: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf
- Gortari, M., & Normey, R. (2022). *Microorganismos para la agricultura* . INIA.
- Gutiérrez, H., & De La Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. McGrawHill. https://doi.org/https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis_y_diseño_experimentos.pdf
- Guzman, C., & Chávez , L. (2023). *Evaluacion de fertilizacion sistematica y uso de bioestimulante natural en el rendimiento de camote (Ipomoea batatas) Var. Jonathan*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio UNS: <https://hdl.handle.net/20.500.14278/4724>
- Intagri. (2019). *El Hierro (Fe) en la Nutrición Vegetal*. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/el-hierro-en-la-nutricion-vegetal>
- Legua, J., Campos, A., Vélez, D., & Cruz, D. (2022). Efectos del biol de residuos de pescado sobre el rendimiento del cultivo vainita (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 7(19), 45-57. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i19.196>

- León, A., Montoya, O., Motato, K., Granda, D., Caro, C., & Restrepo, J. (2016). Bacterias ácido lácticas (BAL) silvestres colobianas presentan propiedades adecuadas para la fabricación de masa ácida. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 13, 26-35. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/1698/169813258004.pdf>
- Llanqui, A., & Taype, J. (2019). *Efecto de microorganismos eficientes (EM) en la asimilación del Fosforo en el cultivo de Maíz (Zea mays L.)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2013>
- Loyola, J. (2017). *Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos en la parroquia San Joaquín*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana] . Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14712>
- Malca, Y. (2024). *Nutrición orgánica a base de residuos de pescado para el rendimiento ecológico de pepinillo (Cucumis sativus L.), en Supe Puerto 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC: <http://hdl.handle.net/20.500.14067/9425>
- Marone, L. (2013). Acerca de la conservación de la naturaleza y la teoría ecológico-evolutiva. *Revista Chilena de Historia Natural* , 61(16), 11-18. https://doi.org/https://rchn.biologiachile.cl/pdfs/2013/1/Marone_1988.pdf
- Martínez, R. (2015). *Respuesta a la fertilización orgánica mediante la aplicación de cuatro dosis de biol en el cultivo de Remolacha (beta vulgaris l) en el Canton Ibarra provincia de Imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio UTB: <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/749>

- MIDAGRI . (2024). *Toneladas de hortalizas vienen siendo producidas en fitotoldos*.
<https://www.gob.pe/institucion/agrorural/noticias/525867-mas-de-2-mil-toneladas-de-hortalizas-vienen-siendo-producidas-en-fitotoldos-construidos-por-minagri>
- Miranda, E., & Rengifo, G. (8 de 2016). Effect of two types of fertilizers organic farming charapita pepper (*Capsicum frutescens*) manantay district province of Coronel Portillo-Ucayali. *Revista Científica Institucional USSI-6*, 8, 1-6.
<https://doi.org/https://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/401/391>
- Montero, K., Orozco, C., & Araya, E. (2024). Caracterización de bacterias ácido-lácticas aisladas de bioinsumos tipo bioles con capacidad productora de compuestos indólicos. *UNED Research Journal*, 16, 69-87. <https://doi.org/10.22458/urj.v16i1.5160>
- Moreira, J., Rivera, R., & Bermeo, F. (2017). Influencia del biol con distintas preparaciones sobre la producción de maní (*Harachis hypogaea* L). *Revista ESPAMCIENCIA ISSN* , 8(2), 7-12.
https://doi.org/https://revistasepam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/134
- Morocho, J. (2019). *Respuesta del cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.) a cinco láminas de riego por goteo en el valle de Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Cajamarca: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3279>
- Muñiz, C. (2023). *Beneficios del biol en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio de la Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14100>

- Oliveira, J. (2022). Antocianinas: Usos tradicionales, variaciones estructurales y funcionales, enfoques para aumentar el rendimiento y la calidad de los productos, hepatoprotección, longevidad hepática y productos comerciales. *Int J Mol Sci*, 23(4), 2149. <https://doi.org/10.3390/ijms23042149>
- Patiño, C. (2020). *Caracterización de las propiedades funcionales de la carne de caballa y tilapia en refrigeración y congelación*. Repositorio UNSA: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2872>
- Peralta, L., Juscamaita, J., & Meza, V. (2016). Obtención y caracterización de un abono líquido orgánico a partir del tratamiento de excremento de ganado lechero mediante un consorcio microbiano de ácido láctico. *Ecología Aplicada*, 15(1), 1-10. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i1.577>
- Prieto, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2017). *Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación*. Memoria de Investigaciones en Ingeniería: https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/53653/1/Economia_Circular.pdf
- Ramos, D., & Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59. https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362014000400007&script=sci_abstract
- Reyes, G., & Cortés, J. (2018). Intensity in the use of fertilizers in Latin America and the Caribbean (2016-2018). *Bioagro*, 29(1), 45-52.

https://doi.org/https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612017000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Reynoso, A., Cosme, R., Adama, E., & Quispe, M. (2022). *Producción de biofertilizante líquido acelerado*. INIA:

<file:///C:/Users/NURIA/Downloads/Manual%20T%C3%A9cnico%20E2%80%9320Producci%C3%B3n%20de%20biofertilizante%20l%C3%ADquido%20acelerado.pdf>

Ruiz, A. (2016). *Obtención de ácido láctico mediante fermentación del suero de leche*.

Repositorio UAAAN :
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/357/59340s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Salazar, M. (2022). *Indicadores de calidad del suelo*. USDA: https://s3-us-west-2.amazonaws.com/treefruit.wsu.edu/wp-content/uploads/2020/03/Ind-Cal-Suelo-Quimicos_02-17-20.pdf

Sánchez, J. (07 de julio de 2022). *Biofertilizante Líquido* . Instituto Tecnológico del Perú:
https://www.youtube.com/watch?v=1_V5w9j5DUE

Sela, Y. (2025). *La conductividad eléctrica del agua y suelo*. Cropaia:
<https://cropaia.com/es/blog/conductividad-electrica-del-agua-y-suelo/>

Sequeira, L. (2019). *Uso de lacto-suero ácido en la elaboración de bocashi y su efecto en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) cv. Tropicana*. Escuela Agrícola Panamericana:
<https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6668>

- Tello, M. (2016). Productividad, capacidad tecnológica y de innovación, y difusión tecnológica en la agricultura comercial moderna en el Perú: un análisis exploratorio regional. *Economía*(77), 103-144. <https://doi.org/10.18800/economia.201601.003>
- Ternero, F. (2023). *Fermentaciones lácticas en la industria alimentaria* . Repositorio Universidad de Sevilla: <https://idus.us.es/server/api/core/bitstreams/7a490674-913f-4530-901e-adc271da97db/content>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2017). *Fermentación láctica*. Portal Académico CCH: <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad2/fermentacion/lactica>
- Valerio, E., & Medina, S. (2024). *Efecto de dos bioestimulantes líquidos a base de residuos de pescado y algas marinas en rendimiento de zanahoria (Daucus carota), Santa*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Institucional Digital UNS: <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4665>

VII.ANEXOS

Anexo 1. Informe de siembra del cultivo de betarraga en el distrito de Santa.

AÑO	SUPERFICIE (ha)					PRODUCCIÓN (tn)	RENDIMIENTO (kg/ha)	PRECIO DE CHACRA (S/./kg)
	NOMBRE DEL CULTIVO	EN VERDE DEL MES ANTERIOR	SEMBRADA	COSECHADA	EN VERDE DEL MES ACTUAL			
	A	B	C	D	(B+C)-D	E	F	G
2022	Betarraga	48.00	15.00	6.00	57.00	0	9500.00	0.80
2023	Betarraga	30.00	0	14.00	16.00	126	9000.00	0.80
2024	Betarraga	30.00	0	14.00	16.00	112	8500.00	0.80

Nota. Datos tomados del MIDAGRI (2024).

Anexo 2. *Composición química de la caballa.*

COMPONENTE	PROMEDIO (%)
Humedad	73,8
Grasa	4,9
Proteína	19,5
Sales minerales	1,2
Calorías (100 g)	157

Nota. Datos tomados de Patiño (2020).

Anexo 3. *Composición química del jurel.*

COMPONENTE	CANTIDAD (g)
Grasas totales	140
Sodio (mg)	320
Calcio (mg)	116
Hierro (mg)	1,5

Nota. Datos tomados de Espinoza (2018).

Anexo 4. Análisis del biol de residuos de pescado.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : PROCESADORA START GROUP S.A.C.
PROCEDENCIA : ANCASH/SANTA/NUEVO CHIMBOTE
MUESTRA DE : BIOL LIQUIDO DE RESIDUOS DE PESCADO
REFERENCIA : H.R. 77433
FACTURA : 9025
FECHA : 16/08/2024

Nº LAB	CLAVES	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
411	CLP.01	19796.00	1134.87	3515.00



Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
Celular: 946 - 505 - 254
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Nota. Datos tomados del Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (2024).

Anexo 5. Análisis de elementos del suelo antes y después de la aplicación del biol de residuos de pescado.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046**



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20250416-012

Pág. 1 de 2

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

SOLICITADO POR : **SNAIDER SEGUNDO MERCADO YUPANQUI.**
DIRECCION : Jr. Lima 1200 Interior 170 P.J. Florida Baja Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : **SUELO.**
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
ACTA DE MUESTREO : NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA : 02 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Bolsa de polietileno cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2025-04-16
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2025-04-27
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2025-04-28
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : **SS 250416-5**

RESULTADOS

ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/kg)	L.C. (mg/kg)	SUELO MUESTRA 1 - 02/04/2025	SUELO + BIOL DE RESIDUO DE PESCADO 2 - 16/04/2025
pH (1:1)		7,65	7,62
C.E. (1:1) dS/m	0,01	0,58	0,75
Materia Orgánica %	0,02	0,64	1,20
Plata (Ag)	0,4	<0,4	<0,4
Aluminio (Al)	13	14580	15110
Arsénico (As)	2	69	78
Boro (B)	12	<12	<12
Bario (Ba)	2	80	83
Calcio (Ca)	10	4133	4103
Cadmio (Cd)	0,4	1	1,2
Cobalto	0,1	17,3	17,8
Cromo (Cr)	0,2	15,7	16,3
Cobre (Cu)	0,6	55,7	60,8
Hierro (Fe)	2	40270,0	41610,0
Mercurio (Hg)	0,5	<0,5	<0,5
Potasio (K)	32	1434,0	1489
Magnesio (Mg)	13	5845	5972
Manganeso	1	673	737
Molibdeno (Mo)	1	3	3
Sodio (Na)	29	400	348
Níquel	0,2	28,7	29,8
Fósforo (P)	5	1012	978
Plomo (Pb)	0,7	65,5	70,6
Antimonio (Sb)	2	5	5
Talio (Tl)	2	<2	<2
Vanadio (V)	0,6	43,7	45,2
Zinc (Zn)	0,64	262,1	276,6

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

www.colecbi.com.

Nota. Datos tomados de COLECBI S.A.C. (2025).



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20250416-012

Pág. 2 de 2

METODOLOGÍA EMPLEADA

METALES TOTALES (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Calcio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Fósforo, Potasio, Plata, Sodio, Talio, Vanadio, Zinc) : EPA 3050B Rev. 2 1996 / EPA 6010D Rev. 5. 2018. Acid Digestion of Sediments, Sludges and Soils / Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry.

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 afecto al proceso de Difirerencia por su perechbilidad 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, Abril 30 del 2025.
GVR/jms

LC-MP-HRUEVO
Rev. 10
Fecha 2023-09-15



VARGAS RAMOS ANGEL GUSTAVO
CORP. DE LAB. DE
ENSAY. CLIN. BIO. E IND. SAC
COLECBI S.A.C.
GERENTE DE LABORATORIO
gustavov@colecbisac.com
Firmado con www.tocapu.pe

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

FIN DEL INFORME

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

COLECBI S.A.C.

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



CÓDIGO DE ACCESO:
TPKQYE

Nota. Datos tomados de COLECBI S.A.C. (2025).

Anexo 6. Análisis de nitrógeno en el suelo antes y después de la aplicación del biol 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 PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20250416-011

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : **SNAIDER SEGUNDO MERCADO YUPANQUI.**
DIRECCION : Jr. Lima 1200 Interior 170 P.J. Florida Baja Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : **SUELO.**
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
ACTA DE MUESTREO : NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA : 02 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Botella de plástico con tapa cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2025-04-16
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2025-04-16
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2025-04-17
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : **SS 250416-5**

RESULTADOS

ENSAYO	MUESTRAS	
	SUELO MUESTRA 1 - 02/04/25	SUELO + BIOL DE RESIDUO DE PESCADO MUESTRA 2 - 16/04/25
Nitrogeno Total (%)	0,14	0,22

METODOLOGÍA EMPLEADA

Nitrogeno Total : SMEVW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Norg C, 24th Ed. 2023.

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 afecto al proceso de Derivencia por su perechibilidad 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, Abril 18 del 2025.
GVR/jms

LC-MP -HRIE
Rev. 10
Fecha 2023-09-15



VARGAS RAMOS ANGEL GUSTAVO
CORP. DE LAB. DE
ENSAY. CLIN. BIO. E IND. SAC
COLECBI S.A.C.
GERENTE DE LABORATORIO
gustavov@colecbisac.com
Firmado con www.tocapu.pe

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

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I 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



CODIGO DE ACCESO:
YAAASK

Nota. Datos tomados de COLECBI S.A.C. (2025).

Anexo 7. *Los nutrientes en función al pH del suelo.*

Nutrientes	pH					
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Nitrógeno %	20	50	75	100	100	100
Fósforo %	30	32	40	50	100	100
Potasio %	30	35	70	90	100	100
Azufre %	40	80	100	100	100	100
Calcio %	20	40	50	50	83	100
Magnesio %	20	40	50	50	80	100

Nota. Datos tomados de Alcarde, J.C (1983).

Anexo 8. *Clasificación de la salinidad de suelo según el tipo de CE.*

Clasificación	CEe (dS/m)	CE del Extracto 1:2
		(dS/m)
No salino	0 - 2	<0.4
Ligeramente salino	2 - 4	0.4 - 1.6
Moderadamente salino	4 - 8	1.6 - 2.4
Salino	8 - 16	2.4 - 3.2
Extremadamente salino	>16	>3.2

Nota. Datos tomados de Sela (2025).

Anexo 9. *Clasificación de suelos según su porcentaje de materia orgánica.*

Clase	Materia orgánica (%)
Extremadamente pobre	0.00 - 0.60
Pobre	0.61 - 1.20
Medianamente pobre	1.21 - 1.80
Mediano	1.81 - 2.40
Medianamente rico	2.41 - 3.00
Rico	3.01 - 4.20
Extremadamente rico	Mayor de 4.20

Nota. Datos tomados de Agrinova Science (2022).

Anexo 10. Análisis del extracto de betarraga sin aplicación de biol 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 PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20250514-013

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : **SNAIDER SEGUNDO MERCADO YUPANQUI.**
DIRECCION : Jr. Lima 1200 Interior 170 P.J. Florida Baja Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO : **EXTRACTO DE BETARRAGA.**
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 : 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2025-05-14
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2025-05-14
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2025-05-15
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : **SS 250514-9**

RESULTADOS

Ensayos	Muestra
	Extracto de betarraga (Testigo)
Proteínas (%) Factor 6,25	1,62
Grasa (%)	<0,1
Humedad (%)	87,14
Cenizas (%)	0,10
Fibra (%)	1,4
Carbohidratos (%)	9,58

METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

Grasa : UNE 64021 1970

Humedad : UNE 64015 1971

Cenizas : UNE 64019 1971

Carbohidratos : Por cálculo

Fibra : NMX-F-090-1978

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.
- 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 afecto al proceso de Dirimencia por su perechibilidad 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, Mayo 16 del 2025.
GVR/jms



VARGAS RAMOS ANGEL GUSTAVO
CORP. DE LAB. DE
ENSAY. CLIN. BIO E IND. SAC
COLECBI S.A.C.
GERENTE DE LABORATORIO
gustavov@colecblsac.com
Firmado con www.tocapu.pe

LC-MP -HRIE
Rev. 10
Fecha 2023-09-15

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

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

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



CÓDIGO DE ACCESO:
PYKXB0

Nota. Datos tomados de COLECBI S.A.C. (2025).

Anexo 11. Análisis del extracto de betarraga con aplicación de biol de residuos de pescado.

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



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° 20250416-010

SOLICITADO POR : **SNAIDER SEGUNDO MERCADO YUPANQUI.**

DIRECCION : Jr. Lima 1200 Interior 170 P.J. Florida Baja Chimbote.

NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA

PRODUCTO DECLARADO : **EXTRACTO DE BETARRAGA.**

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 : 01 muestra.

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno transparente cerrada.

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2025-04-16

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2025-04-16

FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2025-04-23

ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.

CÓDIGO COLECBI : **SS 250416-4**

Pág. 1 de 1

RESULTADOS

Ensayos	Muestra
	M - 1
Proteínas (%) Factor 6,25	1,70
Grasa (%)	0,2
Humedad (%)	90,9
Cenizas (%)	0,1
Fibra (%)	2,3
Carbohidratos (%)	4,5

METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

Grasa : UNE 64021 1970

Humedad : UNE 64015 1971

Cenizas : UNE 64019 1971

Carbohidratos : Por cálculo

Fibra : NMX-F-090-1978

NOTA :

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras : **Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()**
- Proporcionadas por el Solicitante (X)**
- 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.
- 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 afecto al proceso de Dirimencia por su perechibilidad 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, Abril 24 del 2025.
GVR/jms

LC-MP -HRIE
Rev. 10
Fecha 2023-09-15



VARGAS RAMOS ANGEL GUSTAVO
CORP. DE LAB. DE
ENSAY. CLIN. BIO. E IND. SAC
COLECBI S.A.C.
GERENTE DE LABORATORIO
gustavov@colecbisac.com
Firmado con www.tocapu.pe

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

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I 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



CÓDIGO DE ACCESO:
1PUH8P

Nota. Datos tomados de COLECBI S.A.C. (2025).

Anexo 12. *Análisis de suelo del Fundo Santa Rosa en el año 2019.*

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION																				
Solicitante		WILMER AQUINO MINCHAN																		
Departamento		ANCASH										Provincia : SANTA								
Distrito		NUEVO CHIMBOTE										Predio :								
Referencia		H.R. 69861-107C-19										Bolt. : 3472		Fecha : 17/09/19						
Número de Muestra		C.E.						Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves	pH (1:1)	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textural			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
		(1:1)	dS/m	%	%	ppm	%	%	%				meq/100g							
7415	-	7.52	1.18	0.10	1.38	20.3	103	47	34	19	Fr.	9.60	6.92	1.75	0.25	0.69	0.00	9.60	9.60	100
A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso																				
												Ing. Braulio La Torre Martínez Jefe del Laboratorio								

Nota. Datos tomados del Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (2019).

Anexo 13. Identificación de residuos por colores.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS POR COLORES			
RESIDUOS	COLORES	TIPOS	EJEMPLOS
NO PELIGROSOS	AZUL	PAPEL Y CARTÓN	Separadores de cartón, periódicos, revistas folletos, sobres, cajas de cartón, guías telefónicas, papelería en general.
	BLANCO	PLÁSTICO	Envases de alimentos y bebidas, vasos, cubiertos descartables, bolsas, stretch film, baldes, rafia, restos de cintas de embalaje, dispensadores de plásticos.
	PLOMO	VIDRIOS	Botellas, envases de alimentos, utensilios domésticos (vasos, jarras), recipientes de laboratorio, lunas de ventanas o puertas.
	AMARILLO	METALES	Envases de bebidas, pernos, clavos, piezas metálicas.
	MARRÓN	ORGÁNICOS	Residuos orgánicos de la producción y restos de alimentos.
	NEGRO	GENERALES	Trapos de limpieza, cuero zapatos, hilos, escobillas, lapiceros.
PELIGROSOS	ROJO	PELIGROSOS	Cartucho de tinta, toners, pilas, botellas de reactivos químicos, aceites usados, escoria contaminada, trapos contaminados con lubricantes, tubos fluorescentes en general, materiales contaminados con sustancias peligrosas; los restos médicos (medicina vencidas, jeringas desechables) son considerados residuos peligrosos, pero deben ser separados y rotulados como tales. RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos).

Nota. Datos tomados del Decreto Legislativo N°1278, Decreto Supremo N°014-2017-MINAM y NTP 900.058:2019

Anexo 14. *Registro de Excel de los indicadores del Tratamiento 0 (testigo).*

INDICADOR			
TRATAMIENTO	REPETICIONES	NÚMERO DE PLANTA	PESO (g)
T0 (TESTIGO)	I	1	133.00
		2	170.00
		3	164.00
		4	118.00
		5	169.00
		6	164.00
		7	113.00
		8	159.00
		9	135.00
		10	112.00
	II	1	95.00
		2	113.00
		3	143.00
		4	129.00
		5	134.00
		6	158.00
		7	164.00
		8	168.00
		9	157.00
		10	119.00
	III	1	150.00
		2	139.00
		3	163.00
		4	147.00
		5	165.00
		6	114.00
		7	125.00
		8	161.00
		9	157.00
		10	115.00
	IV	1	139.00
		2	164.00
		3	157.00
		4	132.00
		5	118.00
		6	154.00
		7	165.00
		8	115.00
		9	128.00
		10	137.00
PROMEDIO			141.550

Anexo 15. Registro de Excel de los indicadores del Tratamiento 1.

INDICADOR			
TRATAMIENTO	REPETICIONES	NÚMERO DE PLANTA	PESO (g)
T1	I	1	140.00
		2	192.00
		3	172.00
		4	158.00
		5	132.00
		6	147.00
		7	171.00
		8	138.00
		9	165.00
		10	179.00
	II	1	180.00
		2	185.00
		3	159.00
		4	164.00
		5	175.00
		6	206.00
		7	198.00
		8	217.00
		9	221.00
		10	185.00
	III	1	212.00
		2	203.00
		3	179.00
		4	205.00
		5	218.00
		6	207.00
		7	149.00
		8	165.00
		9	181.00
		10	216.00
	IV	1	187.00
		2	195.00
		3	168.00
		4	207.00
		5	182.00
		6	215.00
		7	197.00
		8	154.00
		9	204.00
		10	175.00
PROMEDIO			182.575

Anexo 16. Registro de Excel de los indicadores del Tratamiento 2.

INDICADOR			
TRATAMIENTO	REPETICIONES	NÚMERO DE PLANTA	PESO (g)
T2	I	1	147.00
		2	188.00
		3	218.00
		4	227.00
		5	153.00
		6	195.00
		7	181.00
		8	178.00
		9	197.00
		10	182.00
	II	1	208.00
		2	183.00
		3	216.00
		4	197.00
		5	164.00
		6	239.00
		7	251.00
		8	267.00
		9	226.00
		10	219.00
	III	1	185.00
		2	237.00
		3	251.00
		4	265.00
		5	223.00
		6	208.00
		7	181.00
		8	203.00
		9	174.00
		10	197.00
	IV	1	216.00
		2	192.00
		3	249.00
		4	233.00
		5	185.00
		6	176.00
		7	204.00
		8	263.00
		9	245.00
		10	172.00
PROMEDIO			207.375

Anexo 17. *Registro de Excel de los indicadores del Tratamiento 3.*

INDICADOR			
TRATAMIENTO	REPETICIONES	NÚMERO DE PLANTA	PESO (g)
T3	I	1	319.00
		2	227.00
		3	278.00
		4	239.00
		5	281.00
		6	218.00
		7	346.00
		8	235.00
		9	247.00
		10	241.00
	II	1	193.00
		2	209.00
		3	228.00
		4	271.00
		5	248.00
		6	197.00
		7	286.00
		8	274.00
		9	295.00
		10	263.00
	III	1	258.00
		2	291.00
		3	274.00
		4	197.00
		5	209.00
		6	216.00
		7	247.00
		8	215.00
		9	279.00
		10	264.00
	IV	1	275.00
		2	283.00
		3	251.00
		4	239.00
		5	267.00
		6	284.00
		7	217.00
		8	256.00
		9	287.00
		10	271.00
PROMEDIO			254.375