



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TESIS**

**DETERMINACIÓN DE MACRONUTRIENTES EN LOS SEDIMENTOS DE  
ESTANQUES ACUÍCOLAS COMO FERTILIZANTES ORGÁNICOS AGRÍCOLAS EN  
IQUITOS – 2022**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTADO POR:**

**PAULO ALBERTO CARRIÓN BARDALES  
DANITZA ANAIS RUIZ NAVARRO**

**ASESORES:**

**Ing. JORGE ARMANDO VÁSQUEZ PINEDO, Dr.**

**Ing. LUIS GÓMEZ TUESTA**

**IQUITOS, PERÚ**

**2023**



**UNAP**

Facultad de Ingeniería Química  
Unidad de Investigación



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 003 -CGT-FIQ-UNAP-2023**

En Iquitos, en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Química, a los 22 días del mes de Marzo de 2023, a horas 12:00, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **“DETERMINACIÓN DE MACRONUTRIENTES EN LOS SEDIMENTOS DE ESTANQUES ACUÍCOLAS COMO FERTILIZANTES ORGÁNICOS AGRÍCOLAS EN IQUITOS - 2022”**, aprobado con Resolución Decanal N° 049-2023-FIQ-UNAP, presentado por los Bachilleres: **Paulo Alberto Carrión Bardales y Danitza Anais Ruiz Navarro**, para optar el título profesional de **Ingeniero Químico**, que otorga la Universidad de acuerdo Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R. D. N° 016-2023-FIQ-UNAP está integrado por:

Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ, Mtro.	Presidente
Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, MSc.	Miembro
Ing. MIGUEL ÁNGEL CORNELIO CHUJUTALLI, Mtro.	Miembro

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: Satisfecho

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis ha sido: Aprobada con la calificación Muy buena, estando los bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico. Siendo las 15:05 se dio por terminado el acto de Sustentación

Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ, Mtro.  
Presidente de Jurado

Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, MSc.  
Miembro

Ing. MIGUEL ÁNGEL CORNELIO CHUJUTALLI, Mtro.  
Miembro

Ing. JORGE ARMANDO VÁSQUEZ PINEDO, Dr.  
Asesor

Ing. LUIS GÓMEZ TUESTA  
Asesor



**JURADO Y ASESORES**

**JURADO CALIFICADOR**



.....  
**Ing. Víctor García Pérez, Mtro.**

**Presidente**



.....  
**Ing. Jorge Antonio Suarez Rumiche, Msc.**

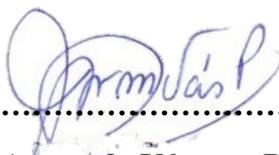
**Miembro**



.....  
**Ing. Miguel Ángel Cornelio Chujutalli, Mtro.**

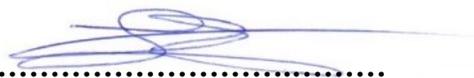
**Miembro**

**ASESORES**



.....  
**Ing. Jorge Armando Vásquez Pinedo, Dr.**

**Asesor**



.....  
**Ing. Luis Gómez Tuesta**

**Asesor**

NOMBRE DEL TRABAJO

**FIQ\_TESIS\_CARRION BARDALES\_RUIZ N  
AVARRO (3era rev).pdf**

AUTOR

**CARRION BARDALES / RUIZ NAVARRO**

RECUENTO DE PALABRAS

**7975 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**41329 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**40 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**684.2KB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 18, 2023 11:20 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 18, 2023 11:21 AM GMT-5****● 21% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 19% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Alberto y Linda quienes me brindaron su apoyo incondicional, consejos, ánimos y fortalezas para poder culminar mi carrera universitaria, gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas que a pesar de mis errores no dejaron de estar conmigo guiándome para alcanzar las metas y propósitos de vidas trasados, esta tesis es una pequeña retribución de todo el amor y cariño que les tengo.

A mis asesores el Ing. Jorge Vásquez y el Ing. Luis Gómez por compartir sus conocimientos que me formaron como profesional y ayudaron a que se lleve a cabo la ejecución de la tesis.

PAULO ALBERTO CARRIÓN BARDALES

Mi tesis la dedico a mis padres, que gracias a su amor, esfuerzo y trabajo he logrado cumplir mis metas propuestas, por la confianza que depositaron en mí, por estar conmigo en cada etapa de mis estudios y sobre todo inculcarme la valentía, el esfuerzo y las ganas de seguir adelante a pesar de las adversidades que se presentan en el camino.

A Dios, ante todo, por brindarme salud, inteligencia y sabiduría para seguir adelante y llegar a las metas deseadas. Así mismo por permitirme conocer a grandes profesionales que fueron guías fundamentales durante la etapa de mi carrera profesional.

Dedico también esta tesis a mis Asesores de Tesis Ing. Jorge Vásquez, Ing. Luis Gómez, por darme la oportunidad y la confianza de acudir a sus conocimientos y capacidades, por sus orientaciones, y por su apoyo incondicional durante el desarrollo de la tesis.

DANITZA ANAIS RUIZ NAVARRO

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro agradecimiento especial a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana por brindarnos la oportunidad ser parte de ella y abrírnos sus puertas de su seno científico para poder estudiar la magnánima carrera de Ingeniería Química; así como también a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarnos a llegar al punto en el que nos encontramos.

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirnos sus conocimientos y dedicación que los ha regido, hemos logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de nuestra tesis con éxito y obtener una afable titulación profesional.

Agradezco también a mi Asesor de Tesis Ing. Jorge Armando Vásquez Pinedo, por la oportunidad de compartírnos sus conocimientos, así como también a su plena paciencia para guiarnos durante todo el desarrollo y culminación de la tesis.

Y para finalizar, nuestro agradecimiento de corazón a nuestras familias por estar siempre junto a nosotros en nuestros logros y frente a las adversidades que nos da la vida.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>PORTADA</b>	i
<b>ACTA DE SUSTENTACION</b>	ii
<b>JURADO Y ASESORES</b>	iii
<b>RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD</b>	iv
<b>DEDICATORIA</b>	v
<b>AGRADECIMIENTO</b>	vi
<b>INDICE DE CONTENIDO</b>	vii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	ix
<b>RESUMEN</b>	x
<b>ABSTRACT</b>	xi
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	7
1.2.1. Definición de fertilizantes de suelos	7
1.2.2. Clasificación de los fertilizantes orgánicos	7
1.2.3. Humus de Lombriz	9
1.2.4. Compost	9
1.2.5. Sedimentos de estanques acuícolas de piscigranjas	10
1.2.6. Generación	10
1.3. Definición de términos básicos	10
<b>CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	13
2.1. Formulación de la hipótesis	13
2.1.1. Hipótesis General	13
2.1.2. Hipótesis Especifica	13
2.2. Variables y su Operacionalización	13
2.2.1. Variable Independiente	13
2.2.2. Variable Dependiente	13
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>	14
3.1. Diseño Metodológico	14
3.2. Diseño muestral	15

3.3.	Población de estudio	15
3.4.	Muestreo o selección de la muestra	15
3.5.	Criterios de selección	15
3.6.	Instrumentos y técnicas de recolección de datos	16
3.6.1.	Observación	16
3.6.2.	Etapa de campo	16
3.6.3.	Etapa de laboratorio	17
3.6.4.	Protocolo de monitoreo en laboratorio	20
3.7.	Procesamiento y análisis de datos	21
3.7.1.	Recolección de muestra	21
3.7.2.	Pesado	21
3.7.3.	Secado	22
3.7.4.	Molienda	22
3.7.5.	Determinación de macronutrientes	22
3.8.	Aspectos éticos	22
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>		<b>23</b>
4.1.	Características químicas de los sedimentos de estanques acuícolas eje carretero Iquitos - Nauta	23
4.2.	Características químicas de los fertilizantes agrícolas comerciales	23
4.3.	Cuadro Comparativo de las características químicas de los macronutrientes en sedimentos de estanques acuícolas con las de los fertilizantes comerciales	24
4.4.	Características físicas de los sedimentos en estanques acuícolas	24
4.5.	Características físicas de los fertilizantes agrícolas comerciales	24
4.6.	Análisis estadístico	25
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>		<b>36</b>
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES</b>		<b>37</b>
<b>CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES</b>		<b>38</b>
<b>CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>		<b>39</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>41</b>
<b>ANEXO 1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LOS SEDIMENTOS DE LOS ESTANQUES</b>		<b>42</b>
<b>ANEXO 2: TOMA DE MUESTRA EN LOS ESTANQUES ACUICOLAS</b>		<b>43</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Variables y su operacionalización	16
Tabla 2. Características químicas de los sedimentos de estanques acuícolas eje carretero Iquitos - Nauta	25
Tabla 3. Características químicas de los fertilizantes agrícolas comerciales	25
Tabla 4. Cuadro Comparativo de las características químicas de los macronutrientes en sedimentos de estanques acuícolas con las de los fertilizantes comerciales	26
<b>Tabla 5.</b> Características físicas de los sedimentos en estanques acuícolas	26
<b>Tabla 6.</b> Características físicas de los fertilizantes agrícolas comerciales	26

## RESUMEN

El objetivo del trabajo de investigación fue determinar macronutrientes en los sedimentos de estanques acuícolas de piscigranjas en Iquitos-2022 que pueden usarse como fertilizantes orgánicos agrícolas. La presente investigación cuantitativa es de tipo descriptivo comparativo, la población de estudio consideró todos los estanques acuícolas de las piscigranjas ubicadas en eje carretero Iquitos-Nauta, Se seleccionó la muestra de acuerdo al criterio de conveniencia del investigador, se eligieron tres estanques que contenían peces de la variedad gamitana en etapa de cosecha: considerándose el tamaño de la muestra fué 3000 gramos por cada estanque. Para determinación de las características físicas y la composición química en contenido de macronutrientes de uso agrícola se utilizaron tres muestras de diferentes estanques obteniéndose valores promedios de las propiedades físicas (pH): Sedimentos agrícolas pH: 7,40; 6,68 y 6,82 (estanques 1,2 y 3), Fertilizantes comerciales pH: 6,8 – 7,2 (FERTILAB, LOMBEC, estrucplan y compostaindustrial), composición química estanques: Proteína:1,35%; Fósforo: 2,8%; Potasio: 3,6%; Calcio: 51,20%; Magnesio:7,12%, composición de los fertilizantes comerciales: Nitrógeno: 2,60; 2,31; 2,0 Fósforo: 8,0; 1,46; 2,5 y 0,4 Potasio: 2,50; 2,37; 1,50 Calcio: 8,0; 9,70;2,50 y 0,4 Magnesio: 2,50; 1,42; 0,4 (FERTILAB, LOMBEC, estrucplan y compostaindustrial respectivamente). Realizando el análisis comparativo entre ambos se puede concluir que los valores son semejantes en algunos componentes mayores y menores en otros. Concluyendo que los sedimentos estanques acuícolas puedes ser utilizando como fertilizantes agrícolas para diversas especies forestales.

**Palabras claves: Estanque acuícola, peces de consumo humano, macronutrientes.**

## ABSTRACT

The objective of the research work was to determine macronutrients in the sediments of aquaculture ponds of fish farms in Iquitos-2022 that can be used as organic agricultural fertilizers. The present quantitative research is of a comparative descriptive type, the study population considered all the aquaculture ponds of the fish farms located in the Iquitos-Nauta road axis. The sample was selected according to the convenience criteria of the researcher, three ponds were chosen that contained fish of the gamitana variety in the harvesting stage: the sample size was 3000 grams for each pond. To determine the physical characteristics and chemical composition in content of macronutrients for agricultural use, three samples from different ponds were used, obtaining average values of the physical properties (pH): Agricultural sediments pH: 7.40; 6.68 and 6.82 (ponds 1, 2 and 3), Commercial fertilizers pH: 6.8 - 7.2 (FERTILAB, LOMBEC, estrucplan and compostaindustrial), chemical composition ponds: Protein:1.35%; Phosphorus: 2.8%; Potassium: 3.6%; Calcium: 51.20%; Magnesium:7.12%, commercial fertilizers composition: Nitrogen: 2.60; 2.31; 2.0 Phosphorus: 8.0; 1.46; 2.5 and 0.4 Potassium: 2.50; 2.37; 1.50 Calcium: 8.0; 9.70;2.50 and 0.4 Magnesium: 2.50; 1.42; 0.4 (FERTILAB, LOMBEC, estrucplan and compostaindustrial respectively). A comparative analysis between the two shows that the values are similar in some major components and lower in others. It can be concluded that aquaculture pond sediments can be used as agricultural fertilizers for various forest species.

**Key words: Aquaculture pond, fish for human consumption, macronutrients.**

## INTRODUCCION

Los sedimentos de estanques acuícolas que se generan como consecuencia de la crianza en cautiverio de peces de diversas especies para consumo humano, son arrojados al medio ambiente durante su limpieza y desinfección, cuando se realiza el saneamiento de los mismos para iniciar otro lote de crianza, el destino final de los mismos y su falta de tratamiento constituyen un problema de contaminación ambiental, por contener materia orgánica generado durante la metabolización de los alimentos consumidos (excretas) y los productos químicos utilizados durante la desinfección, conforman una mezcla de residuos sólidos que no tienen una disposición final adecuada, siendo en la actualidad arrojados a campo abierto o quebradas cercanas a los estanques de crianza. (FAO (IT), 2011)

Sin embargo, estos residuos pueden constituirse en una fuente importante de materia prima, que pueden ser utilizados para obtener fertilizantes orgánicos para uso agrícola muy requeridos en nuestra región. (Ramos, et al, 2014)

Siendo que los insumos empleados para alimentar en cautiverio a animales acuícolas para consumo humano, como peces en piscigranjas, contienen sustancias orgánicas e inorgánicas como nutrientes, en el proceso natural de metabolización se desecharán, una parte por la digestión /excreción y otra parte por excesos en el fondo de los estanques, donde irán acumulándose. Ante esta situación, surge la posibilidad de aprovechar estos residuos (sedimentos de estanques acuícolas de piscigranjas), siendo una buena alternativa la recolección y procesamiento de los mismos para la obtención de fertilizante orgánico; insumo muy requerido en la actividad agrícola en la región Loreto. (Dourojeanni, 2013)

La investigación tuvo como problema general:

- ¿Cuáles son los macronutrientes contenidos en los sedimentos de estanques acuícolas de piscigranjas en Iquitos, año 2022?

La investigación tuvo los siguientes objetivos específicos:

- Determinar las características físicas y la composición química en contenido de macronutrientes de uso agrícola de los sedimentos de estanques acuícolas generados durante la crianza en cautiverio de peces para consumo humano.
- Acopiar información sobre las características físicas y químicas de los fertilizantes agrícolas comerciales.
- Comparar las características físicas y químicas de los sedimentos de estanques acuícolas con las de los fertilizantes comerciales.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Antecedentes**

La producción de plantas en invernaderos por métodos orgánicos, han incrementado la necesidad de nuevos fertilizantes orgánicos cuya producción sea viable. En la antigüedad, estos tenían como fuente principal los subproductos animales o vegetales que se diferenciaban solo en su composición fisicoquímica, la forma como eran generados, la calidad de sus nutrientes, su origen y del lote que procedían. En tiempos pasados, ninguna materia prima de fertilizantes orgánicos aportaba todos los compuestos esenciales requeridos; por ello fue necesario considerar una combinación de diversos materiales orgánicos. Incluso con el adelanto de la tecnología, el manejo de la fertilidad de los suelos es más complejo con fertilizantes orgánicos que con fertilizantes convencionales. (Buechel, 2021)

A continuación, se muestran algunos trabajos sobre este tema:

(Carhuacho, 2012) en su trabajo “Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol, del tipo bach, como propuesta al manejo de residuos avícolas” La investigación es de tipo descriptivo; porque se busca especificar los resultados de las características fisicoquímicas del estiércol de gallina de la granja de las muestras de aves criadas en la Universidad Nacional Agraria La Molina de acuerdo a las diferentes metodologías propuestas, el diseño de la investigación es comparativo porque confronta la constitución de nutrientes (NPK y micronutrientes) de los diferentes tipos de fertilizantes líquidos obtenidos. Se determinó que, en condiciones naturales y condiciones rigurosas aplicadas al proceso, se puede obtener un fertilizante líquido de buena calidad, por lo que

se considera de alto valor agronómico, estableciéndose que en el rango de concentraciones entre 0.1/100 y 1/100 se considera un biol fitonutriente sin efectos de toxicidad.

(Hernández, 2014), en su trabajo “Obtención de abono a partir de heces de cerdo y desechos orgánicos vegetales mediante un proceso de composteo”. La investigación es de tipo descriptivo; porque se busca evaluar la cantidad de nitrógeno que presenta el abono orgánico, por medio de análisis de micro Kjeldahl, de diseño comparativo porque comparar los resultados de dos diferentes compost elaboradas con residuos vegetales de temporada (cascara de naranja) y residuos vegetales que se encuentran en la región (pasto pangola). Se obtuvo un abono orgánico de buena calidad en el cual hubo una buena reducción de la materia, del olor y la humedad comparados con los del inicio de la fermentación, utilizando el método de micro Kjeldahl determinó un porcentaje de 4.14% de nitrógeno presente en el abono obtenido lo cual beneficia más el crecimiento de las plantas.

(Feriz, et al, 2018), en su trabajo “Generación de abonos orgánicos a base de residuos de fincas truchícolas en el municipio de Silvia , cauca, Colombia” La investigación es de tipo descriptivo; porque se busca especificar resultados de las características fisicoquímicas de los desechos orgánicos durante el proceso de aprovechamiento de la Trucha , también se determinó el tipo y cantidad de subproductos obtenidos en las tres estaciones piscícolas vinculadas a APROPESCA de acuerdo a las diferentes metodologías propuestas. Se realizó la caracterización físico química de desechos orgánicos en las fincas truchícolas, donde se transformaron las vísceras de trucha y sus excretas utilizando de tres tratamientos, se elaboraron abonos tipo bocashi, fortificados con productos obtenidos en los tratamientos de las vísceras, realizaron la caracterización de los abonos obtenidos y demostraron que

mediante un tratamiento adecuado los residuos sólidos de piscigranjas pueden utilizarse como abono orgánico.

(Gonzales, 2015), en su trabajo de tesis de maestría “Caracterización de los sedimentos producidos en una explotación intensiva de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss* walbourn, 1972), definió estrategias de uso y manejo sostenible de lagunas de oxidación en piscicultura” La investigación fué de tipo descriptivo; donde buscó detallar los resultados de las características fisicoquímicas en los sedimentos producidos por la actividad piscícola y los generados en una explotación intensiva de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) de acuerdo a las diferentes metodologías propuestas, es de diseño comparativo porque confronta los valores obtenidos de composición diferencial entre los sectores que se identificó, respecto a los parámetros de capacidad de intercambio iónico, fósforo disponible, saturación de bases, carbono orgánico, materia orgánica, la relación C:N y la granulometría del sedimento. Se realizó el análisis general y puntual de sedimentos evaluando la capacidad de intercambio iónico, contenido de calcio, potasio, fósforo aprovechable, saturación de bases, carbono orgánico, materia orgánica, relación carbono nitrógeno, pH y sólidos totales, encontrándose desigualdad elocuente entre los sitios de muestreo solamente para sólidos totales. Se concluyó que de los nueve parámetros que hicieron como parte del análisis puntual de los sedimentos, solo para sólidos totales existen diferencias estadísticamente significativas; para los componentes restantes (pH, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, fósforo total, fósforo como P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, acidez total, nitratos y nitritos), existe igualdad estadística entre afluente, laguna de oxidación y afluente natural, lo que desde el punto de vista ambiental se considera positivo.

(Yossa, et al, 2014), en su trabajo de investigación “Composición y dinámica de los sedimentos en estanques de cachama blanca y tilapia roja” La investigación fue de tipo descriptivo; donde se buscó detallar los resultados de las características fisicoquímicas de los sedimentos en albercas piscícolas comerciales de cachama blanca y tilapia roja durante dos etapas productivas de acuerdo a las diferentes metodologías propuestas. Fue diseño comparativo porque contrasta con los valores obtenidos en los análisis de los sedimentos de albercas piscícolas comerciales de cachama blanca y tilapia roja durante dos periodos productivos. Se realizaron la caracterización y comparación del sedimento de estanques se analizó la materia orgánica, el pH el fosforo disponible y los macronutrientes. Se concluyó que Las concentraciones de Ca y Mg resultaron ser mayores en los estanques cultivados con cachama, con diferencia mayor entre etapas ( $P < 0.05$ ) para el Calcio; en cambio, los resultados resultaron muy bajos a los determinados por Boyd, lo cual podría ser consecuencia de la baja tasa de encalado y la pérdida de los elementos generados por la adición de agua repuesto diariamente. Durante las etapas de crianza en cada una de las cuales hay acumulación de materia orgánica, la cual afecta el ecosistema acuático receptor y debido a que la acumulación de sedimentos existe mayores efectos negativos en las prácticas de acuicultura. tomando como referencia el límite superior, no excedió el 0.6%, no obstante, de ser estanques con 8 años de uso ininterrumpido y no haberse efectuado erradicación de precipitados entre los ciclos analizados.

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1. Definición de fertilizantes de suelos**

Aunque los nutrientes de las plantas están presentes en el suelo, a menudo se agotan por los cultivos. Esto es especialmente cierto en áreas de agricultura intensiva donde se cultivan especies forestales de alto rendimiento. Para mantener la fertilidad del suelo, es importante reponer al menos parcialmente estos nutrientes mediante el uso de fertilizantes. Hay dos tipos principales de fertilizantes: minerales y orgánicos. Los fertilizantes minerales son sustancias inorgánicas que cuentan con uno o más nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. El compost se obtiene de fuentes naturales, como estiércol animal o residuos vegetales. Los tres nutrientes principales, necesarios para el crecimiento de las plantas son nitrógeno, fósforo y potasio. Estos nutrientes a menudo se denominan macronutrientes. Otros nutrientes importantes como el calcio, el magnesio y el azufre se denominan micronutrientes. El contenido de nutrientes de los fertilizantes se expresa como porcentaje de los tres macronutrientes principales: nitrógeno, pentóxido de fósforo y óxido de potasio. En algunos países, el contenido de nutrientes también se expresa como porcentaje de tres elementos simples: proteína (N), fósforo (P) y potasio (K). (Carbonero, 1984)

### **1.2.2. Clasificación de los fertilizantes orgánicos**

Según Carbonero (1984) estos elementos químicos o nutrientes pueden clasificarse en: Orgánicos y minerales.

## **Fertilizantes orgánicos**

El compost se obtiene de fuentes naturales, como estiércol animal, desechos vegetales. A menudo contienen una variedad de nutrientes, que incluyen nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Los fertilizantes orgánicos son de liberación lenta, lo que significa que liberan nutrientes con el tiempo, lo que los convierte en una buena opción para la salud del suelo a largo plazo.

## **Los fertilizantes minerales**

Son sustancias inorgánicas formadas por procesos químicos o físicos. Que contienen uno o más nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. Los abonos minerales son de acción rápida, lo que significa que liberan nutrientes rápidamente. Esto los convierte en una buena opción para los suplementos dietéticos a corto plazo.

Composición, según Carbonero (1984):

Los fertilizantes minerales se pueden clasificar en simples y complejos.

**Los fertilizantes simples:** contienen solo un nutriente esencial, como puede ser el nitrógeno, el fósforo o el potasio.

**Los fertilizantes complejos:** contienen dos o más nutrientes esenciales.

La elección del fertilizante a utilizar dependerá de las necesidades específicas del cultivo, del tipo de suelo y del resultado deseado.

Dentro de los abonos compuestos cabe hacer las siguientes distinciones

## **Los fertilizantes mixtos**

Se crean mezclando dos o más fertilizantes separados. Suelen ser sólidos y se pueden granular con agua o vapor. Los fertilizantes compuestos son una buena

opción para proporcionar a sus plantas una variedad de nutrientes, pero es posible que no sean tan efectivos como los fertilizantes compuestos.

### **Los fertilizantes compuestos**

Se crean combinando químicamente dos o más fertilizantes simples. El resultado es un fertilizante más estable que libera los nutrientes más lentamente que un fertilizante compuesto. Los fertilizantes complejos son una buena opción para brindar apoyo nutricional a largo plazo a sus plantas.

#### **1.2.3. Humus de lombriz**

Es un compuesto orgánico generado durante la crianza de lombrices; presenta un color café oscuro, de tamaño homogéneo, granulado e inodoro. En los últimos años su producción y utilización ha crecido, debido a que mejora las características físico-químicas del suelo, pero sobre todo por ser un fertilizante orgánico de alta pureza, se considera una alternativa interesante para mejorar la producción de los cultivos agrícolas, además de ser uno de los nutrientes orgánicos más completos e integrales que existen en la actualidad, cuyo manejo es sencillo, al igual que su obtención. (Salinas, 2014)

#### **1.2.4. Compost**

Se entiende por compostaje a la sumatoria de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos los cuales, en presencia de oxígeno, absorben el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes en la biomasa. Durante el proceso de compostaje los microorganismos generan calor y un sustrato sólido conocido como compost, con presencia de menos Carbono y Nitrógeno, pero más estable, (Román, 2013)

### 1.2.5. Sedimentos de estanques acuícolas de piscigranjas

Sedimentos de estanques acuícolas. Son residuos sólidos generados durante la crianza de peces en cautiverio y se define como la pasta viscosa presente en la capa superficial del fondo de los estanques o en lagunas de oxidación; se forman por la precipitación de sólidos en suspensión, exceso de alimentos de los peces y desprendimiento de partículas del suelo que están en contacto con el agua. (González, 2012)

### 1.2.6. Generación

Los sedimentos de estanques acuícolas se forman por descomposición de la materia orgánica y son los responsables del deterioro de la calidad del agua en los estanques acuícolas originando escases de oxígeno y liberar el amoníaco, un metabolito potencialmente toxico para los seres vivos presentes en el agua. (Boyd, 2017)

## 1.3. Definición de términos básicos

### **Estanque acuícola**

Es una poza de agua rodeada por tierra, construida para criar peces, pueden ser de dos tipos: naturales y artificiales. Los estanques naturales son volúmenes de agua almacenada o estancada en una deformación cóncava del terreno que se forma normalmente por filtraciones de agua del subsuelo o agua de lluvia, no son muy grandes ni muy profundos y contienen abundante vegetación acuática. Los estanques acuáticos artificiales no tienen una entrada y salida de aguas naturales, generalmente tienen una base de lona o molde prefabricado y reciben agua fresca proveniente de la lluvia y los aportes de líquido fresco durante los cambios parciales de agua. (Membranas los volcanes, 2022)

### **Eje carretero Iquitos-Nauta**

Es una franja de tierra cubierta de vegetación que representa uno de los principales destinos de esparcimiento de la población urbana tanto de Iquitos como de Nauta. A lo largo del cual se han establecido centros de recreación como albergues turísticos, centros de esparcimiento que cuentan con canchas deportivas, los cuales ofrecen alternativas de sano esparcimiento a los moradores de Iquitos y Nauta, y a los turistas nacionales y extranjeros que arriban a estas ciudades. (Alván-Aguilar, et al, 2012)

### **Peces de consumo humano**

Especie vertebrada acuática, generalmente de cuerpo alargado o elipsoide, cubierto de escamas, de respiración branquial, provista de aletas para la natación y su temperatura es variable. Cuya carne es apta para la alimentación de las personas (Alván-Aguilar, et al, 2012)

### **Macronutrientes**

Los macronutrientes son aquellos elementos que se necesitan en aproximadamente grandes cantidades. Entre ellos tenemos: nitrógeno, potasio, azufre, calcio, magnesio y fósforo; en tanto, los micronutrientes son aquellos elementos que las plantas necesitan en pequeñas cantidades (en ocasiones solo trazas de ellos), tales como: hierro, boro, manganeso, zinc, cobre, cloro y molibdeno. Ambos (macronutrientes y micronutrientes) son conseguidos de manera natural del suelo. (Reveles, 2009)

### **Fósforo**

Elemento mineral muy propagado en nuestro organismo, presente en todas las células, un 75% se encuentra conformando los huesos y dientes como fosfato de calcio. Es absorbido por el organismo juntamente con el calcio. Es parte de varios sistemas enzimáticos, conduciendo el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas. (Panduro, et al, 2022)

### **Potasio**

Elemento mineral que participa como catión intracelular principal, esencial para la transmisión de impulsos durante la contracción muscular, necesario para la producción de secreciones digestivas. (Panduro, et al, 2022)

### **Calcio**

El calcio, además del fósforo es uno de los elementos minerales más abundantes en el organismo humano. Su principal función es la formación de la estructura ósea, cumple un papel importante en la coagulación sanguínea, en el funcionamiento del tejido nervioso, en la contracción muscular y la función cardíaca. (Panduro, et al, 2022)

### **Magnesio**

Elemento mineral indispensable para la conducción neuromuscular y del músculo esquelético, la secreción de glandular y , las reacciones metabólicas. (Panduro, et al, 2022)

### **Nitrógeno**

Componente principal de los aminoácidos y los ácidos nucleicos vitales necesarios en la vida de los organismos. De todos los nutrientes minerales, es el que mayor efecto tiene en el crecimiento de las plantas y, por lo tanto, en la productividad primaria de los ecosistemas, lo que afecta a su vez a todos los organismos que dependen de ellas. (Campbell, 2007)

## **CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1. Formulación de la hipótesis**

#### **2.1.1. Hipótesis General**

Los sedimentos de estanques acuícolas de piscigranjas contienen macronutrientes aplicables como fertilizantes orgánicos agrícolas.

#### **2.1.2. Hipótesis Especifica**

Los sedimentos de estanques acuícolas de piscigranjas, generados durante la crianza en cautiverio de peces para consumo humano, poseen y contienen macronutrientes que pueden usarse como fertilizantes de uso agrícola.

Los fertilizantes agrícolas comerciales son sólidos pelletizados que contienen principalmente nitrógeno, fósforo y potasio.

Las características fisicoquímicas de los sedimentos de estanques acuícolas de piscigranjas son similares a las de los fertilizantes comerciales.

### **2.2. Variables y su Operacionalización**

#### **2.2.1. Variable Independiente**

Características físicas y químicas de los sedimentos en estanques acuícolas de piscigranjas.

#### **2.2.2. Variable Dependiente**

Macronutrientes de los sedimentos de estanques acuícolas de piscigranjas.

**Tabla 1.** Variables y su operacionalización

Variable	Definición	Tipo por naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de Verificación
<b>Independiente:</b> Características físicas y químicas de los sedimentos de estanques acuícolas de piscigranjas.	Características físicas y contenido de metales en los sedimentos de estanques acuícolas de piscigranjas.	Cuantitativo	Estado de agregación. Humedad. Contenido de nutrientes	Nominal Razón. Razón	Aglomeración Humedad Nitrógeno Fósforo Potasio	Estado sólido granulado 13% Humedad g/100 g g/100 g g/100 g	Hojas de registro de datos y de cálculos.
<b>Dependiente:</b> Macronutrientes de los sedimentos de estanques acuícolas de piscigranjas.	Nivel de contenido de sustancias útiles como fertilizantes de suelos.	Cuantitativo.	Diferencias en g/100 g de contenido de sustancias útiles como nutrientes respecto a los productos comerciales	Razón	Nitrógeno fósforo Potasio	g/100 g g/100 g g/100 g	Hojas de registro de datos y de cálculos.

### CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

#### 3.1. Diseño Metodológico

La presente investigación cuantitativa es de tipo descriptivo comparativo, en la que se busca especificar resultados de las características físicas y químicas de los sedimentos de estanques acuícolas y del fertilizante orgánico obtenido de acuerdo a la metodología propuesta. Se recolectaron al azar muestras de sedimentos en estanques acuícolas de crianza de gamitana en etapa de cosecha, de los criadores asentados a lo largo del eje carretero Iquitos Nauta.

Las principales técnicas que utilizamos fueron:

**Observación:**

Método principal para obtener datos de la realidad, el cual se realiza por medio de percepción visual selectiva, la observación que utilizaremos será de tipo participativa ya que haremos la recolección de los sedimentos de los estanques de piscigranja visualizando en ellas su color, su densidad y textura.

**Envasado**

Se utilizará para acopiar los sedimentos de los estanques de piscigranja, para lo cual se utilizaron bolsas plásticas de láminas dobles para transportarlos y registrar sus pesos correspondientes para cada bolsa.

**3.2. Diseño muestral**

Se utilizó un diseño simple aleatorio de todos los estanques acuícolas que contenían peces de la variedad gamitana en etapa de cosecha en el eje carretero Iquitos nauta.

**3.3. Población de estudio**

Consta de todos los estanques acuícolas de las piscigranjas ubicadas en el eje carretero Iquitos-Nauta.

**3.4. Muestreo o selección de la muestra**

Se seleccionará la muestra de acuerdo al criterio de conveniencia del investigador.

**3.5. Criterios de selección**

Se recogieron las muestras húmedas utilizando un dispositivo de succión artesanal en los puntos elegidos en el estanque acuícola, de acuerdo a técnicas de recolección de muestras establecidas para este caso (entrada, centro y salida del agua), aceptando las muestras con mínima presencia de hojarasca y ramas diminutas de la vegetación adyacente a los

estanques acuícolas. No se aceptaron aquellas que contenían exceso de hojas y ramas grandes de vegetación.

### **3.6. Instrumentos y técnicas de recolección de datos**

Para obtener información en el presente trabajo se utilizaron las siguientes técnicas:

#### **3.6.1. Observación**

La observación de la materia prima se realizó in situ durante la extracción y colecta de sedimentos, para lo cual se tuvo presente ciertas características físicas principalmente el color la densidad y textura etc.

Se emplearon los siguientes instrumentos:

- Check List
- Cuaderno de apuntes

#### **3.6.2. Etapa de campo**

Los sedimentos fueron recolectados en la capa superficial del fondo del estanque para lo cual se ubicó tres puntos (entrada, centro y salida del agua). Como equipo de colección se usó un tubo PVC de 10.2 cm de diámetro y 1.5 m de largo, con perforaciones circulares en los laterales lo cual permitió la salida del exceso de agua presente en el sedimento. Cada tubo debidamente identificado fue acoplado a otro tubo de 1.0 m de largo para que pueda llegar hasta el fondo del estanque. La extracción de las muestras de sedimento se realizó desde un bote para no generar turbulencia en el agua del estanque. A continuación, las muestras de sedimento fueron uniformizadas y depositadas en bolsas plásticas, cerradas herméticamente, codificadas y transportadas al laboratorio de análisis químicos industriales de la UNAP, donde fueron secadas en estufa por 48 horas.

Las muestras secas fueron reducidas de tamaño hasta polvo fino, empacadas (1000 gramos) en bolsas de papel y enviadas al Laboratorio, donde se realizó un análisis completo de macronutrientes.

### **3.6.3. Etapa de laboratorio**

(Panduro, et al, 2022) Los parámetros no precisados en el campo, se determinaron en los laboratorios de análisis químicos industriales de la UNAP, utilizando los siguientes Procedimientos de laboratorio estandarizados:

#### **Determinación de Proteínas (Método de Kjeldahl)**

##### **Procedimiento.**

Para determinar las proteínas se usó el método de Kjeldahl el cual nos permitió determinar el contenido de nitrógeno total, orgánico y no proteico.

- Se realizó la digestión de la muestra llevándole a una temperatura de 150° C, para ello se agregó ácido sulfúrico concentrado, utilizando como catalizador de Sulfato de potasio y Sulfato Cúprico.
- Cuando la muestra tomó un color verde se retiró de la hornilla de calentamiento y se dejó enfriar.
- Para realizar la destilación se añadió 15 ml de NaOH al 38% logrando así la formación de NH<sub>4</sub>OH.
- Al NH<sub>4</sub>OH obtenido se añadió 5 ml de ácido sulfúrico 0,25N
- Se realizó la titulación con Hidróxidos de sodio 0,25 N y se utilizó rojo de metilo como indicador. Se registró el volumen de reactivo gastado.
- Simultáneamente se realizó una prueba en blanco para evaluar los reactivos.

#### **Determinación de Fósforo**

Para la determinación del fósforo se utilizó el método espectrofotométrico, se procedió de la siguiente manera:

Se tomó 10 mL de la solución elaborada de las cenizas se depositó en una fiola de 50 mL, se agregó 2 mL del compuesto de molibdo-vanadato de amonio, se llevó a un volumen de 50 mL agregando agua destilada y se dejó en reposo por un tiempo de 30 minutos para que desarrolle el color. (Panduro, et al, 2022)

De igual manera se hizo con volúmenes correctamente medidos de solución patrón de fósforo. Se puso en reposo por 20 min.

Posteriormente se midió el color en un espectrofotómetro a 420 nm. Cuyo dato nos permitió el cálculo la cantidad de fósforo, expresado en mg/100 g. (Panduro, et al, 2022)

Reactivo molibdo-vanadato de amonio:

Para la preparación de la solución de vanadato se disolvió 2,5 g de vanadato de amonio en un volumen de 500 mL de agua caliente destilada, se enfrió la solución, y se añadió 350 mL de ácido nítrico concentrado y se enrasó hasta un volumen de 1 litro con agua destilada y se dejó en reposo para su enfriamiento.

Molibdato de amonio: Se pesó 50 gr de molibdato de amonio tetrahidratado se depositó en un recipiente que contenía un 1 litro de agua destilada caliente y se dejó enfriar hasta temperatura ambiente .

Para la preparación del reactivo molibdovanadato se mezcló las dos soluciones en una proporción 1:1 aproximadamente una hora antes de realizar el análisis.

### **Determinación de Potasio**

Para la determinación del potasio se tomó un volumen de la solución resultante de las cenizas con cobaltinitrito de sodio, se dejó en reposo por un tiempo de dos horas, hasta completar la reacción. (Panduro, et al, 2022)

Se centrifugó, se separó el precipitado y se lavó con HNO<sub>3</sub>.

Posteriormente se agregó una solución estándar de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,1 N, también se agregó 5 ml de ácido sulfúrico concentrado. Se enrasó a un volumen de 100 mL con agua destilada y se procedió a medir la absorbancia a 425 nm.

### **Determinación de Calcio y Magnesio**

Para la determinación del calcio y magnesio se utilizó el método volumétrico, para lo cual también se tomó un volumen de la solución obtenida con la ceniza. (Panduro, et al, 2022)

Se midió 20 mL de solución de la ceniza, se depositó colocó en un matraz Erlenmeyer de 150 mL, de capacidad, se añadió 5 mL de solución buffer pH 10. se agitó con una varilla de vidrio para homogenizar la mezcla. Luego se agregó gotas del indicador negro de eriocromo T y se tituló con la solución de EDTA 0,02 N hasta lograr que el color cambie de rojo vino a azul nítido. Se registró el gasto de líquido titulante. (Panduro, et al, 2022)

Se midió otro volumen 20 mL de la solución de ceniza y se determinó el calcio utilizando el siguiente procedimiento:

A la muestra contenida en un matraz de 150 mL se agregó un volumen aproximado de 5 mL. de solución NaOH que tenía una concentración 1 Normal y también 5 mg de Murexida,

Luego la mezcla obtenida se tituló con solución de EDTA 0,02 N hasta lograr un cambio de color de rosado a violeta nítido. Se anotó el gasto del líquido titulante y se procedió a calcular el contenido de calcio en la porción de muestra tratada. (Panduro, et al, 2022)

La diferencia entre los volúmenes gastados corresponde a la reacción del magnesio.

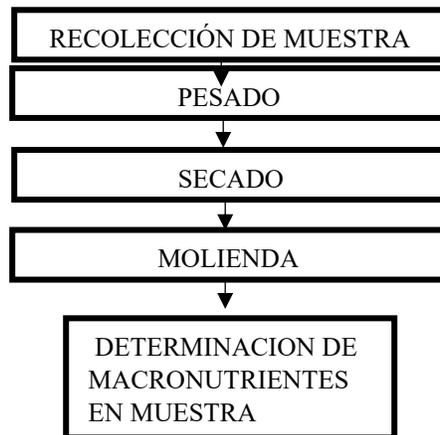
#### **3.6.4. Protocolo de monitoreo en laboratorio**

Las muestras obtenidas en los estanques acuícolas elegidos , fueron llevados al laboratorio de análisis químicos industriales de la UNAP, donde inicialmente fueron pesados en una balanza analítica, para posteriormente ser depositados en placas de vidrio, para proceder al proceso de secado de todas las muestras obtenidas en campo en una estufa, el siguiente paso fue la molienda de la materia prima, este procedimiento se realizó en mortero de laboratorio, luego se almacenó para los análisis posteriores. (Panduro, et al, 2022)

### 3.7. Procesamiento y análisis de datos

El diagrama de bloques, nos indicara las diferentes etapas del proceso hasta obtener el producto final

#### DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA DETERMINACION DE MACRONUTRIENTES EN SEDIMENTOS DE ESTANQUES ACUICOLAS



#### 3.7.1. Recolección de muestra

Las muestras de sedimento fueron recolectadas en la capa superficial del fondo de los estanques seleccionados, tomando como referencia tres puntos (entrada, centro y salida del agua). Como dispositivo artesanal que comprendía un tubo PVC de 10.2 cm de diámetro y 1.5 m de largo, con orificios alineados lateralmente que permitió la salida del excedente de agua. acoplado a otro tubo de 1.0 m de largo para llegar hasta el fondo.

#### 3.7.2. Pesado

Se pesó las bolsas que contenían los sedimentos recolectados en una balanza.

### **3.7.3. Secado**

Las muestras de sedimentos, se introdujeron en una estufa a 65°C durante 96 horas hasta reducir la humedad al 10%

En esta etapa se utilizaron los siguientes equipos:

- ✓ Balanza analítica
- ✓ Recipientes de vidrio (tambor), porcelana
- ✓ Estufa

### **3.7.4. Molienda**

Las muestras de sedimentos secos se redujeron de tamaño empleando un mortero de laboratorio, y se depositó dentro de un envase de vidrio se cerró herméticamente con una tapa y se almacenó a temperatura ambiente para su posterior utilización en la determinación de macronutrientes.

### **3.7.5. Determinación de macronutrientes**

Para la determinación de los macronutrientes se utilizaron los procedimientos experimentales existentes para cada componente.

## **3.8. Aspectos éticos**

Este estudio se realizó de manera ética. La propiedad intelectual está protegida por referencia a las diversas obras utilizadas. El público también está incluido en la investigación. Ningún animal o persona resultó herida durante la investigación.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Características químicas de los sedimentos de estanques acuícolas eje carretero Iquitos - Nauta

**Tabla. 2**

DETERMINACIONES	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO (%)
Proteína (%)	1,23	1,45	1,38	1,35
Fosforo (mg P/100 g muestra)	29,55	23,88	30,5	2,8
Potasio (mg P/100 g muestra)	34,26	37,28	35,26	3,6
Calcio (mg P/100 g muestra)	577,63	442,27	515,35	51,20
Magnesio (mg P/100 g muestra)	73,71	69,82	70,14	7,12

### 4.2. Características químicas de los fertilizantes agrícolas comerciales

**Tabla. 3**

DETERMINACIONES	HUMUS DE LOMBRIZ (%)		COMPOST (%)	
	FERTILAB	LOMBEC	estrucplan	compostaindustrial
Nitrógeno	1,0 – 2,60	2,31	1,5 – 2,0	2,0
Fósforo	2,0 – 8,0	1,46	2,0 – 2,5	0,4
Potasio	1,0 – 2,50	2,37	1,0 – 1,50	2,5
Calcio	2,0 – 8,0	9,70	2,0 – 8,0	1,3
Magnesio	1,0 – 2,50	1,42	1,0 – 2,50	0,4

Humuz de Lombriz: Fertilab, LOMBEC

Compost: estrucplan, compostaindustrial

4.3. Cuadro Comparativo de las características químicas de los macronutrientes en sedimentos de estanques acuícolas con las de los fertilizantes comerciales

**Tabla. 4**

CUADRO COMPARATIVO			
DETERMINACIONES	SEDIMENTOS (%)	HUMUS DE LOMBRIZ (%)	COMPOST (%)
Nitrógeno	1,35	1,0 – 2,60	2,00 – 2,31
Fósforo	2,8	2,0 – 8,0	1,46 – 2,50
Potasio	3,6	1,0 – 2,50	1,50 – 2,50
Calcio	51,20	2,0 – 8,0	1,5 – 9,70
Magnesio	7.12	1,0 – 2,50	1,42 – 2,50

4.4. Características físicas de los sedimentos en estanques acuícolas

**Tabla. 5**

DETERMINACION	1ra		PROM	2da		PROM	3ra		PROM
	MUESTRA			MUESTRA			MUESTRA		
	1	2		1	2		1	2	
pH	7,39	7,41	7,40	6,67	6,68	6,68	6,83	6,80	6,82

4.5. Características físicas de los fertilizantes agrícolas comerciales

**Tabla. 6**

DETERMINACION	HUMUS DE LOMBRIZ (%)		COMPOST (%)	
	FERTILAB	LOMBEC	estrucplan	compostaindustrial
pH	6,8 – 7,2	6,8 – 7,2	6,8 – 7,2	6,8 – 7,2

#### 4.6. Análisis estadístico

##### 1. Contenido de Nitrógeno (%):

**Tabla 1: Contenido de nitrógeno de tres muestras:**

Muestra	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo
1	1.23	0.02	1.21	1.25
2	1.45	0.04	1.40	1.48
3	1.38	0.04	1.34	1.42

En la tabla 1, se observa el promedio de porcentajes de nitrógeno de las tres muestras, la muestra 2 presenta un valor de 1.45%, la muestra 3 un valor de 1.38% y la muestra 1 un valor de 1.23%.

**Tabla 2: Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	2	0.078867	0.039433	29.82	0.001
Error	6	0.007933	0.001322		
Total	8	0.086800			

El análisis de varianza muestra un  $p=0,001$ , para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ . Indicando que al menos uno de los promedios de nitrógeno obtenidos en las muestras presenta diferencia estadística significativa.

**Tabla 3: Comparaciones en parejas de Tukey**

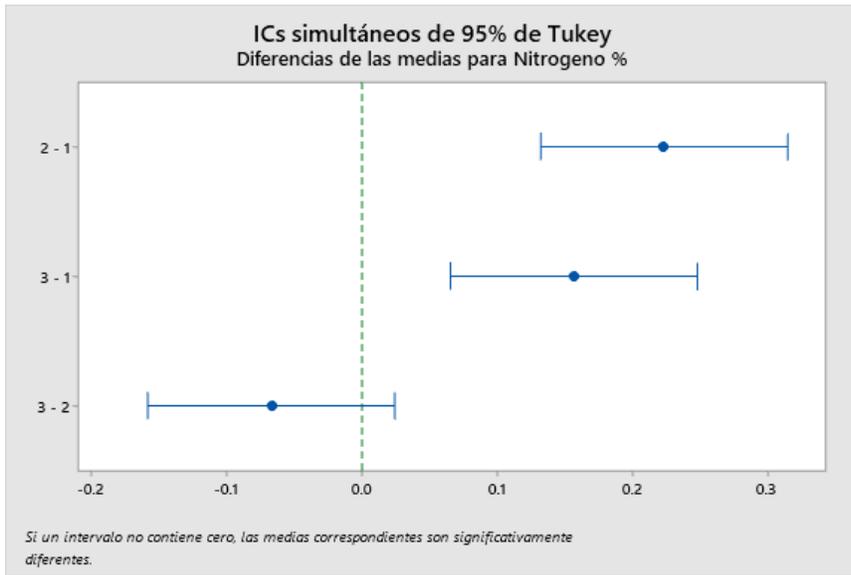
**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

Muestra	N	Media	Agrupación
2	3	1.45	A
3	3	1.38	A
1	3	1.23	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

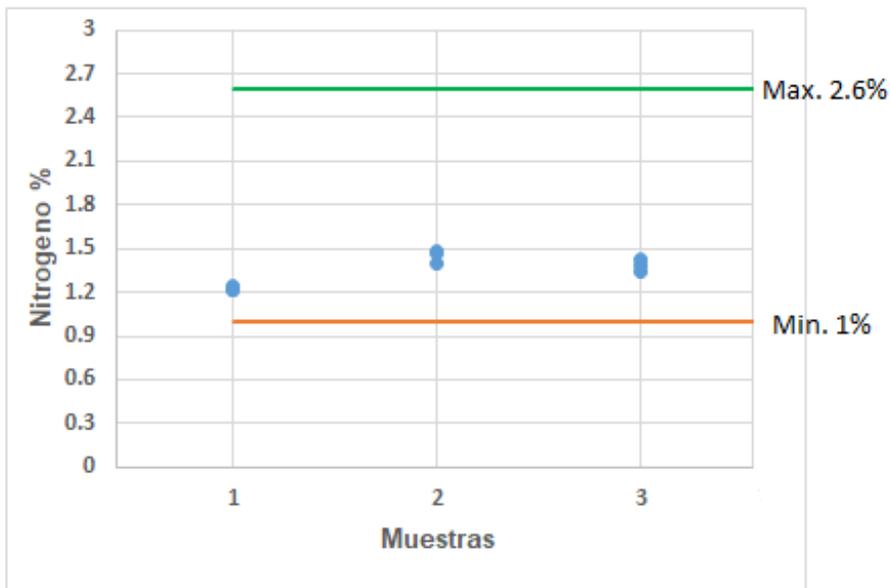
En la tabla 3, se observa que los promedios de nitrógeno obtenido en las muestras 2 y 3 comparten la misma letra, indicando que estas no son significativamente diferentes, mientras que el promedio de la muestra 1 no comparte la misma letra con las muestras 1 y 2, indicando que esta es significativamente diferente de las otras.

Fig. 1: Comparación de medias ICs simultáneos de 95% de Tukey



La figura 1 muestra la comparación de medias por pares, de los valores de nitrógeno obtenido en las muestras 1,2 y 3, observándose los pares de muestras 2-1 y 3-1, sus intervalos no contienen el cero (0.0), indicando que estas medias son significativamente diferentes, mientras que los pares 3-2, sus intervalos contienen el cero (0.0), indicando que existe diferencia significativa en sus medias.

Fig. 2: Comparación de medias con valores de nitrógeno en fertilizantes orgánicos comerciales:



La fig. 2 muestra que los valores de nitrógeno obtenido en las muestras 1,2 y 3, están dentro de los valores mínimos y máximos encontrados en los fertilizantes orgánicos comerciales.

## 2. Contenido de Fosforo (%):

**Tabla 4: Contenido de fosforo de tres muestras:**

Muestra	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo
1	3.43	0.02	3.41	3.45
2	3.73	0.02	3.71	3.75
3	3.53	0.05	3.49	3.58

En la tabla 4, se observa el promedio de porcentajes de fosforo de las tres muestras, la muestra 2 presenta un valor de 3.73%, la muestra 3 un valor de 3.53% y la muestra 1 un valor de 3.43%.

**Tabla 5: Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	2	0.140000	0.070000	67.74	0.000
Error	6	0.006200	0.001033		
Total	8	0.146200			

El análisis de varianza muestra un  $p=0,000$ , para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ . Indicando que al menos uno de los promedios de fosforo obtenidos en las muestras presenta diferencia estadística significativa de las otras.

**Tabla 6: Comparaciones en parejas de Tukey**

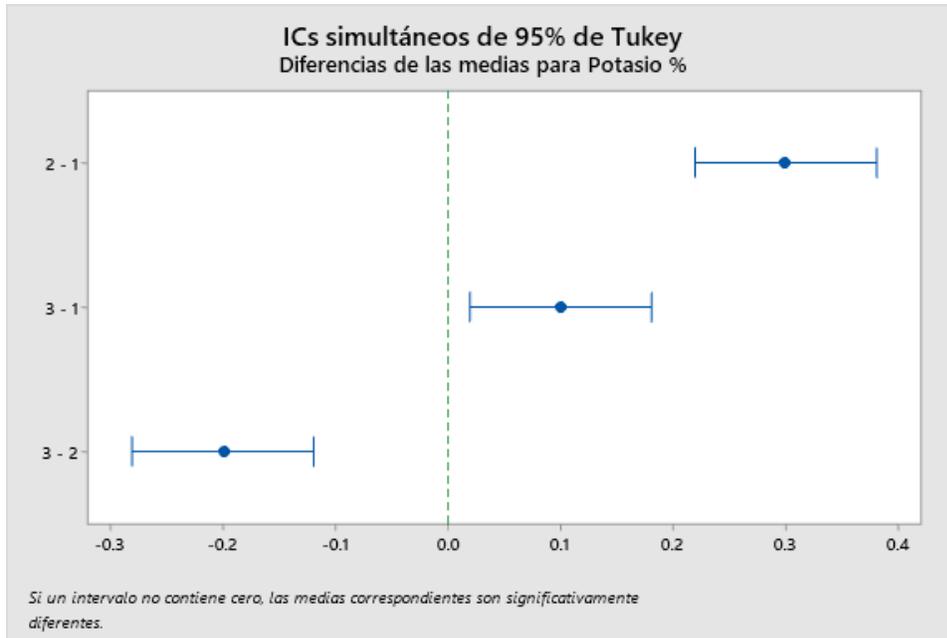
**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

Muestra	N	Media	Agrupación
2	3	3.7267	A
3	3	3.5267	B
1	3	3.4267	C

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

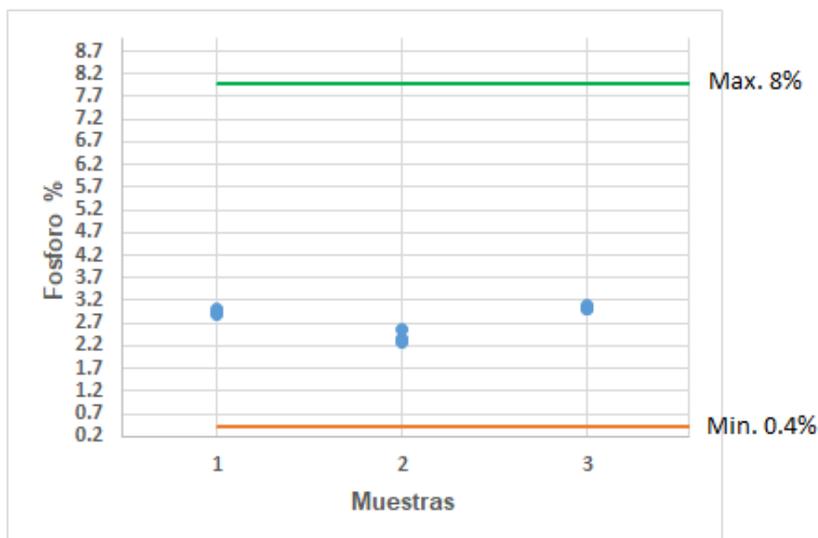
En la tabla 6, se observa que los promedios de fosforo, obtenido en las muestras 1, 2 y 3 no comparten la misma letra, indicando que estas son significativamente diferentes entre ellas.

Fig. 3: Comparación de medias ICs simultáneos de 95% de Tukey



La figura 3 muestra la comparación de medias por pares, de los valores de fosforo obtenido en las muestras 1, 2 y 3, observándose los pares de muestras 2-1 y 3-1 y 3-2, sus intervalos no contienen el cero (0.0), indicando que estos pares de medias son significativamente diferentes.

Fig. 4: Comparación de valores de fosforo, de las muestras con lo reportado en fertilizantes orgánicos comerciales:



La fig. 4 muestra que los valores de fosforo obtenido en las muestras 1,2 y 3, están dentro de los valores mínimos y máximos reportados en fertilizantes orgánicos comerciales.

### 3. Contenido de Potasio (%)

**Tabla 7: Contenido de potasio de tres muestras:**

Muestra	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo
1	2.95	0.06	2.89	3.01
2	2.39	0.15	2.26	2.55
3	3.05	0.05	3.02	3.10

En la tabla 7, se observa el promedio de porcentajes de potasio de las tres muestras, la muestra 3 presenta un valor de 3.05%, la muestra 1 un valor de 2.95% y la muestra 2 un valor de 2.39%.

**Tabla 8: Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	2	0.75920	0.379600	40.96	0.000
Error	6	0.05560	0.009267		
Total	8	0.81480			

El análisis de varianza muestra un  $p=0,000$ , para un nivel de significancia  $\alpha=0,05$ . Indicando que al menos uno de los promedios de potasio obtenidos en las muestras presenta diferencia estadística significativa de las otras.

**Tabla 9: Comparaciones en parejas de Tukey**

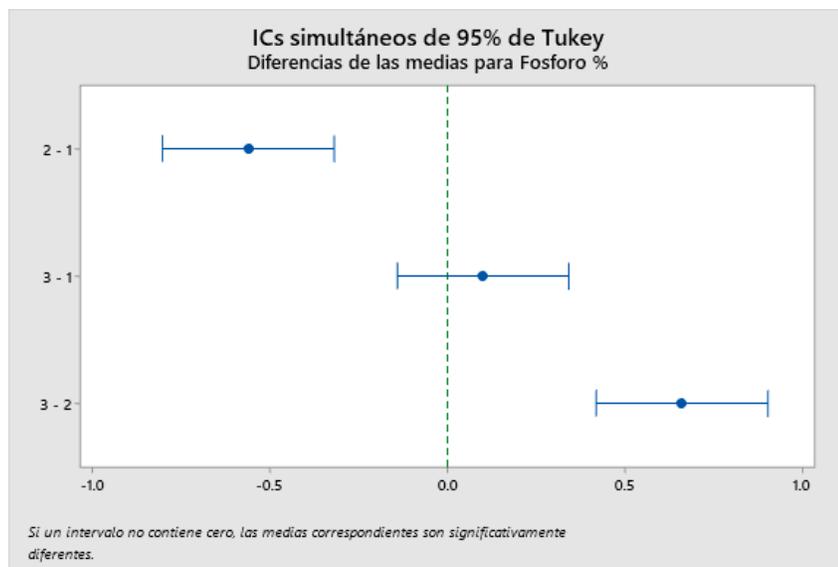
**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

Muestra	N	Media	Agrupación
3	3	3.0467	A
1	3	2.9467	A
2	3	2.3867	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

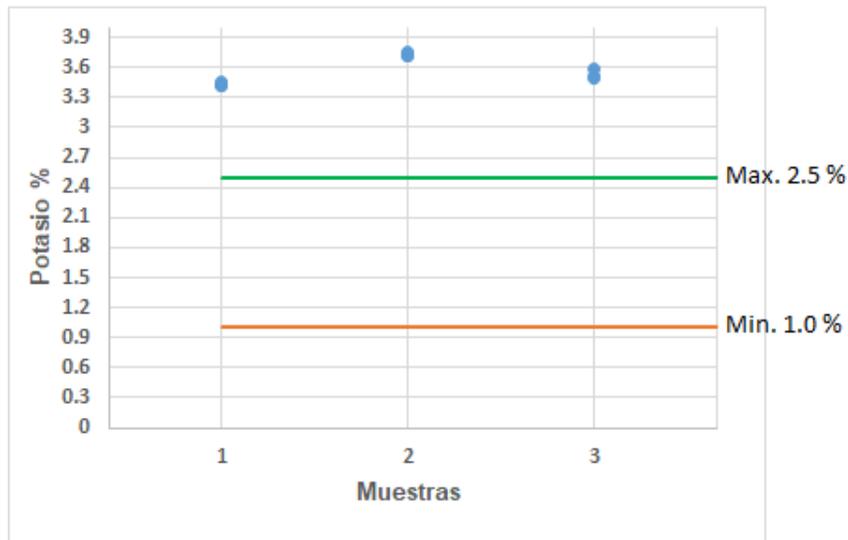
En la tabla 9, se observa que los promedios de potasio obtenido en las muestras 3 y 1 comparten la misma letra, indicando que estas no son significativamente diferentes, mientras que el promedio de la muestra 2 no comparte la misma letra con las muestras 3 y 1, indicando que esta es significativamente diferente.

Fig. 5: Comparación de medias ICs simultáneos de 95% de Tukey



La figura 5 muestra la comparación de medias por pares, de los valores de potasio obtenido en las muestras 1, 2 y 3, observándose los pares de muestras 2-1 y 3-2, sus intervalos no contienen el cero (0.0), indicando que estas medias son significativamente diferentes. Además, se puede observar que los intervalos de los pares de las muestras 3-1, contienen el cero (0.0), indicando que estas medias no son estadísticamente diferentes.

Fig. 6: Comparación de valores de potasio, de las muestras con lo reportado en fertilizantes orgánicos comerciales:



La figura 6 muestra que los valores de potasio obtenido en las muestras 1, 2 y 3, están por encima de los valores mínimos y máximos reportados en fertilizantes orgánicos comerciales.

#### 4. Contenido de Calcio (%)

**Tabla 10: Contenido de Calcio de tres muestras:**

Muestra	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo
1	5.78	0.05	5.73	5.82
2	4.29	0.27	3.98	4.45
3	5.15	0.06	5.09	5.19

En la tabla 4, se observa el promedio de porcentajes de calcio de las tres muestras, la muestra 1 presenta un valor de 5.78%, la muestra 3 un valor de 5.15% y la muestra 2 un valor de 4.29%.

**Tabla 11: Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	2	3.3739	1.68693	66.79	0.000
Error	6	0.1515	0.02526		
Total	8	3.5254			

El análisis de varianza muestra un  $p=0,000$ , para un nivel de significancia  $\alpha= 0,05$ . Indicando que al menos uno de los promedios de calcio obtenidos en las muestras presenta diferencia estadística significativa

**Tabla 12: Comparaciones en parejas de Tukey**

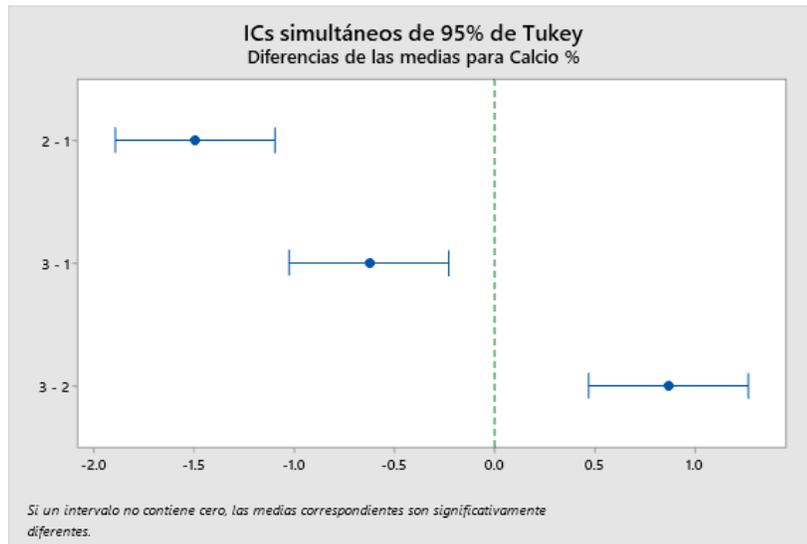
**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

Muestra	N	Media	Agrupación
1	3	5.7800	A
3	3	5.1533	B
2	3	4.287	C

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

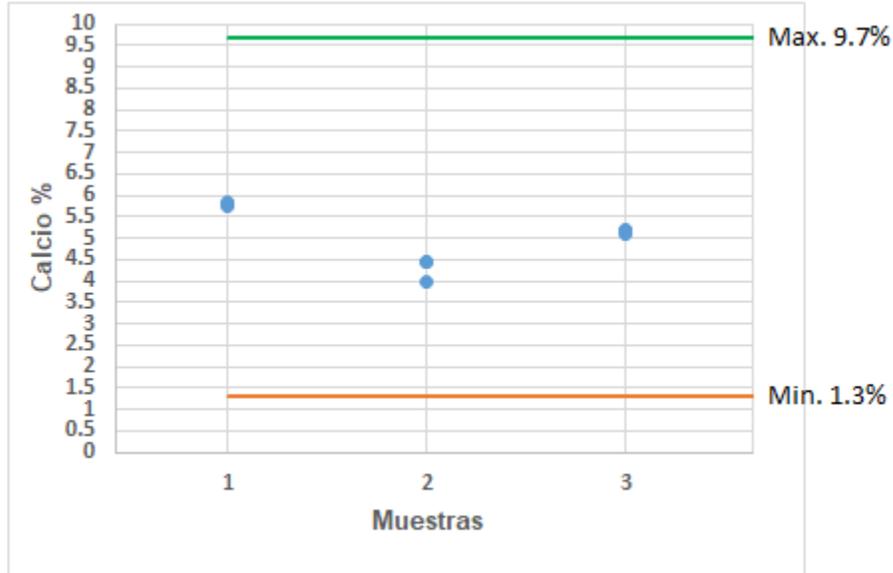
En la tabla 12, se observa que los promedios de calcio, obtenido en las muestras 1, 2 y 3 no comparten la misma letra, indicando que estas son significativamente diferentes.

Fig. 7: Comparación de medias ICs simultáneos de 95% de Tukey



La figura 7 muestra la comparación de medias por pares, de los valores de calcio obtenido en las muestras 1, 2 y 3, observándose los pares de muestras 2-1 y 3-1 y 3-2, sus intervalos no contienen el cero (0.0), indicando que estas medias son significativamente diferentes.

Fig. 8: Comparación de valores de fosforo, de las muestras con lo reportado en fertilizantes orgánicos comerciales:



La fig. 8 muestra que los valores de calcio obtenido en las muestras 1,2 y 3, están dentro de los valores mínimos y máximos reportados en fertilizantes orgánicos comerciales.

## 5. Contenido de Magnesio %

**Tabla 13: Contenido de Magnesio de tres muestras**

Muestra	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo
1	0.74	0.027	0.71	0.76
2	0.67	0.04	0.64	0.72
3	0.76	0.04	0.74	0.81

En la tabla 13, se observa el promedio de porcentajes de magnesio de las tres muestras, la muestra 3 presenta un valor de 0.76%, la muestra 1 un valor de 0.74% y la muestra 3 un valor de 0.67%.

**Tabla 14: Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	2	0.012822	0.006411	5.11	0.051

Error	6	0.007533	0.001256
Total	8	0.020356	

El análisis de varianza (ANOVA) muestra un  $p=0,051$ , para un nivel de significancia  $\alpha= 0,05$ . Indicando que los promedios de magnesio obtenidos en las 3 muestras no existen un promedio que presente diferencia estadística significativa de los demás promedios.

### Tabla 15: Comparaciones en parejas de Tukey

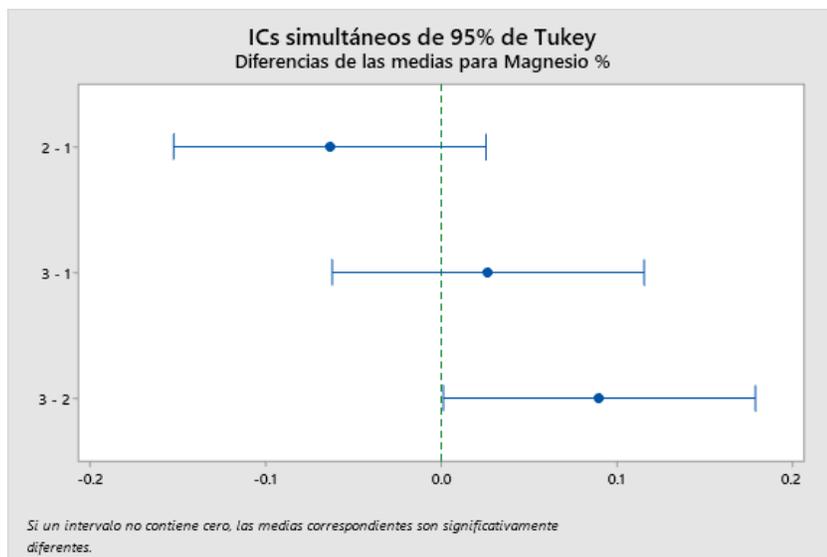
#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Muestra	N	Media	Agrupación
3	3	0.7667	A
1	3	0.7400	A B
2	3	0.6767	B

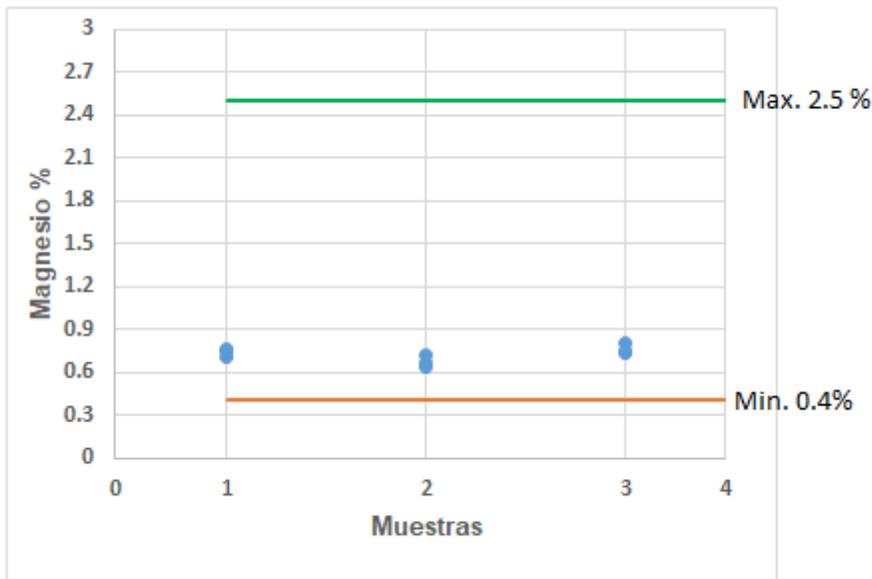
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

En la tabla 15, se observa que los promedios de porcentaje de magnesio, obtenido en las muestras 3 y 1 comparten la misma letra, así como las muestras 1 y 2 que también comparten la misma letra, indicando que estas muestras no son significativamente diferentes entre ellas. Mientras que las muestras 3 y 2 no comparten la misma letra indicando diferencia significativa entre ellas.

Fig. 9: Comparación de medias ICs simultáneos de 95% de Tukey



La figura 9 muestra la comparación de medias por pares, de los valores de magnesio obtenido en las muestras 1, 2 y 3, observándose los intervalos de los pares de muestras 2-1 y 3-1 y 3-2, sus intervalos contienen el cero (0.0), indicando que estas medias no son significativamente diferentes. Metras que los intervalos de los pares 3-2 está muy cercano al cero (0.0) mostrando una diferencia estadística significativa. Reconfirmando lo indicado la prueba de Tukey.



La figura 10 muestra que los valores de magnesio obtenido en las muestras 1,2 y 3, están dentro de los valores mínimos y máximos reportados en fertilizantes orgánicos comerciales.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Los valores obtenidos durante la determinación de las características físicas y la composición química en contenido de macronutrientes de uso agrícolas, se encuentran dentro de los rangos obtenidos en los fertilizantes comerciales, como es el caso de macronutriente **nitrógeno** en FERTILAB que muestra un valor 1,0% – 2,60%; LOMBEC 2,31%, estrucplan 1,5% – 2,0%, compostaindustrial 2,0%, en el presente estudio se obtuvo un valor promedio de 1,35%; lo cual nos muestra que esta dentro del valor de FERTILAB y por debajo de LOMBEC, estrucplan, composta industrial.

macronutriente **Fósforo** en FERTILAB que muestra un valor 2,0% – 8,0%; LOMBEC 1,46%, estrucplan 2,0% – 2,5%, compostaindustrial 0.4%, en el presente estudio se obtuvo un valor promedio de 2,8%; lo cual nos muestra que está dentro del valor de FERTILAB y por encima de LOMBEC, estrucplan, composta industrial.

macronutriente **Potasio** en FERTILAB que muestra un valor 1,0% – 2,50%; LOMBEC 2,37%, estrucplan 1,0% – 1,50%, compostaindustrial 2,5%, en el presente estudio se obtuvo un valor promedio de 3,6%; lo cual nos muestra que está por encima del valor de FERTILAB, LOMBEC, estrucplan, composta industrial.

macronutriente **Calcio** en FERTILAB que muestra un valor 2,0% – 8,0%; LOMBEC 9,70%, estrucplan 2,0% – 8,0%, compostaindustrial 1,3%, en el presente estudio se obtuvo un valor promedio de 51,20%; lo cual nos muestra que está por encima del valor de FERTILAB, LOMBEC, estrucplan, composta industrial.

macronutriente **Magnesio** en FERTILAB que muestra un valor 1,0% – 2,50%; LOMBEC 1,42%, estrucplan 1,0% – 2,50%, compostaindustrial 0,4%, en el presente estudio se obtuvo un valor promedio de 7,12%; lo cual nos muestra que está por encima del valor de FERTILAB, LOMBEC, estrucplan, composta industrial.

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES**

- Se determinó las características físicas y la composición química en contenido de macronutrientes de uso agrícola de los sedimentos de estanques acuícolas generados durante la crianza en cautiverio de peces para consumo humano. Página 26
- Se acopió información sobre las características físicas y químicas de los fertilizantes agrícolas comerciales. Página 27
- Se comparó las características físicas y químicas de los sedimentos de estanques acuícolas con las de los fertilizantes comerciales. Página 27

## **CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES**

1. Llevar a cabo trabajos de investigación orientados a determinar macronutrientes en estanques acuícolas ubicados en otros puntos de la región.
2. Realizar estudios de investigación para la determinación de macronutrientes en estanques acuícolas de otras especies de peces (sábalo, boquichico, piache, tilapia, etc.).
3. Realiza estudio de mercado para la comercialización de los sedimentos de estanques acuícolas orientada al uso agrícola.
4. Realizar de investigación para la utilización de sedimentos de estanques acuícolas aplicados a diversas especies forestales de la región.

## CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

**ALVÁN-AGUILAR, M. et al. 2012.** Acuicultura, documento temático. Proyecto “*Micro zonificación ecológica y económica para el desarrollo sostenible del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta*”. convenio entre el IIAP y DEVIDA. Iquitos - Perú

**BOYD, Claude E. 2017.** “*Las bacterias son los organismos primarios de descomposición en sistemas acuícolas*” Disponible en:  
<https://www.globalseafood.org/advocate/como-la-descomposicion-de-la-materia-organica-impacta-los-estanques-acuicolas/>

**BUECHEL, Troy. 2021.** “Fertilizantes orgánicos para la producción de cultivos” disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/fertilizantes-organicos-para-la-produccion-de-cultivos/>

**CARHUANCHO, Fanny. 2012.** “*Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol, en biodigestores tipo batch, como propuesta para el manejo de residuo avícolas*”. Lima-Perú

**CAMPBELL, Neil y REECE, Jane. 2007.** “*Biología*”. Ed. Médica Panamericana. [ISBN 9788479039981](https://www.isbn.org/9788479039981). Consultado el 14 de diciembre de 2016.

**DOUROJEANNI, Marc. 2013.** Loreto Sostenible al 2021. “*Loreto Sostenible al 2021*”. Lima: Derecho, Ambiente y Recursos Naturales, 2013.

**FAO (IT). 2011.** Ministerio de agricultura y ganadería - viceministerio de ganadería. “*Manual básico de sanidad piscícola*”. Disponible en: <https://www.fao.org/3/as830s/as830s.pdf>

**FERIZ Daniel, CAVALVACHE Milena, y otros. 2018.** “*Generación de abonos orgánicos a base de residuos de fincas truchícolas en el municipio de Silvia*”, Cauca Colombia Unidad de investigación en ecología tropical (UNIET) Colombia.

**GONZALES, Juan. 2015.** “*Caracterización de sedimentos producidos en una explotación intensiva de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1972)*” tesis de maestría facultad de agropecuarias en la universidad la Salle D.C. Colombia.

**GONZÁLEZ ACOSTA, Julio A. 2012.** “*Uso y manejo de sedimentos provenientes de piscicultura como base para el manejo sostenible: revisión del tema*” Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1053&context=ca>

**HERNÁNDEZ, Ana. 2014.** “*Obtención de abono a partir de heces de cerdo, desechos orgánicos vegetales mediante un proceso de composteo*”. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Disponible en:  
<http://www.ingenieria.uaslp.mx/agroindustrial/Documents/Proyectos/Presentaciones%20Taller%20III%202013-2014%20II/OBTENCION%20DE%20ABONO%20A%20PARTIR%20DE%20HECES.pdf>

**INTAGRI. 2020.** “*Fuentes Orgánicas de N-P-K para la Nutrición de los Cultivos*”. [En línea] Intagri, 09 de agosto de 2020. Disponible en: [https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/fuentes-organicas-de-n-p-k-para-lanutricion-decultivos?fbclid=IwAR3q0XYbEx\\_G3VJwcp266bHLCycvEf9dOnxXtYWpG4a5od1NRrR11jdxPrg](https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/fuentes-organicas-de-n-p-k-para-lanutricion-decultivos?fbclid=IwAR3q0XYbEx_G3VJwcp266bHLCycvEf9dOnxXtYWpG4a5od1NRrR11jdxPrg).

**Membranas los volcanes. 2022.** “*Estanque Acuícola*” Disponible en: <https://membranaslosvolcanes.com/soluciones/estanque-acuicola/>

**NAVARRO, Ginés, et al. 2003.** “*Fertilizante*” Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Fertilizante>

**NOREÑA BENÍTEZ, Danilo Enrique. 2021.** Diccionario abierto y colaborativo. [En línea] Diccionario abierto español gratis, 10 de agosto de 2021. <https://www.significadode.org/piscigranja.htm>.

**Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. 2021.** Organic Agriculture. *Organic Agriculture*. [En línea] 26 de Julio de 2021. <http://www.fao.org/organicag/oafaq/oa-faq6/es/>.

**PANDURO BARADLES, Moisés David y DÁVILA PADILLA, Paulo Junior. 2022.** “*Evaluación del valor nutricional de la cáscara de chonta de tres especies de palmeras de la familia arecaceae de la Amazonía peruana – región Loreto*”. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Disponible en: [https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/8463/Moisés\\_Tesis\\_Título\\_2022.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/8463/Moisés_Tesis_Título_2022.pdf?isAllowed=y&sequence=1)

**REVELES HERNÁNDEZ, Manuel. 2009.** Libro técnico No. 11 “*Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas*”. Calera, Zacatecas, México. Disponible en: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/los-macronutrientes-y-su-relacion-en-el-suelo>

**ROMÁN, Pilar.; MARTÍNEZ, María M. y PANTOJA, Alberto. 2013.** “*Manual de compostaje del agricultor Experiencias en América Latina*”. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional para América Latina y el Caribe Santiago de Chile. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>

**RAMOS AGÜEROI, David y TERRY ALFONSO, Elein. 2014.** “*Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas*”. La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2014. Vol. 35, 4. 0258-5936.

**SALINAS, V. F.; SEPÚLVEDA, M. L.; SEPÚLVEDA, C. G. 2014.** “*Evaluación de la calidad química del humus de lombriz roja californiana (Eisenia foetida) elaborado a partir de cuatro sustratos orgánicos en Arica*”. IDESIA (Chile) Marzo-Mayo. Volumen 32, N° 2. Páginas 95-99

**YOSSA MARTHA, Hernández Gilma y otros. 2014.** “*Composición y dinámica de los sedimentos en estanques de cachama blanca y tilapia roja*”. Facultad de ciencias agropecuarias y recursos naturales, Universidad de los llanos – Colombia.

# ANEXOS

# ANEXO 1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LOS SEDIMENTOS DE LOS ESTANQUES



**UNAP**  
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana  
Facultad de Ingeniería Química-FIQ



## RESULTADO DE ANALISIS

Muestra : Cáscara de piña (Ananas Comosus) variedad Cayena Lisa.  
Tipo de Análisis : Físico-Químico  
Fecha de Análisis : 16 de junio del 2021

Determinaciones	Muestra 1	Muestra 2
Humedad (%)	: 86,47	86,32
Cenizas (%)	: 0,75	0,78
Grasa (%)	: 0,04	0,05
Fibra (%)	: 3,46	2,75
Proteína (%)	: 3,27	3,04
Carbohidratos (%)	: 6,01	7,06
Energía (Kcal/100 g muestra)	: 35,97	39,07

Iquitos 26 de junio del 2021

  
Rosa Isabel Souza Najjar  
DOCENTE ADSCRITO FIQ-UNAP

Dirección: Av. Freyre Nº 616, Iquitos, Perú  
Teléfono: (5165) 24-3665 / 23-4101  
decanatofiq@yahoo.es

[www.unapiquitos.edu.pe](http://www.unapiquitos.edu.pe)

**ANEXO 2: TOMA DE MUESTRA EN LOS ESTANQUES ACUICOLAS**

