



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Pesquera

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

Mejoras en el proceso de elaboración de biofertilizantes a base de residuos de pescado desechados en el Mercado Modelo de Huacho, 2024

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Pesquero

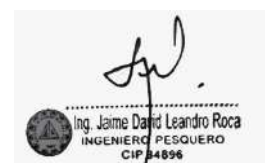
Autores

Yebel Ernesto Mateo Oliva

Jostin Josue Coca Chirito

Asesor

Mg. Jaime David Leandro Roca



Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL

JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION

LICENCIADA

(Resolución de Consejo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Pesquera

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACION
Mateo Oliva Yebel Ernesto	72225413	09/04/2026
Coca Chirito Jostin Josue	74974166	09/04/2026
DATOS DEL ASESOR		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Leandro Roca Jaime David	15594015	https://orcid.org/0009-0005-8109-5500
DATOS MIEMBROS DEL JURADO		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Flores Saldaña Oswaldo Francisco	15582719	https://orcid.org/0000-0001-7582-7430
Barreto Meza Jesus Gustavo	15589980	https://orcid.org/0000-0002-5790-6757
Leon Yovera Ramon	15595224	https://orcid.org/0000-0002-8528-0448

Yebel Ernesto Mateo Oliva

Mejoras en el proceso de elaboración de biofertilizantes a base de residuos de pescado desechados en el mercado modelo de ...

UNIDAD DE INVESTIGACION FIP - PREGRADO 2026

UNIDAD DE INVESTIGACION FIP

Facultad de Ingeniería Pesquera

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3562253047

Fecha de entrega

6 may 2026, 5:38 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

6 may 2026, 5:59 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_COCA_Y_MATEO.docx

Tamaño del archivo

4.7 MB

52 páginas

7551 palabras

42.392 caracteres




19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

- 18%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A nuestras familias, por su constante apoyo

A nuestros padres, por inculcarnos los valores y responsabilidad

A nosotros mismos, por la dedicación y compromiso que nos permitieron alcanzar este objetivo académico.

Yebel Ernesto y Jostin Josue.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestro asesor Mg. Jaime David Leandro Roca, por su guía y apoyo

De igual manera, expresamos nuestro reconocimiento a los docentes universitarios por impartirnos conocimientos y valores

Yebel Ernesto y Jostin Josue.

ÍNDICE

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCION	6
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1 Descripción de la realidad problemática	9
1.2. Formulación del problema	11
<i>1.2.1. Problema general</i>	<i>11</i>
<i>1.2.2. Problemas específicos</i>	<i>12</i>
1.3. Objetivos de la investigación	12
<i>1.3.1. Objetivo general</i>	<i>12</i>
<i>1.3.2. Objetivos específicos</i>	<i>12</i>
1.4. Justificación de la investigación	12
1.5. Delimitaciones del estudio	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	14
2.1 Antecedentes de la investigación	14
<i>2.1.1 Investigaciones internacionales</i>	<i>14</i>
<i>2.1.2 Investigaciones Nacionales.</i>	<i>14</i>
2.2 Bases teóricas	16
2.3 Bases Filosóficas	16
2.4 Definición de términos básicos	17

2.5	Hipótesis de investigación	19
2.4.1	<i>Hipótesis general</i>	19
2.4.2	<i>Hipótesis específicas</i>	19
2.6	Operacionalización de variables	20
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		21
3.1	Diseño metodológico.....	21
3.2	Población y muestra	22
3.2.1	<i>Población</i>	22
3.2.2	<i>Muestra</i>	22
3.3	Técnicas de recolección de datos.....	22
3.4	Técnicas para el procedimiento de la información	27
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		28
4.1	Análisis de Resultados	28
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....		32
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....		32
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES		34
CAPÍTULO V: REFERENCIAS.....		35
5.2	Fuentes bibliográficas.....	35
ANEXOS.....		37

INDICE DE TABLAS

<i>1: Área de estudio</i>	<i>28</i>
<i>2: Insumos utilizados en el proceso de producción de biofertilizantes</i>	<i>29</i>
<i>3: Rendimiento del biofertilizante después del proceso de producción</i>	<i>29</i>
<i>4: Análisis microbiológico del biofertilizante obtenido</i>	<i>30</i>
<i>5: Parámetros físicos químicos del biofertilizante obtenido</i>	<i>30</i>
<i>6: Composición nutricional del biofertilizante obtenido</i>	<i>31</i>

INDICE DE FIGURAS

<i>1: Flujograma para la elaboración y obtención del biofertilizante</i>	<i>23</i>
<i>2: Ubicación del mercado central de Huacho y centro de experimentación</i>	<i>28</i>

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la viabilidad en la mejora del proceso de elaboración de biofertilizantes a base de residuos de pescado. Como diseño metodológico utilizamos una investigación aplicada, de enfoque descriptivo, con un diseño preexperimental, donde solo se analizó una variable sin manipularla. En la unidad experimental se utilizó un biodigestor casero con capacidad de 50 litros. Se utilizó residuos de pescado como vísceras, cabezas, colas, huesos, pieles, escamas y aletas, los cuales fueron recolectados de forma controlada en el mercado central de Huacho. Todo el material fue procesado mediante una moledora eléctrica de acero inoxidable, obteniéndose una masa de textura semilíquida. A esta base orgánica se le añadió 2 kilogramos de melaza de caña, levadura activa, suero de leche vacuno, tierra de diatomeas y una solución fermentada de microorganismos eficaces (EM1). Esta formulación buscó favorecer la actividad microbiana y acelerar el proceso de fermentación anaeróbica. Una vez homogenizada la mezcla, se introdujo en el biodigestor y cerrado herméticamente. Se controlaron variables ambientales como temperatura y pH durante el proceso, hasta obtener un producto final potencialmente útil como biofertilizante. El proceso duró 35 días, y la muestra del biofertilizante obtenido fue enviado al laboratorio del INIA Donoso – Huaral. Los hallazgos registrados indican un rendimiento de 69,15% de biofertilizante líquido, sin presencia de coliformes totales y fecales, los valores de pH fueron de 6,4, una conductividad eléctrica de 37,8 dS/m, los valores de calcio y magnesio fueron de 263,13 y 234,06 mg/L respectivamente; los valores de Nitrógeno, Fósforo y Potasio fueron de 17978,04, 213,78 y 3627,00 mg/L respectivamente. Valores significativos para el crecimiento y desarrollo saludable de las plantas.

Palabras claves: Residuos de pescado, biofertilizante, biodigestor, microorganismos eficientes.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the feasibility of improving the process of producing biofertilizers from fish waste. The methodological design employed was applied research with a descriptive approach and a pre-experimental design, where only one variable was analyzed without manipulation. A 50-liter homemade biodigester was used in the experimental unit. Fish waste, including viscera, heads, tails, bones, skin, scales, and fins, was collected under controlled conditions at the Huacho central market. All the material was processed using a stainless-steel electric grinder, resulting in a semi-liquid paste. Two kilograms of sugarcane molasses, active yeast, cow's milk whey, diatomaceous earth, and a fermented solution of effective microorganisms (EM1) were added to this organic base. This formulation aimed to promote microbial activity and accelerate the anaerobic fermentation process. Once the mixture was homogenized, it was placed in the biodigester and hermetically sealed. Environmental variables such as temperature and pH were controlled throughout the process until a final product potentially useful as a biofertilizer was obtained. The process lasted 35 days, and the resulting biofertilizer sample was sent to the INIA Donoso – Huaral laboratory. The recorded findings indicate a 69.15% yield of liquid biofertilizer, with no presence of total or fecal coliforms. The pH value was 6.4, the electrical conductivity was 37.8 dS/m, and the calcium and magnesium values were 263.13 and 234.06 mg/L, respectively. The nitrogen, phosphorus, and potassium values were 17978.04, 213.78, and 3627.00 mg/L, respectively. These values are significant for healthy plant growth and development.

Keywords: Fish waste, biofertilizer, biodigester, efficient microorganisms.

INTRODUCCION

Desde tiempos remotos, el mar ha representado una fuente invaluable de recursos para las poblaciones humanas, resultando “la pesca” una de las actividades más antiguísimas y relevantes para el desarrollo alimentario y económico de muchas sociedades. Sin embargo, junto con los beneficios asociados a la captura y procesamiento del pescado, se genera una considerable cantidad de residuos orgánicos que, en su mayoría, no son gestionados de forma adecuada.

Diversos estudios estiman que entre el 75% y el 80% del peso total del pescado corresponde a subproductos como vísceras, piel, escamas, huesos, cabezas y colas, los cuales, si no son tratados correctamente, terminan convirtiéndose en focos de contaminación. En numerosas ciudades costeras, estos residuos son depositados en basureros improvisados o arrojados directamente al océano, causando efectos adversos en el medioambiente y salud de las personas.

A nivel mundial, la producción pesquera ha experimentado un crecimiento sostenido, impulsado tanto por la pesca extractiva como por la acuicultura. Este aumento ha traído consigo una generación proporcional de residuos, especialmente en procesos industriales como el fileteado, el enlatado o la congelación. Organismos como la FAO han señalado que por cada tonelada de pescado procesado puede generarse una cantidad similar de subproductos, los cuales, de no ser tratados, representan un riesgo ambiental significativo.

Frente a esta problemática, recientemente ha adquirido relevancia la implementación de tecnologías dirigidas al reaprovechamiento de residuos pesqueros, destacándose entre ellas la producción de fertilizantes orgánicos. Estos productos no solo permiten reducir la carga contaminante, sino que además ofrecen una alternativa viable frente al uso intensivo de fertilizantes químicos, promoviendo una agricultura más sostenible.

La sobrepoblación mundial y la consecuente presión sobre los sistemas agrícolas ha llevado a la búsqueda de nuevas soluciones que permitan aumentar la productividad sin comprometer los recursos naturales. En este contexto, el uso de residuos orgánicos de origen pesquero como materia prima para la elaboración de biofertilizantes se presenta como una estrategia innovadora y ambientalmente responsable.

En el caso particular del mercado modelo de Huacho, se evidencia una gestión inadecuada de los desechos generados por la comercialización de productos hidrobiológicos, lo cual contribuye a la contaminación local. Por ello, resulta urgente implementar un sistema de tratamiento que permita transformar estos residuos en insumos útiles, como los biofertilizantes, que puedan integrarse a circuitos agrícolas locales, reduciendo impactos negativos y fomentando prácticas de economía circular.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Desde tiempos antiquísimos, el mar ha ofrecido abundantes recursos, entre los cuales se encuentran diversas variedades de pescado, según Torres 2015, p. 15, citado por (Palacin Valerio, 2017), el pescado contiene entre un 20% y un 25% de carne comestible, mientras que el 75% al 80% restante consiste en materiales residuales recuperables, como vísceras, cabezas, huesos, piel y escamas. Estos residuos pueden ser utilizados en la producción de harina de pescado o en la creación de fertilizantes. No obstante, en la actualidad, en las localidades cercanas al mar, los desechos de la pesca frecuentemente son tratados de forma inapropiada. Muchos de estos desechos se desechan en vertederos no regulados sin aprovecharse para ningún otro uso. Además, algunos son vertidos directamente al mar, lo que genera focos de infección que amenazan nuestra salud y contribuyen a la contaminación ambiental.

La administración de los desechos procedentes del pescado es ahora un reto medioambiental a escala global. La inexistencia de un método conveniente para la gestión final de estos desechos es una razón significativa de la contaminación. Con el fin de solucionar este inconveniente, se han desarrollado diversos métodos de tratamiento de estos desechos como una alternativa para su reaprovechamiento. Los desechos, que incluyen partes no aptas para el consumo humano como cabezas, huesos, piel y vísceras de pescado, pueden ser convertidos en fertilizantes debido a su contenido nutritivo (Afreem & Ucak, 2020).

La FAO (2020) hizo hincapié que el sector pesquero es crucial para economías de Canadá, Estados Unidos, China. Además, entre 2017 y 2018, se registró un aumento en la producción anual de pescado, que pasó de 81,2 a 84,4 millones de toneladas, abarcando tanto la pesca como la acuicultura (Aster, 2018). La producción, captura y elaboración del pescado generan un volumen significativo de residuos, los cuales a menudo no son tratados

adecuadamente (Choe & et. al, 2020). Por cada tonelada de pescado que se consume, se producen desechos en cantidad similar que terminan en el océano o se desechan en tierra sin el tratamiento apropiado, representando entre el 30% y el 70% del peso original del pescado, dependiendo del método utilizado y la falta de reutilización (Choe & et. al, 2020). El tratamiento posterior de estos desechos podría implicar su conversión en alimentos para animales, productos técnicos y farmacéuticos, proteínas, aceites, minerales y otros compuestos. (Ahuja & et. al, 2020).

En los últimos cien años, la eficacia en la agricultura ha crecido gracias a las técnicas impulsadas por la Revolución Verde, resultando en un incremento en la disponibilidad de alimentos. No obstante, estas técnicas han originado también dificultades medioambientales y sociales. Para garantizar la estabilidad en el suministro de alimentos, es fundamental verificar tecnologías que reduzcan su efecto adverso. En este escenario, la generación de fertilizantes a partir de desechos orgánicos como material base se muestra como una táctica esencial. (Galba Busato & et. al., 2018).

Con el veloz aumento de la población mundial, los métodos agrícolas se ven presionados a cumplir con la creciente demanda de alimentos y a elevar la producción. Esto implica la utilización de elevadas cantidades de fertilizantes y una gestión eficiente del terreno para generar más comida, al mismo tiempo que se evita la erosión del suelo y se garantiza una producción que sea sostenible (Choe y otros, 2020). La acuicultura, por otro lado, ofrece grandes cantidades de proteína y que ha tendido un considerable desarrollo. (Afreen y Ucak, 2020). Este aumento ha ocasionado grandes volúmenes de residuos orgánicos, lo cual ha llevado a la creación de empresas que se especializan en la transformación de cabezas, pieles y vísceras de pescado. Estas empresas han ayudado a aliviar los problemas económicos, sociales y ambientales que surgen de la inadecuada gestión de desechos (Guidini et. al., 2020).

Según la FAO (2020), los métodos de fileteado, enlatado, curado y congelación han permitido que se generen 70 millones de toneladas de pescado a nivel global. En la industria del fileteado, el producto final es entre un 30 y un 50 por ciento del peso total. Estos procesos producen subproductos y residuos. La acuicultura proporciona, además, más del 25% de la oferta mundial de pescado; se prevé que esta proporción alcance cerca del 50% para el año 2030 (FAO, 2020).

Las vísceras de los peces son empleadas en la creación de distintos artículos como alimentos para animales, condimentos y fertilizantes para cultivos. Un ejemplo significativo es el estudio sobre el efecto del abono foliar elaborado a partir de vísceras de pescado en el rendimiento de las fresas (Janampa Leandro & Ruiz Parra, 2021). Asimismo, se ha podido generar bioetanol combinando restos de pescado con melaza (Rojas Villalobos & Zelaya Vega, 2019). A pesar de ello, esta clase de uso normalmente se restringe a las entrañas que se generan en la industria atunera. Las vísceras que se descartan en los mercados locales, originadas de la venta de peces enteros o por peso, frecuentemente se consideran residuos y se arrojan a los cubos de basura del mercado, sin ser utilizadas para la producción de estos productos.

Ante estos problemas nuestra ciudad no está exento de esta contaminación por residuos de recursos hidrobiológicos, se hace necesario realizar un tratamiento y elaborar biofertilizantes a base de residuos de pescado en el mercado modelo de Huacho.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Se puede mejorar el proceso de elaboración de biofertilizantes a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho?

1.2.2. Problemas específicos

¿Qué rendimiento se obtiene en la mejora del proceso de elaboración de biofertilizante a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho?

¿Se cumple con los estándares de seguridad, sin presencia de microorganismos patógenos, en la mejora del proceso de elaboración de biofertilizantes a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho?

¿Cuál será la concentración específica de nutrientes en la mejora del proceso de elaboración de biofertilizantes a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la viabilidad en la mejora del proceso de elaboración de biofertilizantes a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar el rendimiento en la mejora del proceso de elaboración de biofertilizante a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho.

Analizar la presencia de microorganismos patógenos, en la mejora de proceso de elaboración de biofertilizantes a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho.

Determinar la concentración específica de nutrientes en la mejora del proceso de elaboración de biofertilizantes a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho.

1.4. Justificación de la investigación

El manejo inadecuado de los residuos de pescado en el mercado central de Huacho resulta en la generación de desechos hidrobiológicos durante las etapas de fileteo y

evisceración. La falta de conocimiento en las técnicas correctas para la gestión de estos residuos contribuye a problemas ambientales y sanitarios. Es crucial implementar prácticas adecuadas para minimizar el impacto de estos desechos y garantizar un manejo más eficiente y sostenible en el mercado. Esta falta de gestión adecuada provoca problemas ambientales significativos, tales como la proliferación de enfermedades, malos olores y la aparición de plagas. Para mitigar estos efectos adversos y optimizar la gestión de los desechos, es fundamental transformar estos residuos orgánicos en biofertilizantes. Este plan no solo contribuirá a disminuir los efectos adversos vinculados con la acumulación y eliminación inadecuada de desechos, sino que también posibilitará el uso productivo de estos materiales, fomentando métodos más sostenibles y eficientes en la gestión de residuos en el área.

1.5. Delimitaciones del estudio

El estudio se llevó a cabo en el mercado central de Huacho, donde se recolecto los residuos de pescados. Está situada entre los jirones de Atahualpa y la Merced, por el oeste y este respectivamente, además entre la calle Adán Acevedo y pasaje mercado sur, por el sur y norte respectivamente, cuyas coordenadas son: Latitud sur $11^{\circ} 06' 23,06''$, Longitud oeste $77^{\circ} 36' 33,59''$. El proceso de elaboración del biofertilizante se realizará en un centro de experimentación, ubicado en la calle Manuel Oyola 175 distrito de Santa María, cuyas coordenadas son: latitud sur $11^{\circ} 05' 23,19''$ y Longitud oeste $77^{\circ} 35' 39,71''$.

El desarrollo del presente estudio comprendió de setiembre hasta diciembre del 2024.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

(Jimenez Midero J., 2012). Realizó su estudio con la finalidad: Crear un fertilizante líquido a partir de vísceras de trucha arco iris que producen en la granja de la parroquia Tufiño. La estrategia utilizada integró métodos cuantitativos y cualitativos, dado que se recolectaron datos numéricos para examinar las variables y se estudiaron las propiedades de calidad del biol obtenido. Los hallazgos mostraron que la proporción de interiores de trucha arco iris influye notablemente en el valor nutricional del biol. Para alcanzar el máximo nivel de nutrientes esenciales, incluyendo nitrógeno, potasio, fósforo y otros macronutrientes tales como calcio, azufre y magnesio, se estableció que la proporción ideal de vísceras a emplear es del 30%. Además, se registró una conductividad eléctrica salina moderada de 11,04 mS/cm y una eficacia del 89,74%.

(Windsor, M; Barlow, S., 1984), indican que la mejor especie de pescado solo genera aproximadamente el 50% de su masa en forma de filetes o músculo comestible. El resto del pescado, que incluye partes como el esqueleto, la cabeza y otros desechos, contiene una cantidad de proteína casi tan alta como la del propio filete, aunque estos materiales no suelen ser consumidos.

2.1.2 Investigaciones Nacionales.

(Cachay Morante, 2022) Realizo su estudio con el fin de: Analizar la hidrólisis de proteínas en desechos de pescado para ser usados como suplemento alimenticio para *Desmodesmus sp*". El procedimiento se llevó a cabo: Recogida de desechos de pescado, mejora de la hidrólisis (modificando la temperatura, pH, cantidad de enzima y duración del proceso de hidrólisis), aumento de escala en un biorreactor, envasado del hidrolizado de

residuos de pescado (HLRP)- La mejora se evaluó a través de los métodos de ninhidrina y TCA-SN, logrando resultados de 30,91% y 68% para la hidrólisis en condiciones ideales de 60°C, pH 7.5, 3% p/p de enzima sobre los residuos y 180 minutos. El HLRP exhibió un elevado contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, con mediciones de 14,952 mg/L, 311 mg/L y 5,290 mg/L, respectivamente. También contenía un 5,2% de aminoácidos totales, destacándose la arginina, y un 7,9% de proteína cruda, lo que pone de manifiesto su valor nutricional. En lo que respecta al crecimiento de *Desmodesmus* sp., las diluciones que superaban el 1% presentaron toxicidad celular, mientras que la dilución al 0,1% resultó en la mayor producción de densidad celular, un resultado que también se observó cuando se usó como aditivo en el medio inorgánico BG-11. Por lo tanto, el HLRP elaborado con los parámetros optimizados se demuestra efectivo como suplemento nutricional para *Desmodesmus* sp. en concentraciones entre el 0,1% y el 1%.

(Delgado Tamayo, 2018). Realizo su estudio con el fin: Crear y producir un fertilizante orgánico a partir de desechos de pescado para su uso en cultivos agrícolas. Es un estudio preexperimental. Los hallazgos, derivaron del análisis de dos variedades de vísceras, específicamente de trucha y jurel, mezcladas con agua en proporciones de 75%, 65% y 50% de vísceras, combinadas con 25%, 35% y 50% de agua, respectivamente. También se evaluaron tres niveles de incorporación de levadura: 0,6%, 0,7% y 0,8%. Los resultados más favorables se registraron con una mezcla que contenía 75% de vísceras y 25% de agua, junto con una adición de levadura del 0,7%. En conclusión, la elaboración de abono orgánico utilizando vísceras de pescado no solo facilita un manejo adecuado de los desechos generados por la pesca y la acuicultura, previniendo la contaminación, sino que además representa una alternativa viable frente al problema de la degradación de la calidad de terrenos agrícolas, provocado por la utilización desmedida de agroquímicos.

2.2 Bases teóricas

Barranca, al contar con mercados en el centro y sus alrededores, enfrenta un problema significativo de generación de residuos, incluyendo una cantidad considerable de desechos de pescado. Cuando estos residuos se desechan en espacios exteriores, contribuyen a la contaminación ambiental y representan un riesgo para la salud pública. Según (Ramirez León, 2018), los residuos generados en la zona ascienden a 6,29 toneladas diarias, 188,69 toneladas mensuales y 2.295,75 toneladas anuales. Dado el volumen considerable de estos residuos, existe una oportunidad para valorarlos y aprovecharlos de manera más eficiente. En particular, los residuos de pescado, que tienen una alta concentración de nutrientes, pueden ser transformados en productos útiles, lo que no solo ayuda a reducir el impacto ambiental, sino que también contribuye a la creación de valor agregado a partir de los desechos marinos.

Esta afirmación es respaldada por (Kotzamanis, Y et. al, 2001), según lo citado por (Florez Jalixto, 2017). Ellos detallan que las partes de la trucha, como la cabeza, la espina y la cola, tienen una composición química similar, con aproximadamente 70% de humedad, 15% de proteína y 11% de grasa. Por otro lado, los intestinos de la trucha tienen un alto contenido lipídico, alcanzando el 35%, con una baja humedad de alrededor del 56% y un contenido de proteína cercano al 8%. Debido a estas características nutricionales, es crucial aprovechar estos residuos como abono orgánico, ya que sus nutrientes pueden mejorar el rendimiento de las hortalizas.

2.3 Bases Filosóficas

La utilización de desechos de pescado se presenta como una opción ecológica que potencia la alimentación de vegetales, es financieramente viable para su producción o adquisición, y contribuye a disminuir los gastos de producción junto con la contaminación ambiental. Esta afirmación es respaldada por Romero Flores en 2017, quien, a través de su

investigación, sugiere un análisis técnico para crear fertilizante orgánico a partir de los desechos generados en el procesamiento del pescado. En la evaluación inicial, se examinó la cantidad y el tipo de estos desechos, descubriendo que los efluentes tenían una alta proporción de materia orgánica, excediendo los límites permitidos para el sistema de saneamiento. La instauración del proyecto tiene como objetivo reducir la creación de desechos y aumentar su utilización, así como disminuir la carga contaminante en el sistema de desagües del cantón. Esto ayudará a mejorar las condiciones ambientales de la empresa, las áreas adyacentes y el cantón en su conjunto, protegiendo la salud de sus ciudadanos.

2.4 Definición de términos básicos

2.4.1 *Biofertilizantes*

Es un producto formulado con microorganismos beneficiosos, como bacterias y hongos, que establecen relaciones de asociación o simbiosis con las plantas, facilitando su nutrición de manera natural y contribuyendo a la regeneración del suelo (Ramirez León, 2018). Su aplicación permite reducir la cantidad de fertilizantes minerales necesarios para los cultivos y promover un equilibrio biológico en el suelo. Además, estos productos son capaces de suplementar o movilizar nutrientes con un bajo consumo de recursos no renovables, lo que ofrece la ventaja de procesos microbianos rápidos que pueden ser aplicados para resolver problemas locales específicos. (Agreda, 2014).

2.4.2 *Residuos de Pescado*

Estos residuos incluyen partes del pez, como las cabezas, los intestinos, la sangre y demás. Estas sobras pueden ser aprovechadas como fertilizantes naturales, proporcionando nutrientes esenciales como nitrógeno, ácido fosfórico y potasio. Estos fertilizantes naturales son vitales para aumentar la fertilidad del suelo y estimular un desarrollo adecuado de las plantas, ya que afectan las características físicas y químicas del terreno. Su función principal

es ofrecer los nutrientes que las plantas requieren, lo que contribuye a un crecimiento más saludable. (Navarro García, 2014, p. 26)

2.4.2 Melaza

Según el Diccionario de la RAE, es el residuo de la fabricación del azúcar de caña es un líquido viscoso, de tono marrón intenso y un gusto sumamente dulce. Este fluido incluye carbohidratos, los cuales ayudan a elevar los niveles de energía en el cuerpo, así como también calcio, cobre, magnesio y potasio.

2.4.3 Nitrógeno (N)

Es un macronutriente esencial para el desarrollo de las plantas y es uno de los componentes clave de las proteínas, ácidos nucleicos y clorofila. Según (Brady, N.C., & Weil, R.R., 2008). Asimismo, es fundamental para la síntesis de aminoácidos y proteínas, lo que a su vez es crucial para el desarrollo de tejidos vegetales y el crecimiento general de la planta. (Marschner, 2012) también destaca que el nitrógeno es un factor limitante en muchos ecosistemas agrícolas, ya que la disponibilidad de este nutriente determina la productividad de los cultivos. Su ciclo en la naturaleza involucra procesos de fijación, mineralización, nitrificación y desnitrificación, que son controlados tanto por factores biológicos como ambientales.

2.4.4 Fósforo (P)

Es un macronutriente fundamental que juega un rol esencial en la retención y el transporte de energía en los vegetales, además de involucrarse en la síntesis de ARN, ADN y fosfolípidos (Havlin et. al., 2013). Según (Mengel & Kirkby, 2001), el fósforo es crucial para el desarrollo y crecimiento de las raíces así como para la floración en las plantas. Su capacidad de desplazamiento en el suelo es bastante limitada, lo que significa que su accesibilidad está influenciada por elementos como el pH, la materia orgánica y las relaciones con otros minerales.

2.4.6 Potasio (K)

De acuerdo con (Navarro García G. , 2014 p. 60), esto disminuye la frecuencia de diversas enfermedades del tallo y de las hojas al fortalecer las paredes celulares, lo que proporciona a los tejidos de la planta una mayor resistencia y robustez.

2.5 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

H1: Es posible mejorar el proceso de elaboración de biofertilizantes a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho.

2.4.2 Hipótesis específicas

H1: Es posible determinar el rendimiento en la mejora del proceso de elaboración de biofertilizante a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho.

H2: Es posible analizar la presencia de microorganismos patógenos en la mejora del proceso de elaboración de biofertilizante a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho.

H3: Es posible determinar la concentración específica de nutrientes en la mejora del proceso de elaboración de biofertilizantes a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho.

2.6 Operacionalización de variables

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V1 Elaboración de biofertilizantes	Productos que incluyen microorganismos vivos o materia orgánica en proceso de descomposición, los cuales, al ser aplicados al suelo, favorecen el crecimiento de las plantas mediante la mejora de la disponibilidad de nutrientes o la promoción de la actividad biológica en el suelo. Sánchez y González (2015)	Rendimiento	- Cantidad	Litros
		Calidad	- Análisis microbiológico - pH	Coliformes totales y fecales
		Composición nutricional	- N, P, K	%
V2 Residuos de pescado	Los residuos generados por la pesca o los mercados incluyen partes del pescado como cabezas, vísceras, sangre, alas y colas. Estos residuos pueden ser utilizados como fertilizantes orgánicos, aportando nutrientes clave como nitrógeno, ácido fosfórico y potasio. Estos fertilizantes orgánicos son cruciales para mejorar la fertilidad del suelo y promover un desarrollo vegetal adecuado, ya que influyen en las propiedades físicas y químicas del suelo. Su principal función es suministrar los nutrientes necesarios para las plantas, favoreciendo así un crecimiento más saludable. Navarro G. (2014, p. 26).	Residuos de pescado	- Cantidad - Calidad	- Kilos - Frescura
		Insumos	- Microorganismos eficaces - Melaza - Suero de leche - Levadura - Tierras de diatomea	- Litros - Kilos - Litros - Kilos - Kilos

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo

(Editorial, 2023) El presente es de tipo aplicada, cuyo propósito es identificar métodos que se puedan utilizar para abordar un problema particular. Este se basa en la teoría para crear conocimientos útiles, y su aplicación es bastante frecuente en disciplinas como la ingeniería.

Se divide en:

- **Investigación aplicada tecnológica:** está diseñada para crear saberes que se puedan implementar en la producción, con el objetivo de generar un efecto beneficioso en la vida diaria.
- **Investigación aplicada científica:** tiene propósitos de predicción. Por medio de esta forma de investigación, es posible cuantificar ciertas variables para anticipar conductas que resultan útiles para el sector de productos y servicios, como comportamientos de compra, factibilidad de iniciativas comerciales, entre otros.

3.1.2 Nivel

Es descriptivo, dado que se dedica a detallar los elementos, sucesos o situaciones relacionadas con un tema de estudio. Este tipo de investigación se utiliza para entender a fondo las características de un fenómeno, utilizando métodos como encuestas, entrevistas y observación (Hernandez Sampieri y otros, 2014)

3.1.3 Diseño

(Editorial, 2023) Es preexperimental en el que se observa una única variable sin realizar ninguna manipulación, lo que hace innecesario contar con un grupo de control. Este enfoque se utiliza para realizar un primer análisis del tema investigado y no busca indagar

en las raíces de los fenómenos observados. En otras palabras, se trata de una metodología exploratoria del estado actual del asunto.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Estuvo compuesta por residuos de pescado obtenidos en el mercado central de Huacho, Huaura-Región Lima-provincias.

3.2.2 Muestra

La muestra fue la cantidad de residuos que se recolectaron para este caso estuvo conformada por 20 kg de residuos de pescado de todo tipo, asimismo, se consideró el porcentaje de cada insumo utilizado para la elaboración del biofertilizante.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Se empleó la observación de tipo experimental, dado que se aplicaron fichas de registro. Se emplearon dos fichas específicas, presentadas en el Anexo 1, que permitieron la recopilación ordenada de la información necesaria para realizar el análisis de este estudio .

3.3.1 Descripción de Procedimiento

Fertilizante orgánico líquido en base a residuos de pescado

La unidad experimental estuvo formada por un biodigestor con capacidad de 50 litros, que incluía desechos de pescado, como cabezas, colas, espinas, órganos internos, aletas, piel y escamas. Estos residuos fueron triturados en una moladora de carne eléctrica de acero hasta obtener una masa espesa con una consistencia similar a la de una papilla. A esta materia prima pastosa se le incorporaron 2 kg de melaza de caña, levadura, suero de leche de vacuno, EM1 (microorganismos eficaces) y tierra de diatomeas. El producto fue rotulado de la siguiente manera: Biofertilizante: contiene 20.0 kilogramos de residuos de pescado.

El proceso de fermentación en el biodigestor se llevó a cabo a una temperatura promedio de 25 a 30 °C. Una vez iniciado este proceso en el biodigestor artesanal, se procedió a medir tanto la temperatura como el pH al inicio y al final de la fermentación, utilizando un termómetro y un pHmetro de laboratorio.

En el análisis de este estudio se siguió secuencias de etapas metodológicas previamente establecidas. Dichas etapas se detallan en la siguiente sección:

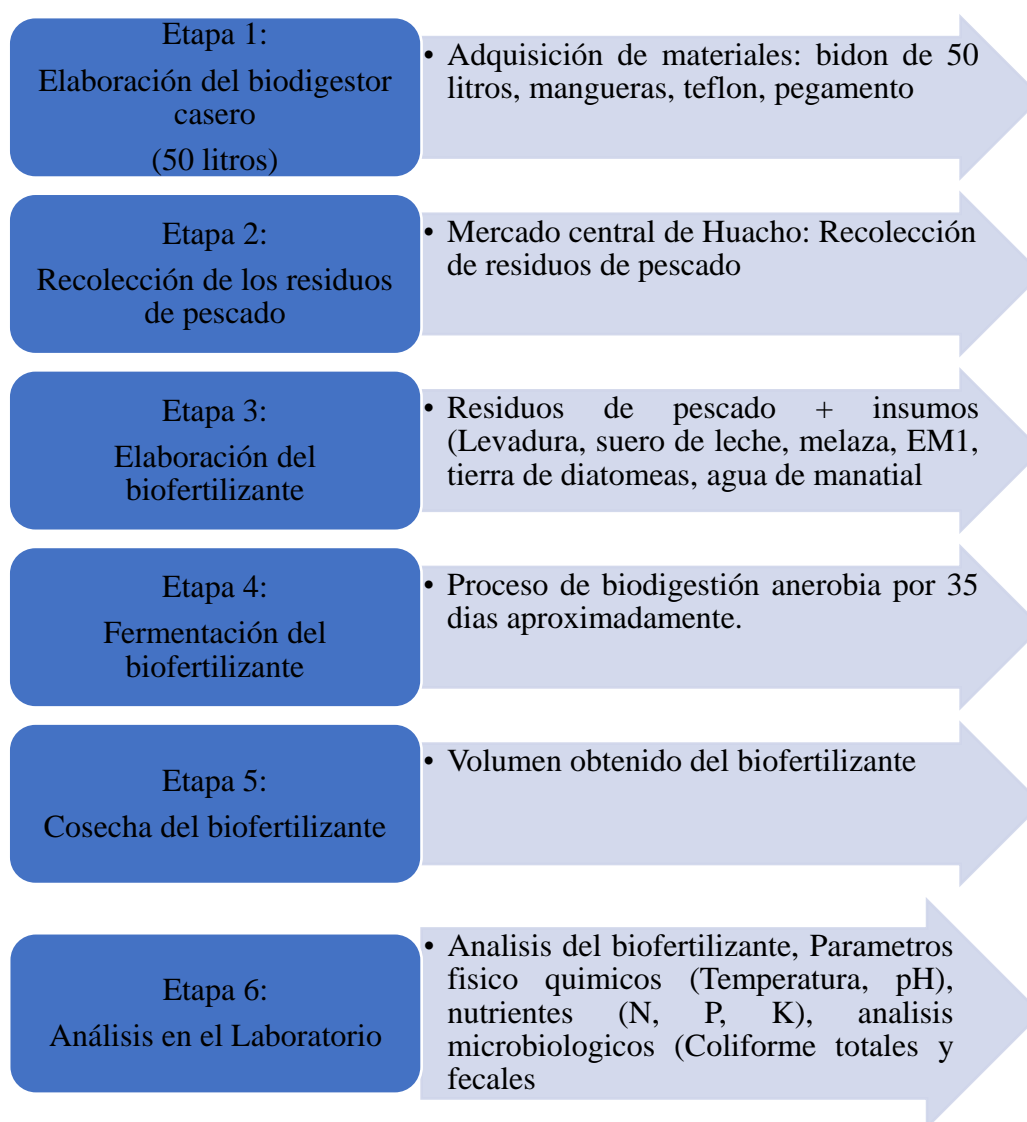


Figura 1. Flujograma para la elaboración y obtención del biofertilizante

Fuente: Autores (2024)

Etapas 1: Elaboración del biodigestor casero

Para la construcción del biodigestor de tipo casero, se utilizó un cilindro o recipiente de plástico con capacidad de 50 litros, provisto de tapa hermética. Adicionalmente, en la tapa se realizó un orificio de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro para la colocación de una manguera, la cual fue conectada a una botella con agua, funcionando como una trampa hidráulica para la liberación controlada del biogás. Finalmente, todos los puntos de conexión y orificios fueron sellados con silicona caliente, con el fin de garantizar la estanqueidad del sistema y prevenir cualquier fuga de gas (ver Figura 2).

El diseño del biodigestor responde a criterios de eficiencia, funcionalidad y economía. La elección de un recipiente de 50 litros permite mantener un volumen adecuado para procesos de digestión anaeróbica a pequeña escala. El sistema de salida de biogás asegura un flujo unidireccional y evita la entrada de oxígeno, manteniendo un ambiente estrictamente anaeróbico, condición esencial para el funcionamiento eficiente del biodigestor. La utilización de materiales accesibles como la cinta de teflón y la silicona caliente permite asegurar una buena hermeticidad sin incrementar significativamente los costos de implementación, lo cual hace viable este tipo de sistemas en entornos rurales o de investigación aplicada.

Etapa 2: Recolección de residuos de pescado

La recolección de residuos de pescado se efectuó en una jornada única en el puesto de comercialización de productos hidrobiológicos del mercado central de Huacho. Durante esta actividad se recolectaron un total de 20 kilogramos de residuos orgánicos provenientes de diversas especies de pescado, los cuales incluyeron cabezas, vísceras, espinas, colas, sangre y escamas. Estos subproductos fueron seleccionados y almacenados en condiciones higiénicas adecuadas para su posterior utilización como materia prima en el proceso de biodigestión anaerobia.

Etapa 3: Elaboración del biofertilizante

En el biodigestor se llevó a cabo la elaboración del biofertilizante a partir de residuos de pescado, utilizando un total de 20 kg de materia orgánica. El proceso inició con la incorporación de los residuos de pescado, seguida por la adición secuencial de los insumos complementarios: 300 gramos de levadura, 2 litros de suero de leche, 5 kilogramos de melaza, 3 litros de EM1, 500 gramos de tierra de diatomeas y finalmente se le agregó agua de manantial. hasta completar los 47 litros de capacidad del recipiente, volumen necesario para asegurar una fermentación adecuada.

Posteriormente, la mezcla fue agitada cuidadosamente de manera homogénea para favorecer la integración de todos los componentes. Una vez concluido este paso, el biodigestor fue cerrado herméticamente con su respectiva tapa y se verificó la correcta instalación del sistema de salida de gases: un extremo de la manguera fue sumergido en el fondo de una botella con agua, actuando como sello hidráulico para evitar el ingreso de oxígeno al sistema. Finalmente, el biodigestor fue trasladado a un lugar seguro, donde se dejó en condiciones controladas para el desarrollo del proceso de fermentación anaeróbica.

Con el fin de monitorear el adecuado desarrollo del proceso, se realizaron mediciones semanales de temperatura y pH en ambos biodigestores. Para la toma de muestra, se extrajeron 5 ml de biol directamente del interior del recipiente, utilizando un procedimiento estandarizado. En la Tabla 2 se detallan los insumos utilizados para la elaboración del biofertilizante.

Etapas 4: Fermentación del biofertilizante

Este es elaborado a partir de desechos de pescado es un método biológico que ocurre sin oxígeno. En esta etapa, los organismos microscópicos descomponen los materiales orgánicos, transformándola en compuestos más simples y liberando nutrientes esenciales en formas que son asimilables por las plantas.

Etapa 5: Cosecha del biofertilizante

La recolección del biol se llevó a cabo mediante la extracción del contenido líquido del biodigestor utilizando una jarra y un balde como instrumentos de apoyo. Para separar la fracción líquida de los sólidos remanentes, se empleó un colador de malla fina, permitiendo obtener un biofertilizante limpio y libre de impurezas. Para preservar sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas durante un tiempo extenso, el biofertilizante filtrado fue envasado en botellas plásticas limpias y guardado en ambiente óptimo y sin luz.

Etapa 6: Análisis en laboratorio

Se tomó una muestra de 500 mililitros del biofertilizante y se envió al laboratorio del INIA Donoso, localizado en Huaral, para realizar los análisis de los parámetros fisicoquímicos correspondientes. Entre las variables que se analizaron se encontraban: pH, conductividad eléctrica, sólidos totales, contenido de materia orgánica, niveles de nitratos, fosfatos, potasio (K), óxido de calcio (CaO), óxido de magnesio (MgO) y la relación entre carbono y nitrógeno (C/N). Los hallazgos fueron registrados en la Ficha N. ° 2 para su análisis e interpretación posterior.

3.3.2 Técnica de recolección de dato

En este estudio, se aplicó la medición y se empleó la observación en el lugar, lo que significa que nosotros, como estudiantes de tesis, junto con nuestro orientador, visitamos el área del mercado modelo de la ciudad de Huacho y realizamos un recorrido por la zona, localizando los puntos donde se depositan los desechos de las vísceras de pescado y otros tipos de residuos.

3.3.3 Instrumentos de recolección de datos

Se empleó la ficha de registro como herramienta de evaluación, permitiendo capturar la información sobre las observaciones realizadas y se cuantificaron las diferentes variables. Asimismo, se utilizó una cámara para tomar fotografías.

3.4 Técnicas para el procedimiento de la información

3.4.1 Proceso de análisis de datos

Recojo de datos

Durante el avance de este estudio, se llevó a cabo mediante fichas de observación, que se utilizó para registrar de manera organizada los días de fermentación. Luego, las muestras fueron enviadas al laboratorio de INIA Donoso, ubicado en Huaral, para llevar a cabo los análisis necesarios. La información recopilada fue analizada utilizando el programa SPSS.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis de Resultados

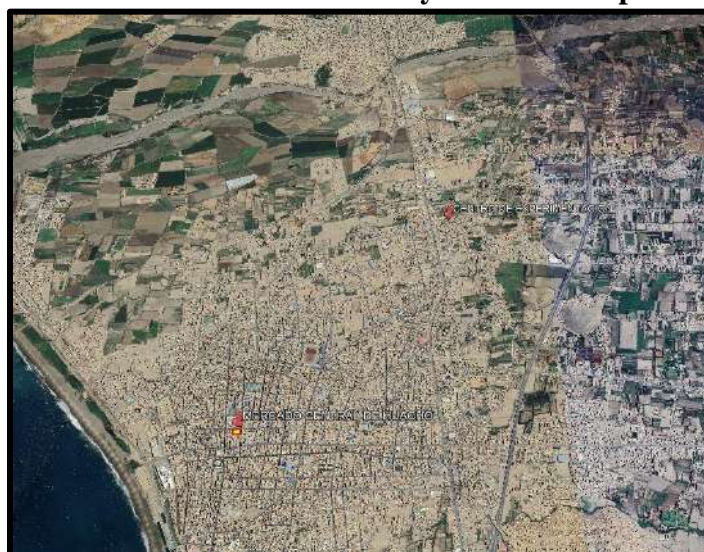
Tabla 1. Área de Estudio

AREAS DE ESTUDIO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	Latitud Sur	Longitud Oeste
Mercado Central de Huacho	11° 06' 23,09"	77° 36' 33,91"
Centro de Experimentación	11° 05' 24,05"	77° 35' 93,00"

Elaborado por los autores (2024)

La tabla 01 nos muestra el área de estudio de la investigación, localizada en el mercado central de Huacho, entre los jirones de Atahualpa y la Merced, por el oeste y este respectivamente, además entre la calle Adán Acevedo y pasaje mercado sur, por el sur y norte respectivamente. El proceso de elaboración del biofertilizante se realizó en un centro de experimentación, ubicado en la calle Manuel Oyola 175 distrito de Santa María. Ambos lugares corresponden a la provincia de Huaura, región Lima.

Figura 2. Ubicación del Mercado Central de Huacho y Centro de experimentación.



Fuente: Google Earth. (2024)

Tabla 2. Insumos utilizados en el proceso de producción del biofertilizante.

INSUMOS	CANTIDAD	UNIDADES	PORCENTAJE
Residuos de pescado	20,0	Kg	42,55 %
Levadura	0,3	Kg	0,64 %
Suero de leche	2,0	Lt	4,26 %
Melaza	5,0	Kg	10,64 %
EM1	3,0	Lt	6,38 %
Tierra de diatomeas	0,5	Kg	1,06 %
Agua de manantial	16,2	Lt	34,47 %
	47,0	Kg	100,00 %

Fuente: Autores (2024)

En esta tablaba se puede observar las cantidades y porcentajes de todos los insumos empleados en la elaboración del biofertilizante elaborado con restos de pescado del mercado principal de Huacho.

Tabla 3. Rendimiento del biofertilizante después del proceso de producción.

PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDADES	PORCENTAJE
Sólidos (espinas y huesos)	2,085	Kg	4,44 %
Biofertilizante líquido	32,500	Lt	69,15 %

Fuente: Autores (2024)

En la tabla 3 se muestra el 69,15% de rendimiento obtenido de biofertilizante después del proceso de producción

Tabla 4. Análisis microbiológico del biofertilizante obtenido.

Parámetros.	Unidades	Resultados
Coliformes fecales	UFC/mL	0,00
Coliformes totales	UFC/mL	0,00

Fuente: Autores (2024)

La tabla 4 nos muestra que el biofertilizante obtenido no presenta presencia alguna de coliformes totales y fecales

Tabla 5. Parámetros físicos químicos del biofertilizante obtenido.

Parámetros.	Unidades	Resultados
Conductividad eléctrica	dS/m	37,8
pH	Unidad pH	6,4
Sólidos Totales	mg/L	102,14
Materia Orgánica	mg/L	82,27
CaO	mg/L	263,13
MgO	mg/L	234,06
C/N	mg/L	2,65

Fuente: Autores (2024)

La tabla 5 nos indica que el biofertilizante tiene una conductividad eléctrica de 37,8 dS/m, que significa una alta concentración de iones y nutrientes disueltos. El pH de 6,4 indica que la solución es ligeramente ácida, beneficiosa para el crecimiento microbiano. Con respecto al CaO y MgO, nos muestra valores de Calcio y Magnesio muy favorables para el crecimiento de las plantas.

Tabla 6. Composición nutricional del biofertilizante obtenido.

Parámetros.	Unidades	Resultados
N	mg/L	17978,04
P ₂ O ₅	mg/L	213,78
K ₂ O	mg/L	3627,00

FUENTE: Autores (2024)

La tabla 6 nos indica valores de concentración significativa de N, P₂O₅ y K₂O para el desarrollo de plantas.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Los hallazgos del presente estudio demuestran que se obtuvo 17978,04 mg/L de Nitrógeno; 213,78 mg/L de P_2O_5 ; 3627,00 mg/L de K_2O , valores que indican que la solución contiene una cantidad significativa de nitrógeno, fósforo y potasio disponible para las plantas, valores beneficiosos para el crecimiento y desarrollo saludable para las plantas. (Jimenez Midero J., 2012) Se informó que en el tratamiento 2, que contenía un 30% de vísceras, un 55,71% de agua y microorganismos efectivos, se logró un contenido de nitrógeno (N) del 0,28%, fósforo (P) del 0,017% y potasio (K) del 1,81%. En su estudio realizado por (Florez Jalixto, 2017) mostró concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio de 12057 mg/L, 953 mg/L y 4230 mg/L, respectivamente, que son muy parecidas a nuestros resultados.

Nuestros resultados con respecto a calcio y magnesio fueron de concentraciones significativas disponible para las plantas, de mucho beneficio para el crecimiento y desarrollo saludable de la planta, comparados con los resultados de (Jimenez Midero J., 2012), este también obtuvo concentraciones elevadas de calcio, magnesio, hierro y manganeso; el pH que obtuvo Jimenez fue de 6,7 mientras que nuestro resultado fue de 6,4 ligeramente ácido y muy beneficioso para microorganismos como bacterias y hongos que crecen mejor en un rango de pH entre 6,0 y 7,5.

Con respecto a la evaluación microbiológica nuestros resultados indican la no presencia de coliformes totales y fecales, igual que los resultados de (Florez Jalixto, 2017)

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. El rendimiento en la elaboración de biofertilizante a base de residuos de pescado, fue del 69,15% de biofertilizante líquido.
2. Los resultados microbiológicos del biofertilizante obtenido indican que no existe presencia alguna de coliformes totales y fecales

3. El pH obtenido en el biofertilizante nos indica un valor de 6,4 equivalente a ligeramente ácido, valor muy aceptable, ya que la mayoría de los microorganismos beneficiosos en los biofertilizantes, como las bacterias y los hongos, crecen mejor en un rango de pH ligeramente ácido a neutro (6,0 – 7,5)
4. El valor de la conductividad eléctrica fue de 37,8 dS/m (decisiemens por metro), este valor es relativamente alto en comparación con los valores típicos para soluciones de biofertilizantes, lo que evidencia que la solución contiene una cantidad considerable de iones y nutrientes disueltos.
5. El valor del óxido de calcio (CaO) fue de 263,13 mg/L, indica que la solución de biofertilizante contiene una cantidad significativa de calcio disponible para las plantas, la presencia de calcio en la solución de biofertilizante beneficia a las plantas al promover su crecimiento y desarrollo saludable.
6. El valor del óxido de magnesio (MgO) fue de 234,06 mg/L, indica que la solución del biofertilizante tiene una concentración significativa de magnesio, la presencia de magnesio en la solución beneficia a las plantas al promover su crecimiento y desarrollo saludable, y mejorar su capacidad para realizar la fotosíntesis y producir energía.
7. El valor del Nitrógeno (N) fue de 17978,04 mg/L, indica que la solución del biofertilizante contiene una cantidad significativa de nitrógeno, y este es un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas, ya que es un elemento fundamental de proteínas, ácidos nucleicos y clorofila. Además, resulta importante para la fotosíntesis y para que las plantas generen biomasa.
8. El valor del pentóxido de fósforo (P₂O₅) fue de 213,78 mg/L, lo que indica que la solución del biofertilizante contiene una cantidad significativa de fósforo, ésta es esencial para el desarrollo de las raíces saludables y fuertes en las plantas. Asimismo para la fotosíntesis y la producción de energía y para desarrollo saludable de las plantas, ya que regula la síntesis de proteínas y otros compuestos orgánicos.
9. El valor del óxido de potasio (K₂O) fue de 3627,00 mg/L, lo que indica que la solución del biofertilizante contiene una cantidad significativa de potasio, ésta es esencial para la regulación

del agua en las plantas, también es importante para la fotosíntesis y la producción de energía en las plantas, y ayuda a las plantas a resistir enfermedades y estrés ambiental, ya que fortalece la pared celular y activa mecanismos de defensa.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

1. Se sugiere llevar a cabo investigaciones que demuestren cómo el biofertilizante producido es efectivo al ser utilizado en cultivos.
2. Es necesario realizar análisis económicos sobre la producción del biofertilizante hecho de desechos de pescado y evaluar su eficacia en su uso.

CAPÍTULO V: REFERENCIAS

5.2 Fuentes bibliográficas

- Afreen, M. &, & Ucak, I. (2020). Fish processing wastes used as feed ingredient for animal feed and aquaculture feed. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*. doi:10.18331/SFS2020.6.2.7.
- Agreda, E. V. (2014). *Efecto del biofertilizante mixto Azotobacter chroococcum-Rhizobium etli*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. 75 p.
- Brady, N.C., & Weil, R.R. (2008). *The Nature and Properties of Soils*. Pearson Prentice Hall.
- Choe, U. M., & et. al. (2020). Anaerobic co-digestion of fish processing waste with a liquid fraction of. *Bioresource Technology*. doi:
- Havlin, J. et. al, L. (2013). *oil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management (8th ed.)*. Pearson.
- Janampa Leandro, L. M., & Ruiz Parra. (2021). *Efecto del abono foliar de vísceras de pescado*. Puente de Piedra: Repositorio Institucional - UCV.
- Jimenez Midero J. (2012). *Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol), partir de vísceras de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss), de los criaderos*. Tufiño, Ecuador.
- Navarro García, D. G. (2014, p. 26). *Fertilizantes Química y Acción*. España: ISBN: 978-84-8476-678-0.

Rojas Villalobos, E. &, & Zelaya Vega. (2019). *Reutilización de residuos de pescado con melaza para la obtención de bioetanol en el mercado 10 de Canto Grande – S.J.L.*, 2018. San Juan de Lurigancho: Repositorio Institucional - UCV.

Windsor, M; Barlow, S. (1984). *Introducción a los subproductos de pesquería*. Acribia, Zaragoza. España. 204 p.




ANEXOS

Anexo 1. Formato recoleccion de datos

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión	FICHA 1: Elaboración del Biofertilizante					
TITULO	Mejoras en el proceso de elaboración de biofertilizantes a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho, 2024					
LINEA DE INVESTIGACION	Investigación Aplicada					
AUTORES	Yebel Ernesto Mateo Oliva Justin Josue Coca Chirito					
ELABORACION DEL BIOFERTILIZANTE	TIEMPO					
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6
CANTIDAD DE RESIDUO DE PESCADO (Kg)	20					2.085
Ph	5.15	5.18	5.18	5.16	6.23	6.3
Temperatura (°C)	23	24	23.5	23	23.5	23.5
Biofertilizante obtenido de pescado (L)	32.5					

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión	FICHA 2: Parámetros físicos químicos y nutrientes del biofertilizante
TITULO	Mejoras en el proceso de elaboración de biofertilizantes a base de residuos de pescado del mercado central de Huacho, 2024
LINEA DE INVESTIGACION	Investigación Aplicada
AUTORES	Yebel Ernesto Mateo Oliva Jostin Josue Coca Chirito
PARAMTEROS	Biofertilizante
Conductividad Eléctrica (dS/m)	37.8
nitrógeno (mg/l)	17978.04
Potasio (mg/l)	3627
Fósforo (mg/l)	213.78

Anexo 2. Análisis de Nutrientes y parámetros fisicoquímicos de laboratorio

 Instituto Nacional de Innovación Agraria		INFORME DE ENSAYO LABSAF DONOSO N° 060014-25NA / AB / DO				
I. INFORMACIÓN GENERAL						
Cliente Propietario / Productor Dirección del cliente Solicitado por Muestreado por Referencia del muestreo Procedencia de muestra(s) (***) Fecha(s) de muestreo (***) Fecha de recepción de muestra(s) Lugar de ensayo Fecha(s) de análisis Cotización del servicio Fecha de emisión	: YEBEL ERNESTO MATEO OLIVIA : YEBEL ERNESTO MATEO OLIVIA : SANTA MARIA-HUAURA-LIMA : CARLOS CHIRITO LAURENCIO : CLIENTE : RESERVADO POR EL CLIENTE : CALLE MANUEL OYOLA 175-SANTA MARIA-HUAURA-LIMA : 2025-05-11 : 2025-05-12 : LABSAF DONOSO : Del 2025-05-13 al 2025-05-30 : 068-25-DO : 2025-06-02			Firmado digitalmente por: SALES DAVILA Beatriz FAU 20131368604 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 02/06/2025 17:14:18-050		
II. RESULTADO DE ANÁLISIS						
ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	AB051-DO-25	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Abonos	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (***)	2025-05-11	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	7:00	-	-	-	-	-
Código/identificación de la Muestra por el Cliente (***)	MUESTRA 1	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
Conductividad Eléctrica	dS/m	-	37,8	-	-	-
pH	unid. pH	-	6,4	-	-	-
Sólidos Totales	mg/L	-	102,14	-	-	-
Materia Orgánica	mg/L	-	82,27	-	-	-
N	mg/L	-	17978,04	-	-	-
P2O5	mg/L	-	213,78	-	-	-
K2O	mg/L	-	3627,00	-	-	-
CaO	mg/L	-	263,13	-	-	-
MgO	mg/L	-	234,06	-	-	-
C/N	mg/L	-	2,65	-	-	-
III. METODOLOGÍA DE ENSAYO						
ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA					
Conductividad Eléctrica	ISO 11265:1994 / Cor 1:1998 1994 Soil quality – Determination of the specific electrical conductivity					
pH	EPA Method 9045 D Rev. 4 2004 Soil and waste pH.					

Anexo 3. Material fotográfico

Mercado Central de Huacho



Recolección de residuos de pescado



Residuos de pescado



Activación del EM1



Activación del EM1



Activación del EM1



Fuente de energía (Melaza)



Activación del EM1



Activación del EM1



Preparación del biodigestor casero



Proceso de fermentación del Biofertilizante



Cosecha



Producto envasado

