



**Evaluación del proceso óptimo para la obtención de distintos tipos de productos cárnicos a partir del (*Arapaimas gigas*) Paiche, mediante la incorporación de distintas bacterias ácido lácticas como alimento probiótico.**

Falconi Intriago, Cristian Patricio

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniería

Agropecuaria

Ing. Neira Mosquera, Juan Alejandro, PhD.

30 de agosto del 2023

## Reporte de verificación de contenido



Sr. Falconi INFORME TESIS docx

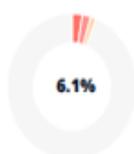
### Scan details

Scan time:  
August 30th, 2023 at 15:34 UTC

Total Pages:  
45

Total Words:  
11060

### Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
● Identical	2.5%	281
● Minor Changes	2.1%	237
● Paraphrased	1.4%	155
● Omitted Words	0%	0

### AI Content Detection



Text coverage  
● AI text  
● Human text



Firmado electrónicamente por:  
JUAN ALEJANDRO  
NEIRA MOSQUERA

Ing. Neira Mosquera, Juan Alejandro, Ph.D  
DIRECTOR



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

### CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

#### Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular “**Evaluación del proceso óptimo para la obtención de distintos tipos de productos cárnicos a partir del (*Arapaimas gigas*) Paiche, mediante la incorporación de distintas bacterias ácido lácticas como alimento probiótico**” fue realizado por el **Sr. Falconi Intriago Cristian Patricio**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Santo domingo, 30 de agosto del 2023



Firmado electrónicamente por:  
JUAN ALEJANDRO  
NEIRA MOSQUERA

Ing. Neira Mosquera, Juan Alejandro, Ph.D.

C.C: 0501644470



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

### CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

#### Responsabilidad de auditoria

Yo, **Falconi Intriago Cristian Patricio**, con cedula de ciudadanía N.- 172485344-3, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular **“Evaluación del proceso óptimo para la obtención de distintos tipos de productos cárnicos a partir del (*Arapaimas gigas*) Paiche, mediante la incorporación de distintas bacterias ácido lácticas como alimento probiótico”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo domingo, 30 de agosto del 2023

**Falconi Intriago Cristian Patricio**

**C.C: 172485344-3**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

### CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

#### Autorización de Publicación

Yo, **Falconi Intriago Cristian Patricio**, con cedula de ciudadanía N.- 172485344-3, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular **“Evaluación del proceso óptimo para la obtención de distintos tipos de productos cárnicos a partir del (*Arapaimas gigas*) Paiche, mediante la incorporación de distintas bacterias ácido lácticas como alimento probiótico”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas, y criterios son de nuestra responsabilidad.

Santo domingo, 30 de agosto del 2023

**Falconi Intriago Cristian Patricio**

**C.C: 172485344-3**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios principalmente por brindarme la vida, el valor, y la fuerza necesaria para cumplir este objetivo en mi carrera profesional, y por ser el pilar fundamental de mi vida.

Quiero dedicar a mis padres, Patricio Falconi y Fátima Intriago, personas que se entregaron totalmente para lograr esta meta, enseñándome siempre el valor del esfuerzo, de la perseverancia, y, sobre todo, inculcándome valores de vida importantes para ser una persona responsable y de bien para la sociedad. Sacrificando gran parte de su vida para que yo sea un profesional.

A mi esposa Evelyn Zambrano, mujer luchadora y amorosa que supo transmitir en mi dedicación y entrega, además de ser motivo de inspiración para salir adelante. Incluyo en esta dedicatoria a mis hijos, Jeshua Falconi y María Clara Falconi, siendo fuente fundamental de amor, entrega y sacrificio, principalmente por ser el motivo de cada esfuerzo para salir adelante.

A mis hermanos Carla, Arturo, y Pablo por su apoyo y ayuda en todos los momentos que mas dificultad tuve durante mis estudios, y también por último quiero dedicar a mis sobrinas Paula, Luciana y mi sobrino Francisco, que con su ternura inspiraron en mí, ganas de seguir adelante y así poder culminar mi carrera.

***Cristian Patricio Falconi Intriago***

## Agradecimiento

Agradezco a Dios y a la Virgen María por permitirme acabar esta etapa de mi vida dándome fuerza, amor, y sobre todo por mantenerme siempre con salud y bienestar, estando a mi lado en cada momento de mi vida académica.

A mi esposa e hijos, que son después de Dios, las personas más importantes de mi vida, inspirándome cada vez a ser mejor, apoyándome en cada decisión, y amándome a pesar de los problemas y las tribulaciones. Por ser ese impulso para seguir en los momentos que ya no podía más, en fin, en todos los momentos de mi vida.

A mis padres y hermanos por estar siempre a mi lado, apoyándome en todo aspecto en cada momento de mi etapa universitaria, siendo un pilar muy fuerte en la enseñanza de virtudes que ahora hacen de mí una persona virtuosa.

A mi tutor de proyecto de Integración Curricular, Dr. Juan Neira, y su esposa la Dra. Sungey Sánchez, por brindarme la oportunidad de desarrollar este tema para poder culminar mi carrera, por apoyarme con su tiempo en cada momento de dificultad en el desarrollo de mi tesis, y por ser ejemplo intachable que me inspiraban a ser un buen profesional.

A los docentes que pasaron por mis estudios académicos, pero de manera muy especial a los docentes: Ing. Xavier Desiderio, Ing. Patricio Jiménez, Ing. Katty Medina, y al Ing. Patricio Vaca, por ser un gran apoyo en el regreso de mis estudios académicos, y por apoyarme en cada problema que se atravesaba para poder culminar la carrera, por ser excelentes profesionales que están a tiempo y destiempo para apoyar a los estudiantes.

Finalmente, a todos mis compañeros de clase que fueron parte de mi vida en esta etapa universitaria, dándome consejos, experiencias, buenos momentos, pero principalmente por ser un gran apoyo emocional para poder culminar mis estudios.

## Índice de contenido

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de auditoria.....	4
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido.....	8
Índice de figuras.....	11
Índice de tablas.....	12
Resumen:.....	14
Abstrac.....	15
Capítulo I.....	16
Introducción:.....	16
Objetivos:.....	18
General:.....	18
Específicos:.....	18
Hipótesis.....	18
Hipótesis nula.....	18
Hipótesis alternativa.....	18
Revisión de literatura.....	19
Características generales del Paiche ( <i>Arapaima gigas</i> .....	19
Ubicación taxonómica del Paiche.....	19
Taxonomía del Paiche:.....	20
Morfología.....	20
La cabeza:.....	20
Color:.....	20
Cuerpo.....	21
Composición Química del <i>Arapaima gigas</i> Cuvier (Paiche).....	21
Composición bromatológica (%).....	21
Conservación de la carne.....	22
Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos.....	22
<i>Lactobacillus plantarum</i> .....	23
<i>Lactobacillus reuteri</i> .....	23
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> .....	24
Capítulo II.....	24
Metodología.....	24

Ubicación del área de investigación .....	24
Ubicación Política .....	24
Ubicación Geográfica.....	24
Ubicación Ecológica.....	25
Capítulo III .....	26
Materiales y métodos.....	26
Materiales.....	26
Determinación de pH .....	26
Determinación de acidez.....	26
Determinación de Humedad.....	27
Determinación de Cenizas.....	27
Determinación de Grasa.....	27
Determinación de Proteína.....	28
Enriquecimiento selectivo para de las bacterias ácido lácticas.....	28
Materiales a utilizar para realizar recuento de poblaciones microbianas .....	29
Métodos.....	30
Preparación de las muestras.....	30
Muestra de Paiche en fresco (crudo).....	30
Muestra de conserva de Paiche.....	30
Muestra de mojama de Paiche.....	31
Preparación de la solución bacteriana .....	31
Diseño experimental .....	32
Factores de estudio y niveles de experimento .....	32
Unidades experimentales.....	32
Tipo de diseño .....	33
Análisis estadístico .....	33
Esquema del análisis de varianza .....	33
Análisis funcional .....	34
Variables evaluadas.....	34
Determinación de pH .....	34
Determinación de acidez titulable.....	34
Determinación de humedad .....	35
Determinación de ceniza.....	35
Determinación de grasa.....	36
Determinación de proteína.....	37
Recuento microbiano en placas Petrifilm™ .....	38
Capítulo IV.....	39

Resultados .....	39
Análisis de Varianza para pH.....	39
Análisis de Varianza para Acidez .....	39
Análisis de Varianza para Humedad .....	40
Análisis de Varianza para Ceniza.....	40
Análisis de Varianza para Grasa .....	41
Análisis de Varianza para proteína.....	41
Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos para el Factor A (tipos de productos cárnicos de paiche).....	42
Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos para el Factor B (tipos de bacterias ácido lácticas).....	44
Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos de la Interacción AB .....	46
Análisis microbiológico de los tratamientos .....	51
Análisis de componentes principales en espacio rotado .....	51
Capítulo V.....	52
Discusión.....	52
Factor A: Respecto a los tipos de producto cárnicos del paiche (Crudo, Conserva y Mojama) .....	52
Factor B: Respecto los tipos de bacterias ácido lácticas ( <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus reuteri</i> , y <i>Leuconostoc mesenteroides</i> ). .....	54
Interacción A*B: (tipos de productos cárnicos en paiche) * (tipos de bacterias ácido lácticas) .....	55
Capítulo VI.....	56
Conclusiones .....	56
Recomendaciones .....	58
Capítulo VII.....	58
Bibliografía .....	58

### Índice de figuras.

<b>Figura 1.</b> Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos para el Factor A (tipos de productos cárnicos de paiche) .....	42
<b>Figura 2.</b> Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos para el Factor B. ....	45
<b>Figura 3.</b> Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos de la Interacción AB. ....	47

## Índice de tablas.

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía del Paiche (Arapaimas gigas).....	20
<b>Tabla 2.</b> Composición bromatológica de la carne de Paiche (Arapaima gigas). .....	21
<b>Tabla 3.</b> Ubicación política del lugar donde se va a realizar el estudio. ....	24
<b>Tabla 4.</b> Ubicación ecológica .....	25
<b>Tabla 5.</b> Materiales utilizados para la determinación de pH.....	26
<b>Tabla 6.</b> Materiales utilizados para la determinación de Acidez. ....	26
<b>Tabla 7.</b> Materiales utilizados para la determinación de Humedad .....	27
<b>Tabla 8.</b> Materiales utilizados para la determinación de Cenizas. ....	27
<b>Tabla 9.</b> Materiales utilizados para la determinación de Grasa .....	27
<b>Tabla 10.</b> Materiales utilizados para la determinación de Proteína. ....	28
<b>Tabla 11.</b> Materiales para la elaboración del medio de cultivo de las bacterias ácido lácticas. ....	29
<b>Tabla 12.</b> Materiales a utilizar para realizar recuento de poblaciones microbianas .....	29
<b>Tabla 13.</b> Factores y niveles a probar en la Evaluación del proceso óptimo para la obtención de distintos tipos de productos cárnicos a partir del (Arapaimas gigas) Paiche, mediante la incorporación de distintas bacterias ácido lácticas como alimento probiótico. ....	32
<b>Tabla 14.</b> Tratamientos a comparar en la Evaluación del proceso óptimo para la obtención de distintos tipos de productos cárnicos a partir del (Arapaimas gigas) Paiche, mediante la incorporación de distintas bacterias ácido lácticas como alimento probiótico. ....	32
<b>Tabla 15.</b> Esquema de análisis de varianza para la Evaluación del proceso óptimo para la obtención de distintos tipos de productos cárnicos a partir del (Arapaimas gigas) Paiche, mediante la incorporación de distintas bacterias ácido lácticas como alimento probiótico. ....	33
<b>Tabla 16.</b> Análisis de varianza para la variable pH en muestras de tipos de carne de paiche después de haber aplicado las bacterias ácido lácticas. ....	39
<b>Tabla 17.</b> Análisis de Varianza para Acidez en muestras de tipos de carne de paiche después	

de haber aplicado las bacterias ácido lácticas. ....	39
<b>Tabla 18.</b> Análisis de Varianza para Humedad en muestras de tipos de carne de paiche después de haber aplicado las bacterias ácido lácticas. ....	40
<b>Tabla 19.</b> Análisis de Varianza para ceniza en muestras de tipos de carne de paiche después de haber aplicado las bacterias ácido lácticas. ....	40
<b>Tabla 20.</b> Análisis de Varianza para ceniza en muestras de tipos de carne de paiche después de haber aplicado las bacterias ácido lácticas. ....	41
<b>Tabla 21.</b> Análisis de Varianza para Proteína en muestras de tipos de carne de paiche después de haber aplicado las bacterias ácido lácticas. ....	41
<b>Tabla 22.</b> Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos para el Factor A (tipos de productos cárnicos de paiche). ....	42
<b>Tabla 23.</b> Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos para el Factor B (tipos de bacterias ácido lácticas).....	44
<b>Tabla 24.</b> Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos de la Interacción AB. ....	46

**Resumen:**

El presente estudio fue para Evaluar el proceso óptimo para la obtención de distintos tipos de productos cárnicos a partir del (Arapaimas gigas) Paiche, mediante la incorporación de distintas bacterias ácido lácticas como alimento probiótico, en donde se ayude a mejorar las características adecuadas en la composición y valoración nutricional para su aprovechamiento en la industria Agroalimentaria como alternativa para diversificar la oferta de productos semielaborados y en conserva que será de gran importancia para el aprovechamiento mediante diferentes tecnologías de conservación e industrialización del mismo, aportando así el crecimiento de la industria Agroalimentaria del país y el aseguramiento de la calidad alimentaria para el consumidor final. Los tratamientos evaluados fueron 9, divididas en dos factores: A: Tipos de productos cárnicos derivados del paiche (Crudo, Conserva y Mojama) frente a un factor B: Aplicación de tres tipos de bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, y *Leuconostoc mesenteroides*), donde las variables evaluadas son: pH, acidez, humedad, ceniza, grasa y proteína. Los objetivos de este estudio son: elaborar los distintos tipos de productos cárnicos (fresco, conserva y mojama) a partir del Paiche (*Arapaimas gigas*), evaluar el efecto de las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Leuconostoc mesenteroides*), como alimento probiótico, y analizar mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos las características de los distintos productos cárnicos crudos, después de la aplicación de las bacterias ácido lácticas.

**Palabras clave:** bacterias ácido lácticas, paiche, tipos de productos cárnicos del paiche.

## Abstrac

The present study was to evaluate the optimal process for obtaining different types of meat products from (*Arapaimas gigas*) Paiche, by incorporating different lactic acid bacteria as probiotic food, where it helps to improve the appropriate characteristics in the composition and nutritional assessment for its use in the Agri-food industry as an alternative to diversify the offer of semi-finished and canned products that will be of great importance for its use through different conservation and industrialization technologies, thus contributing to the growth of the Agri-food industry of the country and the assurance of food quality for the final consumer. The evaluated treatments were 9, divided into two factors: A: Types of meat products derived from paiche (Raw, Canned and Mojama) versus a factor B: Application of three types of lactic acid bacteria (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, and *Leuconostoc mesenteroides*), where the variables evaluated are: pH, acidity, humidity, ash, fat and protein. The objectives of this study are: to elaborate the different types of meat products (fresh, preserved and mojama) from Paiche (*Arapaimas gigas*), to evaluate the effect of lactic acid bacteria (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Leuconostoc mesenteroides*), such as probiotic food, and analyze through physicochemical and microbiological analysis the characteristics of the different raw meat products, after the application of lactic acid bacteria.

**Keywords:** lactic acid bacteria, paiche, types of meat products from paiche.

## Capítulo I

### Introducción:

Los peces nativos han contribuido históricamente a mantener la seguridad alimentaria de las comunidades indígenas amazónicas y, de manera reciente, de las poblaciones colonas que han llegado a esta región. Sin embargo, debido a factores como el crecimiento poblacional y, por tanto, una mayor demanda de alimentos, las poblaciones de peces en los ecosistemas naturales han disminuido drásticamente, por esta razón, durante los últimos años, se ha promovido la piscicultura como una actividad productiva que permite abastecer las crecientes demandas en mercados locales, regionales o internacionales (Ortega, 2020).

En respuesta a esta problemática, aparece una especie acuática "Paiche (*Arapaima Gigas*)", de la familia Arapaimidae. Este pez posee la escama más grande de la cuenca del Amazonas y tiene un gran potencial para su cultivo en la Amazonía, además, tiene cualidades productivas como: un rápido crecimiento, facilidad de cultivo, sabor y calidad en su carne, y se proyecta en tener un alto potencial de convertirse en una actividad rentable para las comunidades y productores amazónicos. En Ecuador, se distribuye en el extremo oriental del país, en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Pastaza. En Sucumbíos, ésta especie crece en la zona del Cuyabeno, pero solo ha sido aprovechada por las comunidades nativas, para el autoconsumo (Reinoso, 2021).

Algunos datos señalan que esta especie puede alcanzar de 10 a 12 kg, y 1,2 m en un año, además su carne blanca, firme, comestible, muy apreciada comercialmente, es muy rica en proteína, en torno al 36,5 %, con la ventaja de que no presenta espinas intermusculares. Otra característica es que posee un rendimiento a la canal cerca de un 57 % de su peso total.

Este estudio pretende aportar información completa de las características bromatológicas del pez Paiche (*Arapaimas gigas*), así como de su valor nutricional que será de gran importancia para el aprovechamiento de su carne en algunos subproductos (carne fresca, conserva, y en carne seca o mojama), y para la aplicación de diferentes tecnologías de conservación e industrialización del mismo aportando así al crecimiento de la industria agroalimentaria del país y el aseguramiento de la calidad alimentaria para el consumidor final (Neira & Sanchez, 2023).

Además, está orientado a proteger la salud de los consumidores de compuestos químicos dañinos, por lo cual se plantea el uso de cepas bacterianas del género *Lactobacillus* que producen “bacteriocinas”, sustancias con capacidad antimicrobiana frente a bacterias que deterioran la calidad de los alimentos y patógenos contaminantes. Entre las especies BAL más destacadas en la conservación de alimentos tenemos a *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus reuteri*, *Pediococcus damnosus* y *Leuconostoc mesenteroides* (Gualan & Plua , 2023).

**Objetivos:****General:**

Evaluar el proceso óptimo para la obtención de distintos tipos de productos cárnicos a partir del (*Arapaimas gigas*) Paiche, mediante la incorporación de distintas bacterias ácido lácticas como alimento probiótico.

**Específicos:**

Elaborar los distintos tipos de productos cárnicos (fresco, conserva y mojama) a partir del Paiche (*Arapaimas gigas*).

Evaluar el efecto de las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Leuconostoc mesenteroides*), como alimento probiótico.

Analizar mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos las características de los distintos productos cárnicos crudos, después de la aplicación de las bacterias ácido lácticas.

**Hipótesis****Hipótesis nula**

**Ho:** La incorporación de las bacterias ácido lácticas no presentan diferencias significativas sobre los distintos tipos de carne de Paiche como alimento probiótico.

**Hipótesis alternativa**

**Ha:** La incorporación de las bacterias ácido lácticas presentan diferencias significativas sobre los distintos tipos de carne de Paiche como alimento probiótico.

## Revisión de literatura

### Características generales del Paiche (*Arapaima gigas*):

**El Paiche** (*Arapaima gigas*), también conocido como pirarucu, es uno de los peces de agua dulce más grandes en el mundo. En su hábitat natural puede alcanzar hasta 3 m de longitud y 250 kg de peso. Su cuerpo es alargado, cilíndrico y comprimido, revestido de escamas grandes y gruesas.

Es un pez que navega los ríos de la selva tropical de la cuenca amazónica del América del Sur y lagos y pantanos cercanos. Al igual que otros peces amazónicos, necesita salir a la superficie a respirar en intervalos de entre 15 y 20 minutos, aunque puede permanecer sumergido hasta 40 minutos si se ve amenazado. Alcanza la madurez sexual la después de los 4-5 años de edad y la esperanza de vida media es de 15 a 20 años, que ha sido registrada en individuos en cautiverio (Racines, 2018).

El Paiche es una especie principalmente carnívora; se alimenta de otros peces más pequeños, aunque también puede alimentarse de restos vegetales y crustáceos (Racines, 2018).

### Ubicación taxonómica del Paiche

Los peces representan cerca de la mitad de todos los vertebrados que existen. El 58% son marinos y 41% de aguas continentales y 1% migra de agua dulce a agua salada De las 20,800 especies de peces que existen en la tierra los del orden Osteoglossiformes constituyen 6 de las 409 familias, 26 de los 3867 géneros y 206 de todas las especies.

## Taxonomía del Paiche:

**Tabla 1.**

Taxonomía del Paiche (*Arapaimas gigas*).

<b>Taxonomía del Paiche (<i>Arapaimas gigas</i>)</b>	
<b>Súper orden:</b>	Osteoglossomorpha
<b>Orden:</b>	Clupeiformes (Osteoglossiformes)
<b>Superfamilia:</b>	Osteoglossidae (Arapaimidae)
<b>Familia:</b>	Arapaimidae
<b>Nombre vulgar:</b>	Paiche, pirarucu.
<b>Gen. Esp.:</b>	<i>Arapaima gigas</i> (cuvier)

Nota. Obtenido de (Campos , 2001).

## Morfología.

### La cabeza:

La cabeza del Paiche es de tamaño pequeño con relación al cuerpo, correspondiéndole aproximadamente el 10% del peso total. En la misma cabeza posee 58 placas de diferente tamaño, distribuidas en la superficie y cada una de ellas tiene de 6 a 8 poros en su borde posterior, por donde sale por presión una mucosidad blanquecina que los nativos de la selva consideran como la leche con que se alimentan las crías pequeñas cuando nadan en cardumen cerca de la cabeza de un adulto (Navarrete, 2016).

### Color:

El color del Paiche es castaño claro a partir del octavo a noveno mes de edad, con color pardo negruzco en la cabeza y el dorso, las escamas abdominales en la mitad posterior del

cuerpo ribeteadas de rojo oscuro; las aletas ventrales en los adultos con manchas negras y amarillas, dispuestas en forma de ondas irregulares; la aleta dorsal, anal y caudal con manchas claras (Navarrete, 2016).

## **Cuerpo**

Tiene cuerpo alargado, circular y elipsoidal en sección, revestido de grandes y gruesas escamas cicloideas; las aletas pectorales están separadas de las ventrales, en tanto que las dorsales y anales se encuentran cerca de la aleta caudal (Navarrete, 2016).

## **Composición Química del Arapaima gigas Cuvier (Paiche)**

El Paiche se alimenta, principalmente, de peces vivos y en condiciones de cultivo acepta alimentos balanceados. Su carne posee un rendimiento de 57% de filete, carece de huesos intermusculares, tiene buena textura, es de color blanco y de sabor agradable, por lo que tiene un gran potencial para obtener productos con valor agregado (Navarrete, 2016).

## **Composición bromatológica (%)**

### **Tabla 2.**

Composición bromatológica de la carne de Paiche (*Arapaima gigas*).

<b>Composición (%)</b>	
Humedad	77.0%
Proteína	20.0%
Grasa bruta	5.4%
Carbohidratos	2.4%
Sales minerales	24.5%
Calorías	147.8%

Nota: Obtenido de (Carrasco & Anchundia , 2021).

Las escamas se utilizan en el Amazonas como sustituto de lija para pulimento fino, para la confección artesanías (hojas, flores artificiales, cortinas, quitasueños, etc.), y como adorno de vestimentas típicas. Lo que vulgarmente se considera como la lengua, o sea el hueso hioides, se usa como utensilio para rallar la yuca y los bastones o pastas de guaraná, obtenidos de los granos tostados y molidos de la planta del mismo nombre (Navarrete, 2016).

### **Conservación de la carne**

Como el animal tiene un gran tamaño, rinde piezas de carne firme que pueden ser conservadas por varios meses a través de un proceso artesanal de salado y deshidratación, semejante al usado para el bacalao. El salado de la carne debe ser realizado inmediatamente después de su captura, cuando el pez se presenta absolutamente fresco. Días después debe ser lavado, escurrido y bien prensado, y luego secado por exposición al aire y al sol. Es común escuchar que la carne de Paiche fresca es menos sabrosa que la salada, como sucede con el bacalao. En cambio, los nativos de la Amazonia prefieren la carne fresca o simplemente sometida a una ligera salmuera. Otra modalidad de presentación muy recomendable es la de los filetes en salmuera congelada, según el método de Ottesen (Campos , 2001).

### **Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos**

Las bacterias ácido lácticas han sido importantes en los alimentos por siglos por su considerable contribución al valor de los productos. Debido a varias de sus propiedades metabólicas, las bacterias ácido lácticas desempeñan un papel importante en la industria alimentaria, por su contribución significativa al sabor, olor, textura, características sensoriales, propiedades terapéuticas y valor nutricional de los productos alimentarios. Este grupo está compuesto de un número de géneros incluyendo *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* y *Pediococcus*. Algunos de los metabolitos producidos por las este tipo de bacterias son ácidos orgánicos, sustancias preservantes, polisacáridos, vitaminas,

endulzantes, olores y sabores entre otros. Esta revisión se enfoca en estudiar la importancia de las bacterias ácido lácticas en los alimentos (Parra, 2010).

### **Lactobacillus plantarum**

Entre las bacterias ácido lácticas, *Lactobacillus plantarum* es una especie industrialmente importante que se encuentra en la fermentación de numerosos alimentos, como aceitunas, carnes, berenjenas, alcaparras, coles, salchichas, queso y vino. Además, *L. plantarum* es la especie de bacteria láctica utilizada más frecuentemente como cultivo iniciador en la fermentación de substratos vegetales, donde los ésteres de compuestos fenólicos son abundantes. Otros de los beneficios que esta bacteria proporciona es que provee efectos beneficiosos sobre el huésped, en este sentido, se les atribuye: ayuda en la digestión de la lactosa, prevención de infecciones intestinales, acción inmuno-moduladora, prevención de cáncer y enfermedades cardiovasculares (Proaño, 2013).

### **Lactobacillus reuteri**

*L. reuteri* es un probiótico que ha demostrado en estudios científicos varios beneficios para la salud infantil, como mejoría de la tolerancia a los alimentos, mejoría de la absorción de nutrientes, reducción del riesgo de infecciones y regulación de las defensas. Los estudios clínicos han demostrado que *L. reuteri* mejora diversos parámetros clínicos y fisiológicos relacionados con la función gastrointestinal, como la motilidad gástrica, la tolerancia a los alimentos y el hábito intestinal. En lactantes con RGE, *L. reuteri* reduce la distensión gástrica, acelera el vaciamiento gástrico y reduce la frecuencia de los episodios de regurgitación. En lactantes con cólico infantil, la administración de *L. reuteri* reduce significativamente la duración del llanto (German, 2022).

## Leuconostoc mesenteroides

Las bacterias *Leuconostoc mesenteroides* generalmente se presentan en pares o cadenas cortas, inmóviles, formadoras de esporas, catalasas negativo, anaeróbico facultativo, mesófilo y no producen amoníaco a partir de arginina. Estas bacterias muestran requerimientos nutricionales complejos, incluyendo diferentes aminoácidos. Estos microorganismos tienen características mesófilas con un crecimiento óptimo entre 20 y 30°C. Se pueden encontrar principalmente en vegetales, cereales, frutas, vino, pescado, carne y productos lácteos (Gualan & Plua , 2023).

## Capítulo II

### Metodología

#### Ubicación del área de investigación

#### Ubicación Política

#### Tabla 3.

Ubicación política del lugar donde se va a realizar el estudio.

Ubicación política	
País:	Ecuador
Provincia:	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón:	Santo Domingo
Parroquia:	Luz de América
Sector:	km 24 Vía Quevedo

#### Ubicación Geográfica

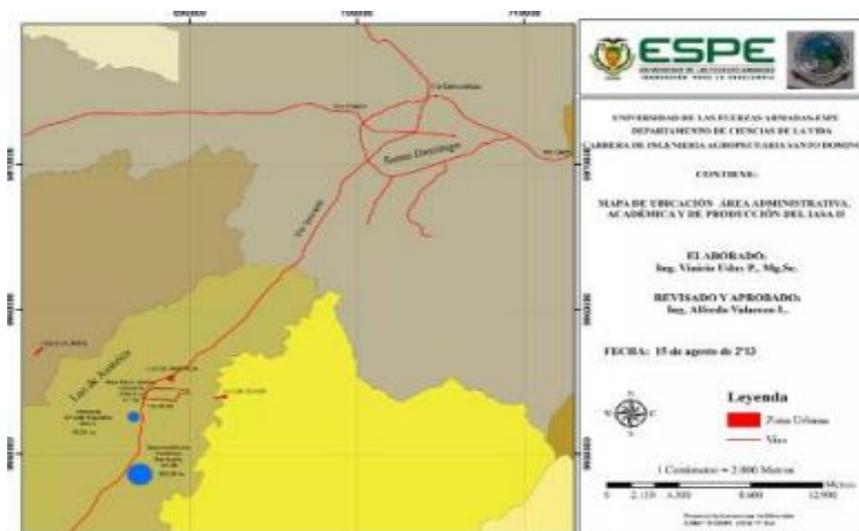
El actual trabajo de integración curricular se realizó en las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Santo Domingo; Hacienda Zoila Luz km 24 Vía Quevedo, en los laboratorios de Biotecnología Industrial, Procesos Industriales, Bromatología y Microbiología Celular.

Latitud: 00° 24' 36"

Longitud: 79° 18' 43"

Altitud: 270 m.s.n.m

### Ubicación geográfica dónde se desarrolló la investigación



### Ubicación Ecológica

**Tabla 4.** Ubicación ecológica

Ubicación Ecológica	
Zona de vida:	Bosque húmedo Tropical
Altitud:	224 msnm
Temperatura media:	24,6 ° C
Precipitación:	2860 mm/año
Humedad relativa:	85%
Heliofanía:	680 horas luz / año -1
Suelos:	Franco arenosos

Fuente: Estación Agro Meteorológica "Puerto Ila" Vía Quevedo km 34.

### Capítulo III

#### Materiales y métodos

#### Materiales

#### Determinación de pH

**Tabla 5.**

Materiales utilizados para la determinación de pH.

<b>Equipos</b>	<b>Materiales/insumos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Muestras</b>
Balanza analítica	Vaso de precipitación (250 ml)	Agua destilada	Cruda
Potenciómetro	Vaso de precipitación (100 ml)		Conserva
Varilla	Probeta (100 ml)		Mojama
	Mortero		
	Colador		
	Varilla de vidrio		

#### Determinación de acidez

**Tabla 6.**

Materiales utilizados para la determinación de Acidez.

<b>Equipos</b>	<b>Materiales/insumos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Muestras</b>
<b>Balanza analítica</b>	Vaso de precipitación (250 ml)	Agua destilada	Cruda
<b>Potenciómetro</b>	Vaso de precipitación (100 ml)	NaOH 0,1 N	Conserva
<b>Varilla</b>	Probeta (100 ml)	Fenolftaleína	Mojama
<b>Plancha de agitación</b>	Probeta (25 ml)		
	Balón de aforo (250 ml)		
	Soporte universal		

**Determinación de Humedad.****Tabla 7.**

Materiales utilizados para la determinación de Humedad

<b>Equipos</b>	<b>Materiales/insumos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Muestras</b>
Balanza analítica	Mortero	Agua destilada	Cruda
Estufa	Crisol		Conserva
Desecador	Espátula		Mojama
	Pinza		

**Determinación de Cenizas.****Tabla 8.**

Materiales utilizados para la determinación de Cenizas.

<b>Equipos</b>	<b>Materiales/insumos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Muestras</b>
Balanza analítica	Mortero	Agua destilada	Cruda
Mufla	Crisol		Conserva
Desecador	Espátula		Mojama
	Pinza		

**Determinación de Grasa.****Tabla 9.**

Materiales utilizados para la determinación de Grasa

<b>Equipos</b>	<b>Materiales/insumos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Muestras</b>
Balanza analítica	Mortero	Agua destilada	Cruda
Estufa	Pisetas	Éter de petróleo	Conserva

<b>Equipos</b>	<b>Materiales/insumos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Muestras</b>
Aparato Golfish	Pipetas		Mojama
Vasos Beacker para grasa.	Algodón liofilizado		
	Probeta (100ml)		
	Papel filtro		
	Soporte universal		
	Espátula		

### Determinación de Proteína.

**Tabla 10.**

Materiales utilizados para la determinación de Proteína.

<b>Equipos</b>	<b>Materiales/insumos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Muestras</b>
Balanza analítica	Gotero	Agua destilada	Cruda
Extractor de humo	Matraz (250 ml)	Ácido sulfúrico concentrado	Conserva
Bomba de circulación de agua	Mortero	Solución de hidróxido de sodio al 35%.	Mojama
Unidad de scrubber	Tubos de destilación	Solución de ácido bórico al 2%.	
Unidad e destilación	Vasos de precipitación (50 ml).	Solución de acido clorhídrico al 0,1 N.	
Agitador magnético		Tabletas catalizadoras.	
		Indicador Kjeldahl	

## Enriquecimiento selectivo para de las bacterias ácido lácticas

**Tabla 11.**

Materiales para la elaboración del medio de cultivo de las bacterias ácido lácticas.

<b>Equipos</b>	<b>Materiales/insumos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Muestras</b>
Cámara de flujo laminar.	Matraz Erlenmeyer (500 ml) Micropipeta	Agua destilada Caldo MRS	Lactobacillus plantarum.
Agitador magnético	Asa bacteriológica		Lactobacillus reuteri
Plato calentador	Tubos de ensayo		Leuconostoc mesenteroides
Autoclave	Frascos auto lavables (500 ml)		
Estufa incubadora			

## Materiales a utilizar para realizar recuento de poblaciones microbianas

**Tabla 12.**

Materiales a utilizar para realizar recuento de poblaciones microbianas

<b>Equipos</b>	<b>Materiales/insumos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Muestras</b>
Cámara de flujo laminar.	Matraz Erlenmeyer (500 ml) Micropipeta	Agua destilada	Lactobacillus plantarum.
Balanza	Asa bacteriológica	Agua de peptona	Lactobacillus reuteri
Autoclave	Tubos de ensayo	Petriefilm	Leuconostoc mesenteroides
Estufa incubadora	Frascos auto lavables (500 ml)		
Contador de colonias	Probeta		
Vortex			

## **Métodos**

### **Preparación de las muestras.**

#### **Muestra de Paiche en fresco (crudo).**

Se peso una muestra madre de 500 g para realizar los debidos análisis físicos-químicos, y bromatológicos (pH, acidez, humedad, grasa, ceniza, proteína y microbiológicos). Esta muestra fue cortada del lomo del Paiche, facilitado por la empresa ASOARAPAIMA. Se fraccionó los 500 g de Paiche en 4 partes, de las cuales 125 g se los empleo en realizar los análisis de control, las otras 3 partes (375 g) se les aplico las bacterias ácido lácticas (*L. plantarum*, *L. reuteri*, *L. mesenteroides*) respectivamente a cada fracción correspondiente, y se las empaco al vacío para que después de 10 días se puedan hacer las pruebas mencionadas.

#### **Muestra de conserva de Paiche.**

Para la preparación de las muestras de la conserva de Paiche, se procedió a pesar 720 g de la carne de paiche, después de realizar cortes cúbicos rectangulares, se procedió a poner 60 g de muestra en frascos de vidrio de 90 g de peso. Después se preparó la solución de conserva, en donde se utilizó aceite de girasol, ajo, sal, cebolla perla. Para esta solución se procedió a hacer un refrito de cebolla con ajo y sal, una vez hecho este refrito se procedió a agregar el aceite de girasol, se dejó calentar a 100°C durante unos 10 minutos hasta que el aceite tenga sabor, se enfrió y se distribuyó mencionado medio líquido en los frascos con muestras, se puso 25 ml de solución en cada frasco.

Hecho todo este proceso, se llevó todas las muestras a la autoclave durante 20 min a una temperatura de 121°C, después se tapó bien los frascos y se procedió a poner los frascos a autoclavar nuevamente a 121°C con una presión de 0,9 AT durante 1 hora. Después de este tiempo se retiró los frascos con cuidado y los etiqueto para los futuros análisis a realizarles.

### **Muestra de mojama de Paiche.**

Se tomó una muestra de 500 g de paiche, en donde se lavo bien el corte, y se le agrego sal en grano (3 kg) cubriendo totalmente a la muestra del paiche, y se la cubrió con papel aluminio para que repose durante 8 días. Una vez trascurrido el tiempo, se procedió a retirar la sal de la muestra de paiche cuidadosamente teniendo ya una muestra de deshidratada. Se le cortó en tres secciones (numero de repeticiones) y se procedió a dejar colgada la carne en el cuarto frio a una temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$  durante 3 días. Una vez pasado el tiempo, se empezaron a hacer cortes para tener la muestra lista para las variables analizadas en este estudio.

### **Preparación de la solución bacteriana**

Para la preparación, se pesó 78,375 g de medio de Caldo de Agar MRS en 1,5 L de agua destilada, se calentó y agitó la mezcla del caldo y agua en un matraz, posteriormente se autoclavó por 25 minutos con una presión de 15 libras y temperatura de  $121^{\circ}\text{C}$  y se dejó enfriar en la cámara de flujo laminar previo a una esterilización con luz ultravioleta de la misma por 15 minutos. En la cámara de flujo laminar se inoculó las bacterias seleccionadas con la ayuda del asa bacteriológica. Se tapó el matraz con algodón y parafilm, y se dejó incubar en la estufa por un periodo de 24h con temperatura de  $37^{\circ}\text{C}$ .

Después de las 24h del caldo en la estufa, se realizaron varios lavados con un buffer de citrato de sodio-ácido cítrico, con un pH de 3,8. Se colocó 5 ml de buffer y 5 ml de la solución bacteriana, se centrifugó a 10000 rpm por 15 minutos, después de este tiempo se bota el sobrenadante y se guarda el sedimento, se repite el procedimiento de 2 a 3 veces hasta que el sedimento sea totalmente blanquecino, se agrega 5mL del buffer preparado para re suspender las bacterias y obtener la solución de BAL antimicrobianas, finalmente se regula la absorbancia deseada con el buffer citrato de sodio-ácido cítrico.

## Diseño experimental

### Factores de estudio y niveles de experimento

**Tabla 13.**

Factores y niveles a probar en la Evaluación del proceso óptimo para la obtención de distintos tipos de productos cárnicos a partir del (*Arapaimas gigas*) Paiche, mediante la incorporación de distintas bacterias ácido lácticas como alimento probiótico.

Factores	Simbología	Niveles
Tipos de productos cárnicos del paiche (A)	a <sub>1</sub>	Crudo
	a <sub>2</sub>	Conserva
	a <sub>3</sub>	Mojama
Bacterias Acido Lácticas (B)	b <sub>1</sub>	<i>Lactobacillus plantarum</i>
	b <sub>2</sub>	<i>Lactobacillus reuteri</i>
	b <sub>3</sub>	Leuconostoc mesenteroides

### Unidades experimentales

**Tabla 14.**

Tratamientos a comparar en la Evaluación del proceso óptimo para la obtención de distintos tipos de productos cárnicos a partir del (*Arapaimas gigas*) Paiche, mediante la incorporación de distintas bacterias ácido lácticas como alimento probiótico.

N. de Tratamiento	Unidades experimentales	Descripción
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Crudo + <i>Lactobacillus plantarum</i>
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Conserva + <i>Lactobacillus plantarum</i>
T3	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Mojama + <i>Lactobacillus plantarum</i>
T4	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Crudo + <i>Lactobacillus reuteri</i>
T5	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Conserva + <i>Lactobacillus reuteri</i>

N. de Tratamiento	Unidades experimentales	Descripción
T6	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Mojama + <i>Lactobacillus reuteri</i>
T7	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	Crudo + <i>Leuconostoc mesenteroides</i>
T8	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	Conserva + <i>Leuconostoc mesenteroides</i>
T9	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	Mojama + <i>Leuconostoc mesenteroides</i>

### Tipo de diseño

Para este trabajo de investigación se aplicó un ANOVA DBCA con modelo factorial A x B (3x3), con tres repeticiones por tratamiento con un total de 27 unidades experimentales.

### Análisis estadístico

#### Esquema del análisis de varianza

#### Tabla 15.

Esquema de análisis de varianza para la Evaluación del proceso óptimo para la obtención de distintos tipos de productos cárnicos a partir del (*Arapaimas gigas*) Paiche, mediante la incorporación de distintas bacterias ácido lácticas como alimento probiótico.

Fuente de variación		Grados de libertad
Tipos de productos cárnicos del paiche (A)	a-1	2
Bacterias Acido Lácticas (B)	b-1	2
Tipos de productos cárnicos del paiche x Bacterias Acido Lácticas	(a-1)(b-1)	4
Bloque	b-1	2
Error experimental		16
Total		26

## **Análisis funcional**

Para el análisis estadístico de los resultados en la presente investigación se aplicó la prueba de significancia Tukey ( $p < 0,05$ ) para resultados con varianzas significativas.

## **VARIABLES EVALUADAS**

### **Determinación de pH**

Dentro de un vaso de precipitación se pesó 10 gramos de las muestras de pescado, se le añadió 100 ml de agua destilada y se homogeneizó. Se filtró la mezcla de la muestra en un lienzo para eliminar el tejido conectivo. Para obtener el valor del pH de la muestra se colocó el potenciómetro dentro del vaso evitando tocar las paredes del mismo, al notar estabilidad se anotó el resultado.

### **Determinación de acidez titulable**

Se pesó 10 gramos de pescado y se depositó en un vaso de licuadora, se licuó junto 200 ml de agua destilada. Se filtró la muestra en un lienzo para eliminar el tejido conectivo. Lo obtenido de la filtración se lo vertió en un matraz de 250 ml y se aforó con agua destilada. Del volumen total, se tomó 25 ml y se la vertió en un matraz de 150 ml, se añadió 75 ml de agua destilada y cinco gotas de fenolftaleína. Se tituló con hidróxido de sodio (NaOH) 0,01N. Esta determinación se la repitió tres veces. Se preparó un blanco usando 100 ml de agua destilada, se agregó cinco gotas de fenolftaleína y se tituló. Se utilizó la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de acidez titulable del pescado:

$$A = \frac{V1 * N1 * M}{V2}$$

Siendo:

A = Valor de la acidez en gramos.

V1 = ml de NaOH usados en la titulación.

N1 = Normalidad de la solución de NaOH.

M = Peso molar del ácido de referencia. (Ácido láctico = 0.090).

V2 = Volumen en ml o masa en gramos de la muestra tomada para el análisis.

### **Determinación de humedad**

En la determinación del porcentaje de humedad, se calentó el crisol en la estufa a una temperatura de 100 °C durante 40 minutos, posteriormente se dejó enfriar en el desecador y se pesó. Se pesó aproximadamente 2 gramos de las muestras de pescado y se los colocó en el crisol, finalmente se llevó las muestras en el crisol a la estufa con una temperatura de 131°C durante 24 horas, se utilizó la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de humedad del pescado:

$$\%H = \frac{W_2 - W_1}{W_0} * 100$$

Siendo:

H = Porcentaje de humedad

W2= Peso del crisol más la muestra antes del secado

W1= Peso del crisol más la muestra después del secado

W0= Peso de la muestra en gramos.

### **Determinación de ceniza**

En la determinación de ceniza, se calentó el crisol en la estufa a una temperatura de 100°C durante 40 minutos, posteriormente se dejó enfriar en el desecador y se pesó. Se pesó aproximadamente 2 gramos de las muestras de pescado, se los colocó en el crisol y se vertió unas gotas de aceite de oliva, se colocó en una hornilla y la muestra se quemó en su totalidad. Una vez obtenida la muestra quemada, se llevó el crisol a la mufla con una temperatura de 600°C durante 4 horas, hasta que la muestra esté completamente en cenizas, luego se dejó enfriar en el desecador y finalmente se pesó. Para determinar el porcentaje de cenizas se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% C = \frac{W_2 - W_1}{W_0} * 100$$

Siendo:

C = Porcentaje de humedad

W2= Peso del crisol más la muestra calcinada

W1= Peso del crisol vacío

W0= Peso de la muestra en gramos.

### **Determinación de grasa**

Para determinar grasa, se secaron los vasos beakers en la estufa a una temperatura de 100°C durante un periodo de 1 hora, luego se los transferirán al desecador y se los pesará una vez hayan alcanzado temperatura ambiente. Se pesó 2 gramos de cada muestra seca sobre un papel filtro y se los colocó en el interior del dedal, cubriéndolo con suficiente algodón liofilizado y se colocó el porta dedal. Se adicionó en el vaso beaker 50 ml del solvente de éter de petróleo.

Posteriormente se colocó el dedal junto con su contenido, en el interior del vaso de beaker que contiene el solvente y se los llevó a los anillos metálicos del aparato de golfish (extractor de grasa). El proceso de extracción de grasa en el aparato de golfish tarda aproximadamente 4 horas. Terminada la extracción, se retira los vasos con cuidado del extractor de grasa, los dedales se los separa de los vasos y, estos se los deposita en la estufa con una temperatura de 40°C durante 30 minutos o hasta que el éter de petróleo se evapore completamente, luego se deja enfriar a temperatura ambiente en el desecador para finalmente pesar y registrar. Para determinar el porcentaje de grasa se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% G = \frac{W_2 - W_1}{W_0} * 100$$

Siendo:

G = Porcentaje de humedad

W2= Peso del vaso más la grasa

W1= Peso del vaso vacío

W0= Peso de la muestra en gramos.

### **Determinación de proteína**

Para determinación de proteína se pesó aproximadamente 2 gramos de las muestras de pescado y se los colocó en el crisol, finalmente se llevó las muestras en el crisol a la estufa con una temperatura de 131°C durante 24 horas. A partir del pescado seco, se pesó 0,3 gramos de muestra y se los colocó en el micro tubo, adicional a la muestra, en el micro tubo también se añadió una tableta catalizadora y 5 ml de ácido sulfúrico concentrado.

El proceso se realizó en el digestor Kjeldahl, el cual debe llegar a una temperatura de 400°C durante 30 minutos, luego de ese tiempo, se dejó enfriar a temperatura ambiente, al finalizar el líquido obtuvo un color azul. En cada micro - tubo se adicionó 10 ml de agua destilada y se llevó al sistema de destilación el cual está conectado a un matraz contenido con 50 ml de ácido bórico. Al finalizar la destilación se obtuvo un volumen aproximado de 150 ml el cuál se instaló para iniciar el proceso de titulación. Para la titulación se utilizó 4 gotas de la solución indicadora (solución de rojo de metilo y solución de verde bromocresol) y se tituló con ácido clorhídrico 0,1 N con la ayuda de un agitador magnético.

Se registró el volumen de ácido consumido y se hizo los siguientes cálculos:

$$\% \text{ PB} = \frac{(\text{VHCL} - \text{VB}) * 1,401 * \text{NHCL} * \text{F}}{\text{g muestra}} * 100$$

Siendo:

1,401 = Peso atómico del Nitrógeno

NHCL = Normalidad del ácido clorhídrico (0,1 N)

VHCl = Volumen del ácido clorhídrico

F = Factor conversión (6,25)

Vb = Volumen blanco (0,3)

### **Recuento microbiano en placas Petrifilm™**

Para determinar el recuento microbiano, se trituró 3 gramos por cada una de las muestras de pescado. Previo a la esterilización, en la cámara de flujo laminar se realizó diluciones seriadas de hasta 10<sup>-5</sup> con agua de peptona esterilizada en autoclave. La solución madre o primera solución se la preparó con 27 ml de agua de peptona junto a los 3 gramos triturados de la muestra de pescado, los otros tubos de ensayo contenían 9 ml de agua de peptona. De la solución madre se tomó 1ml y se lo vertió en el segundo tubo de ensayo, así hasta obtener la quinta dilución.

Se vertió 1 ml de la quinta dilución en petrifilm para aerobios y 1 ml en petrifilm para mohos y levaduras. El petrifilm de aerobios se llevó a incubar en la estufa con temperatura de 37°C durante 48 horas y el petrifilm para mohos y levaduras se incubó a una temperatura de 21°C por un periodo de 72 horas. Se aplicó la siguiente fórmula para determinar el recuento bacteriano:

$$\frac{\text{UFC}}{\text{ml}} = \frac{\text{N} \cdot \text{F}}{\text{V}}$$

Siendo:

N = Número de colonias por placa

F = Factor de dilución

V = Volumen inoculado en la placa.

## Capítulo IV

### Resultados

#### Análisis de Varianza para pH.

**Tabla 16.**

Análisis de varianza para la variable pH en muestras de tipos de carne de paiche después de haber aplicado las bacterias ácido lácticas.

<i>FV</i>	<i>SC</i>	<i>GI</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Tipos de producto	0,466369	2	0,233184	2778,15	0,0000
B: Tipos de BAL	0,0866447	2	0,0433223	516,14	0,0000
C: Repetición	0,000140972	2	0,0000704861	0,84	0,4511
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,0113482	4	0,00283705	33,80	0,0000
RESIDUOS	0,00125903	15	0,0000839352		
TOTAL (CORREGIDO)	0,583665	25			

La tabla 16, muestra diferencia significativa para el factor A: (Tipos de producto), el factor B: (Tipos de BAL), y la interacción AB: (Tipos de carne paiche x Tipos de BAL), mientras que no se observa diferencias significativas en las repeticiones.

#### Análisis de Varianza para Acidez

**Tabla 17.**

Análisis de Varianza para Acidez en muestras de tipos de carne de paiche después de haber aplicado las bacterias ácido lácticas.

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>GI</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Tipos de producto	0,0430336	2	0,0215168	529,95	0,0000
B: Tipos de BAL	0,00149468	2	0,000747338	18,41	0,0001
C: Repetición	0,000107639	2	0,0000538194	1,33	0,2951
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,0687132	4	0,0171783	423,09	0,0000
RESIDUOS	0,000609028	15	0,0000406019		
TOTAL (CORREGIDO)	0,113696	25			

La tabla 17, muestra diferencia significativa en la variable acidez para el factor A: (Tipos de producto), el factor B: (Tipos de BAL), y la interacción AB: (Tipos de carne paiche x Tipos de BAL), mientras que no se observa diferencias significativas en las repeticiones.

### Análisis de Varianza para Humedad

**Tabla 18.**

Análisis de Varianza para Humedad en muestras de tipos de carne de paiche después de haber aplicado las bacterias ácido lácticas.

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>GI</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Tipos de producto	10405,5	2	5202,73	927096,17	0,0000
B: Tipos de BAL	4,55633	2	2,27816	405,96	0,0000
C: Repetición	0,0401389	2	0,0200694	3,58	0,0537
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,624603	4	0,156151	27,83	0,0000
RESIDUOS	0,0841778	15	0,00561185		
TOTAL (CORREGIDO)	10590,5	25			

La tabla 18, muestra diferencia significativa en la variable humedad para el factor A: (Tipos de producto), el factor B: (Tipos de BAL), y la interacción AB: (Tipos de carne paiche x Tipos de BAL), mientras que no se observa diferencias significativas en las repeticiones.

### Análisis de Varianza para Ceniza

**Tabla 19.**

Análisis de Varianza para ceniza en muestras de tipos de carne de paiche después de haber aplicado las bacterias ácido lácticas.

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>GI</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Tipos de producto	3861,12	2	1930,56	55607,01	0,0000
B: Tipos de BAL	0,0408583	2	0,0204292	0,59	0,5675
C: Repetición	0,315081	2	0,15754	4,54	0,0288
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,182904	4	0,0457261	1,32	0,3085
RESIDUOS	0,520769	15	0,034718		
TOTAL (CORREGIDO)	3879,04	25			

La tabla 19, muestra diferencia significativa en la variable porcentaje de ceniza para el factor A: (Tipos de producto), y en la repetición, mientras que no se observa diferencias significativas en el factor B: (Tipos de BAL), y la interacción AB: (Tipos de producto x Tipos de BAL).

### Análisis de Varianza para Grasa

**Tabla 20.**

Análisis de Varianza para ceniza en muestras de tipos de carne de paiche después de haber aplicado las bacterias ácido lácticas.

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>GI</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Tipos de producto	2811,95	2	1405,97	4253,40	0,0000
B: Tipos de BAL	0,0373021	2	0,018651	0,06	0,9453
C: Repetición	0,458702	2	0,229351	0,69	0,5150
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,576598	4	0,14415	0,44	0,7806
RESIDUOS	4,9583	15	0,330553		
TOTAL (CORREGIDO)	2819,98	25			

La tabla 20, muestra diferencia significativa en la variable porcentaje de grasa para el factor A: (Tipos de producto), mientras que no se observa diferencias significativas en el factor B: (Tipos de BAL), la interacción AB: (Tipos de producto x Tipos de BAL), y en la repetición.

### Análisis de Varianza para proteína

**Tabla 21.**

Análisis de Varianza para Proteína en muestras de tipos de carne de paiche después de haber aplicado las bacterias ácido lácticas.

<i>Fuente</i>	<i>SM</i>	<i>GI</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Tipos de producto	43,5189	2	21,7595	177,67	0,0000
B: Tipos de BAL	0,739434	2	0,369717	3,02	0,0791
C: Repetición	0,815441	2	0,40772	3,33	0,0636

<i>Fuente</i>	<i>SM</i>	<i>GI</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,595448	4	0,148862	1,22	0,3453
RESIDUOS	1,83703	15	0,122468		
TOTAL (CORREGIDO)	49,9684	25			

La tabla 21, muestra diferencia significativa en la variable porcentaje de proteína para el factor A: (Tipos de producto), mientras que no se observa diferencias significativas en el factor B: (Tipos de BAL), la interacción AB: (Tipos de producto x Tipos de BAL), y en la repetición.

### Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos para el Factor A (tipos de productos cárnicos de paiche).

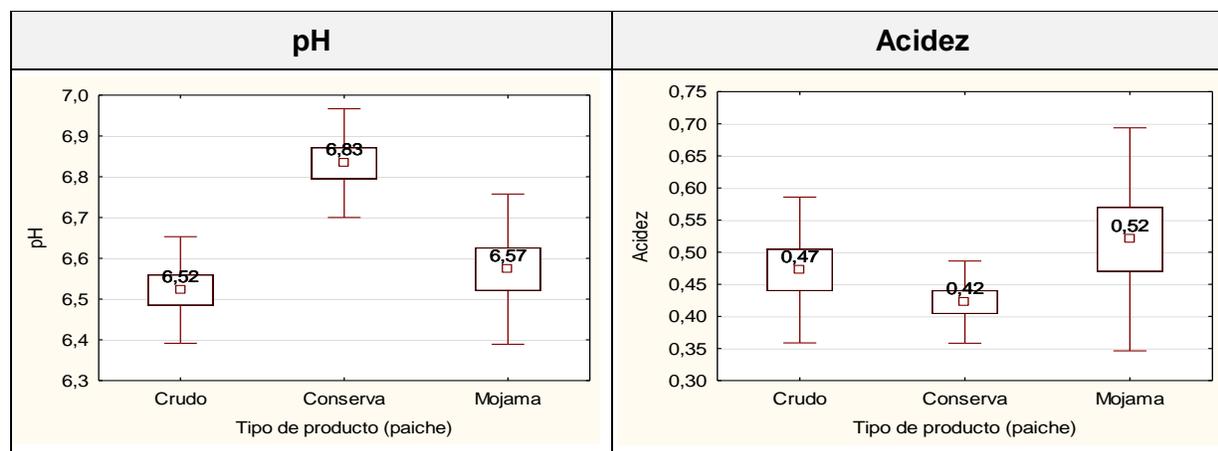
**Tabla 22.**

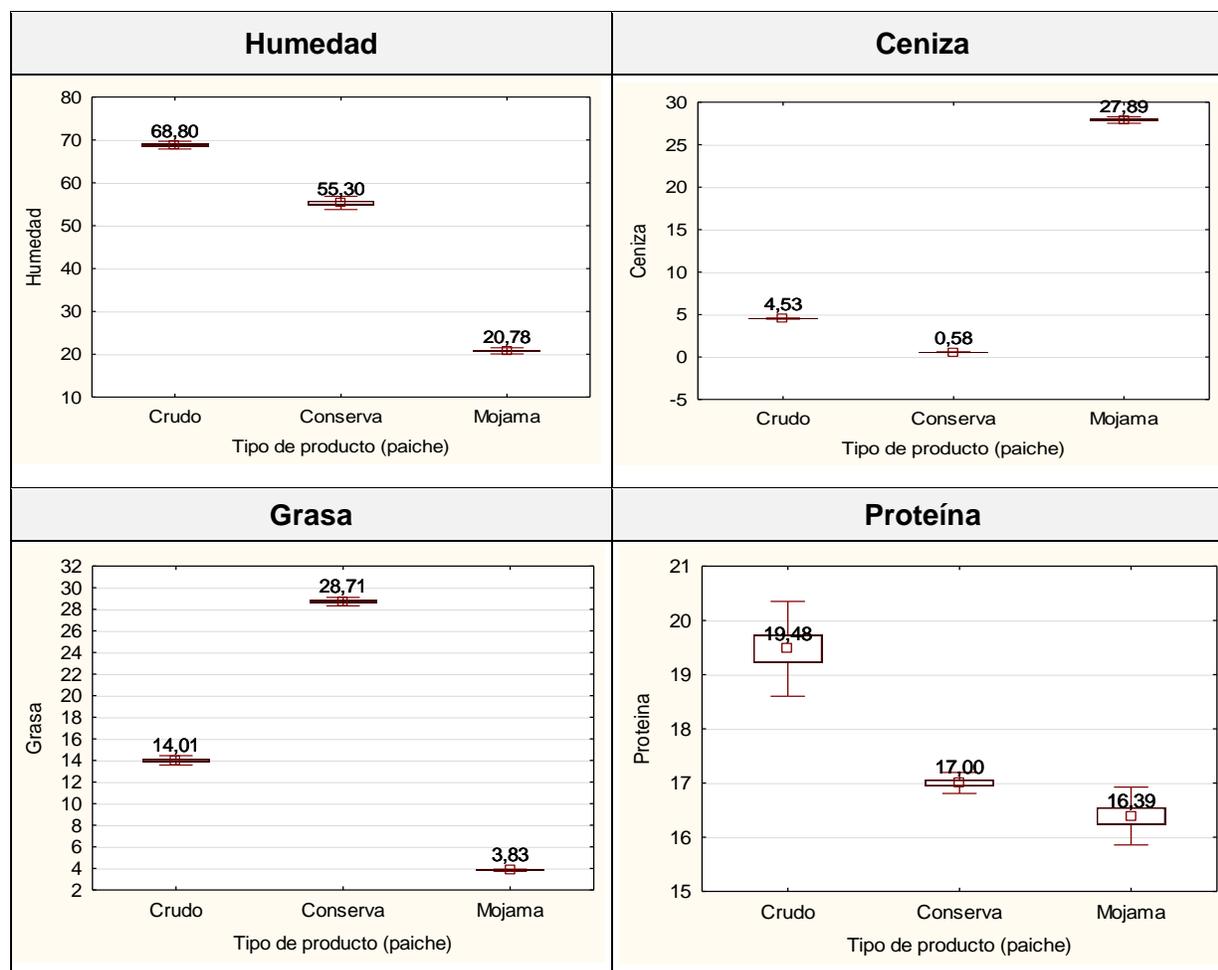
Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos para el Factor A.

Tipo de producto	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Grasa	proteína
Crudo	6,52 <sup>A</sup>	0,47 <sup>B</sup>	68,80 <sup>C</sup>	4,53 <sup>B</sup>	14,01 <sup>B</sup>	19,48 <sup>C</sup>
Conserva	6,83 <sup>C</sup>	0,42 <sup>A</sup>	55,30 <sup>B</sup>	0,58 <sup>A</sup>	28,71 <sup>C</sup>	17,00 <sup>B</sup>
Mojama	6,57 <sup>B</sup>	0,52 <sup>C</sup>	20,78 <sup>A</sup>	27,89 <sup>C</sup>	3,83 <sup>A</sup>	16,39 <sup>A</sup>

**Figura 1.**

Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos para el Factor A.





En la tabla 22, y en Figura 1, se puede apreciar los valores medios de cada variable evaluada, con respecto al factor A (tipos de productos cárnicos derivados del paiche). Referente al pH se encontró diferencia significativa y, se pudo establecer tres grupos independientes A (Crudo) 6,52, B (Conserva) 6,57, C (Mojama) 6,83, encontrándose el valor más alto en el grupo C (Mojama).

En acidez se encontró diferencia significativa entre los tratamientos del factor A, donde se determinó tres grupos independientes, A (Conserva) 0,42, B (Crudo) 0,47, y el grupo C (Mojama) 0,52, encontrándose el valor más alto en el grupo C (Mojama).

En humedad se encontró diferencia significativa en cada tratamiento, por lo que se pudo establecer tres grupos independientes, A (mojama) 20,58, B (Conserva) 55,30, y C (crudo) 68,80,

encontrándose el valor más alto en el grupo C(crudo).

En ceniza, se encontró diferencia significativa, donde se determinó tres grupos independientes, A(Conserva) 0,58, B(Crudo) 4,53, y C(Mojama) 27,89, encontrándose el valor más alto en el grupo C (Mojama).

En grasa se observó diferencia significativa entre sus tratamientos, donde se determinó tres grupos independientes, A (Mojama) 3,83, B (Crudo) 14,01, y C (Conserva) 28,71, encontrándose el valor más alto en el grupo C (Conserva).

En proteína se observó diferencia significativa entre los tratamientos, donde se determinó tres grupos independientes A (Mojama) 16,39, B (Conserva) 17,00, y C (Crudo) 19,48, encontrándose el valor más alto en el grupo C (Crudo).

### **Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos para el Factor B (tipos de bacterias ácido lácticas)**

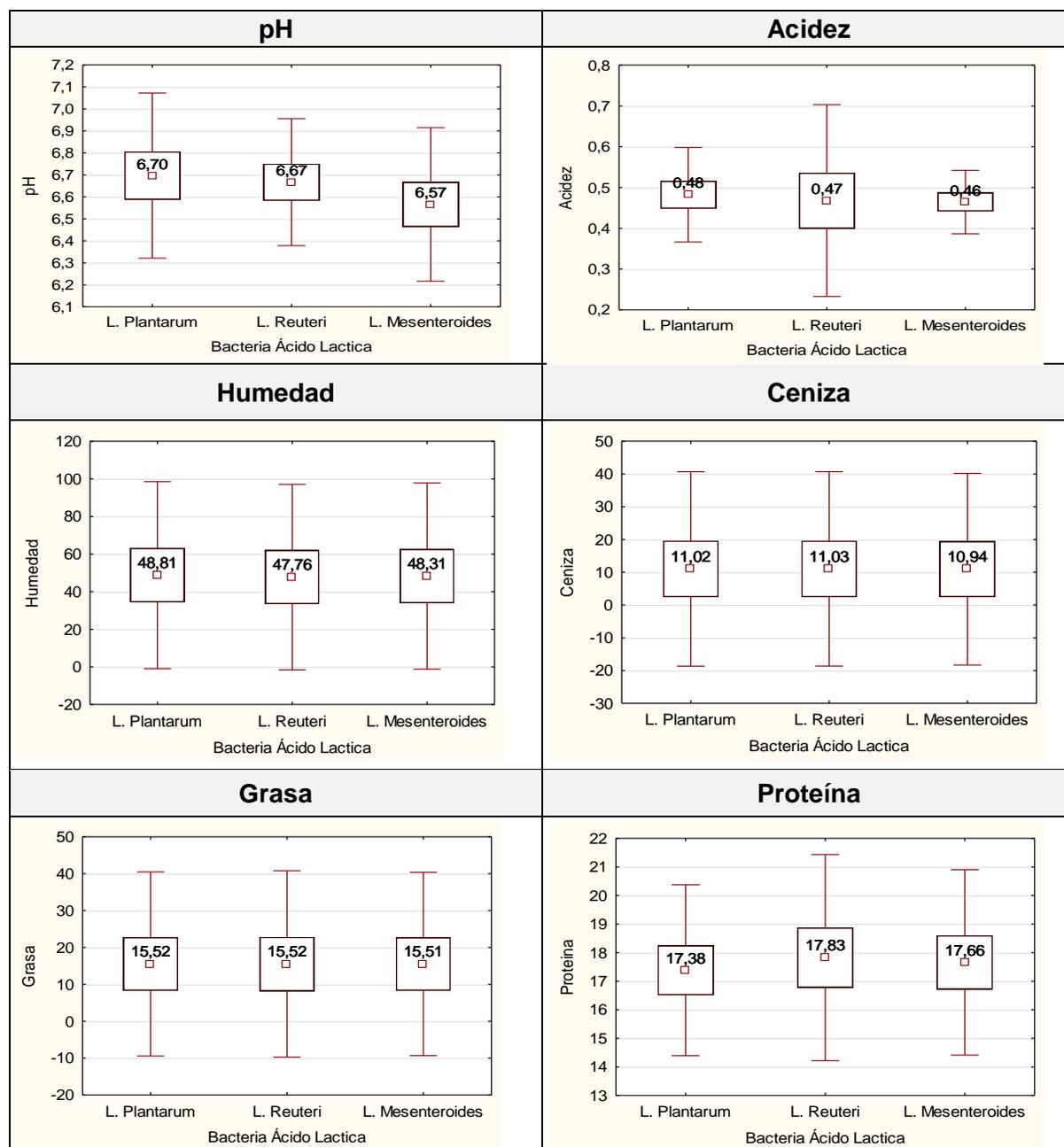
**Tabla 23.**

Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos para el Factor B.

<b>Tipo de producto</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez</b>	<b>Humedad</b>	<b>Ceniza</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteína</b>
L. Plantarum	6,70 <sup>C</sup>	0,48 <sup>B</sup>	48,81 <sup>C</sup>	11,02 <sup>A</sup>	15,52 <sup>A</sup>	17,38 <sup>A</sup>
L. Reuteri	6,67 <sup>B</sup>	0,47 <sup>A</sup>	48,31 <sup>B</sup>	11,03 <sup>A</sup>	15,52 <sup>A</sup>	17,66 <sup>A</sup>
L. Mesenteroides	6,57 <sup>A</sup>	0,46 <sup>A</sup>	47,76 <sup>A</sup>	10,94 <sup>A</sup>	15,51 <sup>A</sup>	17,83 <sup>A</sup>

**Figura 2.**

Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos para el Factor B.



En la tabla 23 y Figura 2, se puede apreciar los valores medios de cada variable evaluada, con respecto al factor B (tipos bacterias ácido lácticas). Referente al pH se encontró diferencia significativa y, se pudo establecer tres grupos independientes, A (L. Mesenteroides) 6,57, B (L.

Reuteri) 6,67, C (L. Plantarum) 6,70; encontrándose el valor más alto en el grupo C (L. Plantarum). En acidez se encontró diferencia significativa y, se pudo establecer dos grupos, A (L. Mesenteroides y L. Reuteri) con valores 0,47 y 0,46 respectivamente, B (L. Plantarum) 0,48, encontrándose el valor más alto en el grupo B (L. Plantarum). En humedad se observó diferencia significativa entre sus tratamientos, y se pudo establecer establecer tres grupos independientes, A (L. Mesenteroides) 47,76, B (L. Reuteri) 48,31, y C (L. Plantarum) 48,81, encontrándose el valor más alto en el grupo C (L. Plantarum). En ceniza no se encontró diferencia significativa entre sus tratamientos, y los valores se encuentran entre 10,94 para L. Mesenteroides, 11,02 para L. Plantarum, y 11,03 para L. Reuteri. En grasa no se encontró diferencia significativa entre sus tratamientos, y los valores se encuentran entre 15,51 para L. Mesenteroides, 15,52 para L. Reuteri, y 15,52 para L. Plantarum. En proteína, no se encontró diferencia significativa entre sus tratamientos, y los valores se encuentran entre 17,38 para L. Plantarum, 17,66 para L. Reuteri, y 17,83 para L. Mesenteroides.

### **Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos de la Interacción AB.**

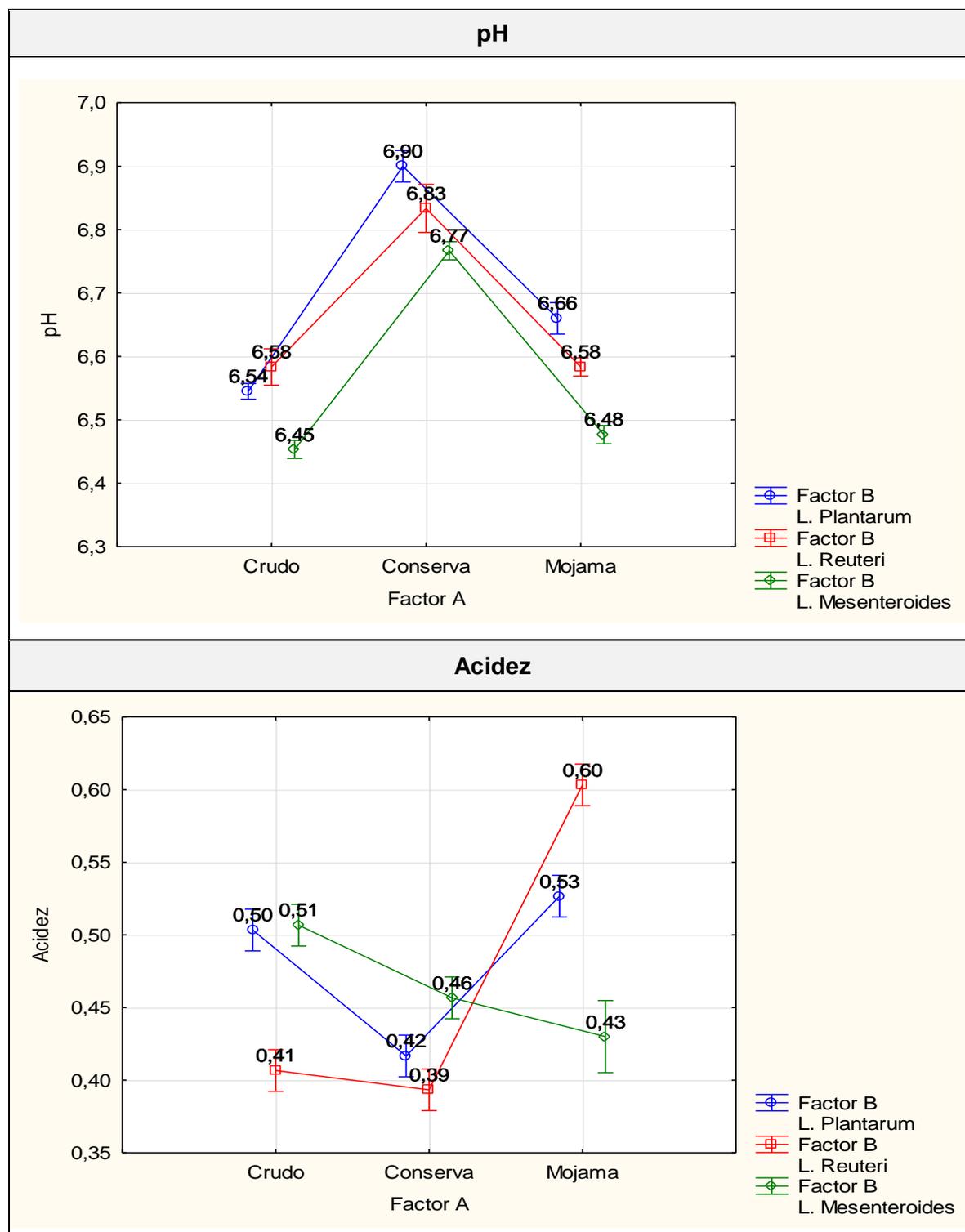
**Tabla 24.**

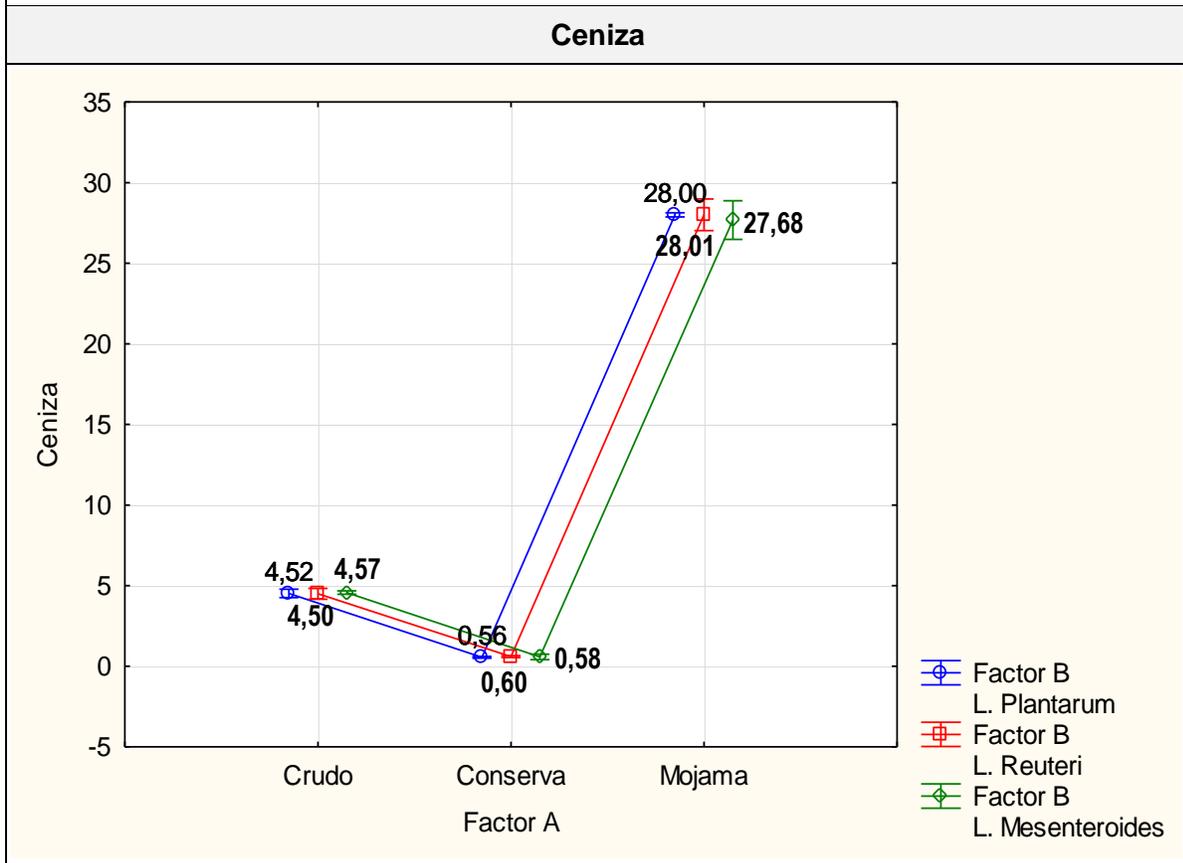
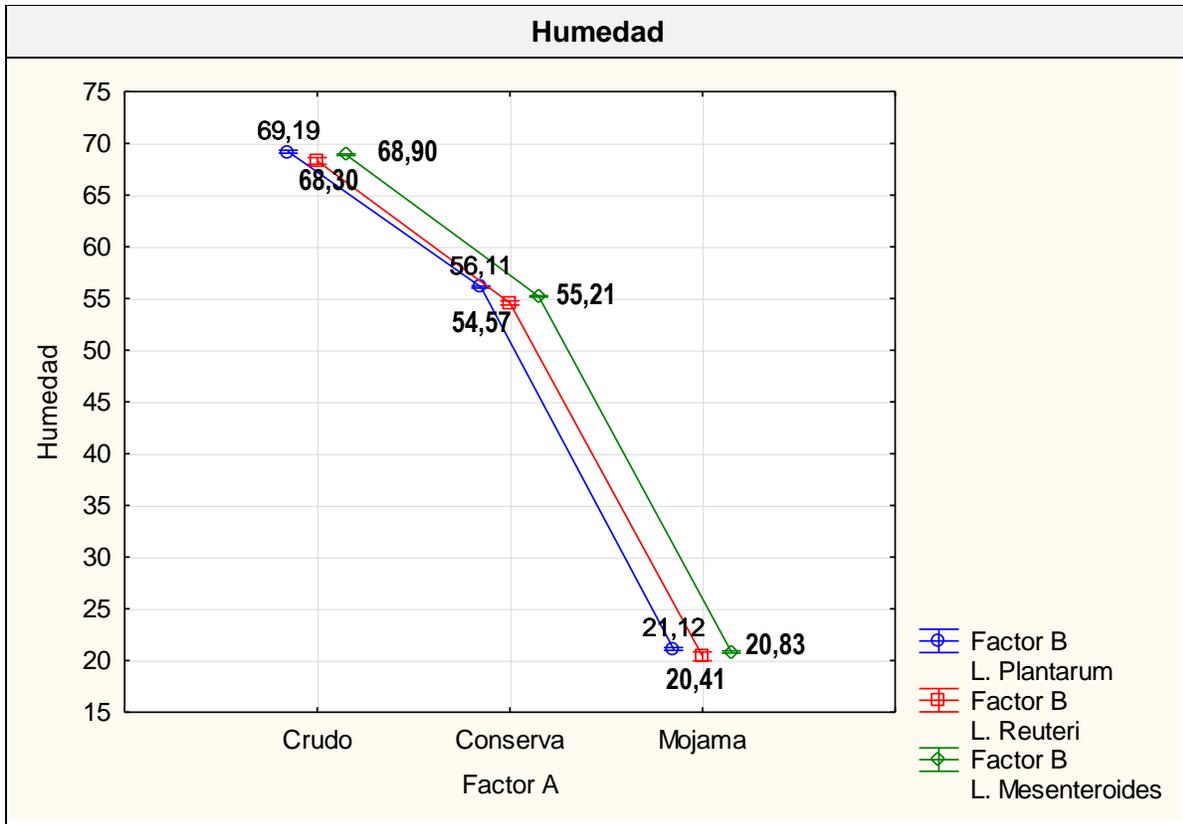
Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos de la Interacción AB.

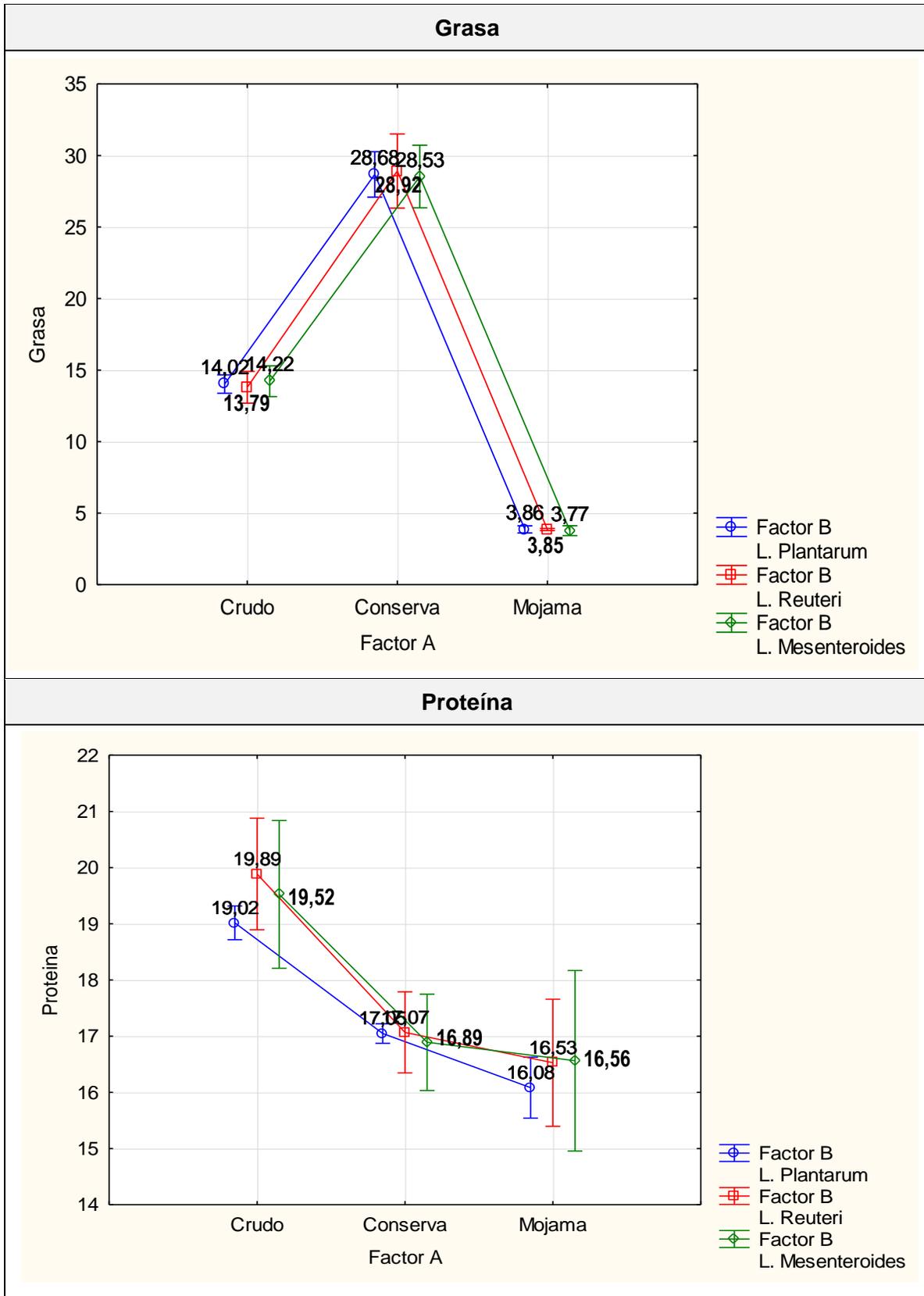
<b>Interacciones</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez</b>	<b>Humedad</b>	<b>Ceniza</b>	<b>Grasa</b>	<b>Proteína</b>
Conserva + L. Mesenteroides	6,77 <sup>E</sup>	0,46 <sup>D</sup>	55,21 <sup>E</sup>	0,58 <sup>A</sup>	28,53 <sup>C</sup>	16,89 <sup>A</sup>
Conserva + L. Plantarum	6,90 <sup>G</sup>	0,42 <sup>BC</sup>	56,11 <sup>F</sup>	0,56 <sup>A</sup>	28,68 <sup>C</sup>	17,05 <sup>A</sup>
Conserva + L. Reuteri	6,83 <sup>F</sup>	0,39 <sup>A</sup>	54,57 <sup>D</sup>	0,60 <sup>A</sup>	28,92 <sup>C</sup>	17,07 <sup>A</sup>
Crudo + L. Mesenteroides	6,45 <sup>A</sup>	0,51 <sup>E</sup>	68,90 <sup>H</sup>	4,57 <sup>B</sup>	14,22 <sup>B</sup>	19,52 <sup>B</sup>
Crudo + L. Plantarum	6,53 <sup>B</sup>	0,50 <sup>E</sup>	69,20 <sup>I</sup>	4,49 <sup>B</sup>	14,25 <sup>B</sup>	19,08 <sup>B</sup>
Crudo + L. Reuteri	6,58 <sup>C</sup>	0,41 <sup>AB</sup>	68,30 <sup>G</sup>	4,50 <sup>B</sup>	13,79 <sup>B</sup>	19,89 <sup>B</sup>
Mojama + L. Mesenteroides	6,48 <sup>A</sup>	0,43 <sup>C</sup>	20,83 <sup>B</sup>	27,68 <sup>C</sup>	3,77 <sup>A</sup>	16,56 <sup>A</sup>
Mojama + L. Plantarum	6,66 <sup>D</sup>	0,53 <sup>F</sup>	21,12 <sup>C</sup>	28,00 <sup>C</sup>	3,86 <sup>A</sup>	16,08 <sup>A</sup>
Mojama + L. Reuteri	6,58 <sup>C</sup>	0,60 <sup>G</sup>	20,41 <sup>A</sup>	28,01 <sup>C</sup>	3,85 <sup>A</sup>	16,53 <sup>A</sup>

Figura 3.

Prueba de significación de Tukey para resultados de análisis bromatológicos de la Interacción AB.







En la tabla 24, y en Figura 3, se puede apreciar los valores medios de cada variable evaluada, con respecto a la interacción A\*B (Tipos de productos cárnicos Paiche) + Tipo de bacterias ácido lácticas). Referente al pH, se observó diferencia significativa en la media de los tratamientos, en donde el valor más bajo se determinó en el grupo A, tratamiento (Crudo + L. Mesenteroides) con un valor de 6,45, mientras que el valor más alto se lo determinó en el grupo G, tratamiento (Conserva + L. Plantarum) con 6,90.

En acidez se observó diferencia significativa en la media de los tratamientos, en donde el valor más bajo se determinó en el grupo A, tratamiento (Conserva + L. Reuteri) con un valor de 0,39, mientras que el valor más alto se lo determinó en el grupo G, tratamiento (Mojama + L. Reuteri) con 0,60.

En humedad se observó diferencia significativa en la media de los tratamientos, en donde el valor más bajo se determinó en el grupo A, tratamiento (Mojama + L. Reuteri) con un valor de 20,41, mientras que el valor más alto se lo determinó en el grupo I, tratamiento (Crudo + L. Plantarum) con 69,20.

En ceniza se observó diferencia significativa en la media de los tratamientos, en donde el valor más bajo se determinó en el grupo A, tratamiento (Conserva + L. Plantarum) con un valor de 0,56, mientras que el valor más alto se lo determinó en el grupo C, tratamiento (Mojama + L. Reuteri) con 28,01.

En grasa se observó diferencia significativa en la media de los tratamientos, en donde el valor más bajo se determinó en el grupo A, tratamiento (Mojama + L. Mesenteroides) con un valor de 3,77, mientras que el valor más alto se lo determinó en el grupo C, tratamiento (Conserva + L. Reuteri) con 28,92.

En proteína se observó diferencia significativa en la media de los tratamientos, en donde el valor más bajo se determinó en el grupo A, tratamiento (Mojama + L. Plantarum) con un valor de 16,08, mientras que el valor más alto se lo determinó en el grupo B, tratamiento (Crudo + L. Plantarum) con 19,08.

## Análisis microbiológico de los tratamientos

**Tabla 25.**

Análisis microbiológico de los tratamientos

TRATAMIENTOS	T	CC	EB	EC	SALMX	LAB	AC	RYM
Crudo x Plantarum	T1	65	10	5,8	10	0,031	0,000002	0
Conserva x Leuconostoc	T6	0	0,5	0	0	0	0,000001	0
Mojama x Reuteri	T8	0	0	0	0	0	0	0

En la tabla 25, se aprecia el análisis microbiológico que se le realizó a las muestras de los tratamientos evaluados, donde el tratamiento de carne de paiche tipo crudo o fresco, posee una contaminación de bacterias como salmonela, coliformes, escherichia coli, enterobacterias, en cuanto a mohos y levaduras, ningún tratamiento tuvo incidencia.

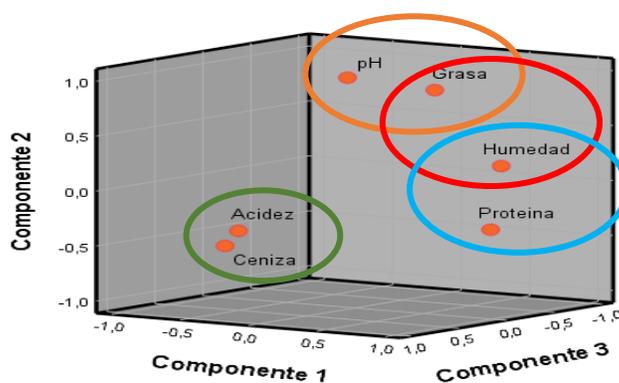
## Análisis de componentes principales en espacio rotado

**Tabla 26.**

Tabla de correlaciones

	pH	Acidez	Humedad	Ceniza	Grasa	proteína
Correlación	pH	1,000	,087	-,438	,764	-,428
	Acidez	-,426	1,000	-,420	,570	-,170
	Humedad	,087	-,420	1,000	-,917	,618
	Ceniza	-,438	,570	-,917	1,000	-,880
	Grasa	,764	-,609	,618	-,880	1,000
	Proteína	-,428	-,170	,818	-,537	,081

**Figura 4. Gráfico de componentes principales en espacio rotado**



En la figura 4, se detalla la correlación que tuvieron las variables entre sí. Se obtuvo una fuerte correlación entre la variable acidez y ceniza, pH y grasa, grasa y humedad, humedad y proteína.

## Capítulo V.

### Discusión

#### **Factor A: Respecto a los tipos de producto cárnicos del paiche (Crudo, Conserva y Mojama).**

En la variable del pH, (Salamanca , Osorio , & Machado, 2010) citan que el pH en pescado fresco, oscila entre 6,0 a 6,8, mencionando también que un pH superior a 7,0 provoca una caída en cuanto a la calidad de la carne del pescado. En este estudio se tuvo un pH de 6,52 en muestra fresca, quedando dentro del rango mencionado. En cuanto conservas de paiche, se tuvo un pH de 6,83, valor que está dentro del rango mencionado por (Neira, Plua, Sanchez, & Giler , 2020) quienes citan que el pH adecuado para este tipo de producto cárnico es de 6,81 a 6,98. En el tratamiento de Mojama se tuvo un pH de 6,57.

En cuanto a la variable acidez en muestras fresca se tuvo un valor de 0,47, en conserva tuvo un valor de 0,42, este resultado es corroborado por (Neira, Plua, Sanchez, & Giler , 2020), quienes mencionan que contenido de acidez máximo de 2.1 %. En cuanto a la acidez de la muestra en mojama fue de 0,52, valor que no cumple el rango establecido por (Gualan & Plua , 2023) que en su Estudio del efecto bioconservante de distintas bacterias ácido lácticas en productos cárnicos crudos a partir de *Arapaima gigas* (paiche) citan que el rango óptimo de acidez es de 0,24% a 0,39%, este aumento de los valores de acidez según (Gualan & Plua , 2023) se debe principalmente a la acción de las bacterias ácido lácticas BAL en la formación de ácido acético y ácido láctico que impiden el crecimiento de microorganismos que afectan a la salud de los consumidores de pescado.

En cuanto a la variable humedad se tiene en muestra seca un valor de 68,80%, resultado que según (Roldan, 2020) menciona que el rango de Humedad en filete de paiche es de 68 a 75%; en conserva se tuvo un porcentaje de humedad del 55,30% valor que según (Neira, Plua, Sanchez, & Giler, 2020) va desde 45,66 % -63,01%; en mojama se tuvo un porcentaje de humedad del 20,78%, resultado que se compara con el de (Gualan & Plua, 2023), quien en su estudio tuvo un porcentaje de humedad del 26,23%.

En el porcentaje de ceniza se tuvo valores de 4,53% en muestra fresca, resultado que está dentro de lo establecido por (Roldan, 2020), quien tuvo un porcentaje de ceniza en filete de paiche del 2,40%, y menciona que el rango máximo de ceniza es hasta 4,7%. En cuanto a la ceniza la muestra en conserva se tuvo un porcentaje de 0,58% valor que no coincide con algunos autores como (Ozambela, 2018) que tuvo un porcentaje de ceniza en muestras de pescado gamitama del 1,51%. Este mismo autor menciona que uno de los motivos por el cual esta variable es baja, es porque la proporción de ceniza está relacionada al contenido de sal como consecuencia de la concentración de proteínas y la deshidratación provocada por la aplicación de altas temperaturas, con el agua sale parte de la sal y otros minerales. Probablemente durante la cocción, esterilizado y almacenado (Deshidratación osmótica) se dio la disminución del % de ceniza. En cuanto al porcentaje de ceniza de la muestra de mojama, fue de 27,89%, valor que se justifica con lo mencionado con (Ozambela, 2018) referente a la acumulación de sal en la muestra y la deshidratación que sufrió en el proceso.

En cuanto al porcentaje de grasa según el estudio desarrollado por (Neira, Plua, Sanchez, & Giler, 2020) en conservas de paiche obtuvieron valores de 17,02% a 17,16%, que en comparación con lo obtenido en este estudio que fue de 28,71%, valor que se justifica a través del medio que se utilizó para hacer la conserva el cual fue aceite de girasol. En cuanto al porcentaje de grasa de la muestra fresca que fue de 14,01%, valor que se compara con lo obtenido por (Ozambela, 2018) quien tuvo un porcentaje de grasa del 13,93%. El valor obtenido en muestra seca (Mojama) fue del 3,83%.

En lo referente a la proteína se tuvo valores que no variaban de 16,39 al 19,48 %, en las muestras de fresco, conserva y mojama, corroborando con (Neira, Plua, Sanchez, & Giler , 2020), quienes tuvieron un rango de proteína en todos sus tratamientos de 17,94 a 21,06%.

**Factor B: Respecto los tipos de bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, y *Leuconostoc mesenteroides*).**

En cuanto al factor B donde se evaluaron los tipos de bacterias ácido lácticas sobre las variables de pH, acidez, humedad, ceniza, grasa y proteína se tuvo los siguientes resultados.

En pH se tuvo valores como 6,57 en L. Mesenteroides, 6,67 en L. Reuteri, y 6,70 en L. Plantarum. Estos valores son superiores a los encontrados por (Gualan & Plua , 2023), pero que están dentro del rango según lo establecido por (Salamanca , Osorio , & Machado, 2010) quien cita que el pH promedio va desde los 6,0 hasta los 6,8.

En cuanto a la acidez se tiene valores de 0,46 en L. Mesenteroides, 0,47 en L. Reuteri, y 0,48 en L. Plantarum, datos que no tienen diferencia significativa y que respaldando a lo que menciona (Neira, Plua, Sanchez, & Giler , 2020), en su ensayo quienes tuvieron rangos de acidez desde los 0,34 a 0,73.

Referente a la humedad se tuvo valores de 46,76% en L. Mesenteroides, 48,31 en L. Reuteri, y 48,81 en L. Plantarum, resultados que concuerdan con (Neira, Plua, Sanchez, & Giler , 2020) quienes tuvieron datos en un rango de 45,66 a 60,88 %.

En el porcentaje de ceniza se tuvo valores que no tienen diferencia significativa entre sus tratamientos, estos resultados son 10,94 en L. Mesenteroides, 11,03 en L. Reuteri, y 11,02 en L. Plantarum.

El contenido de grasa tuvo valores de 15,51 en L. Mesenteroides, 15,52 en L. Reuteri, y 15,52 en L. Plantarum. Estos tratamientos no tuvieron diferencia significativa entre ellos. Además, estos valores se sustentan en los resultados que obtuvieron (Neira, Plua, Sanchez, & Giler , 2020), los cuales tuvieron rangos de 8,91 a 17,12 %.

En lo referente a proteína, se tuvo valores que no tienen diferencia significativa entre sus tratamientos, estos resultados son 17,83 en L. Mesenteroides, 17,66 en L. Reuteri, y 17,38 en L. Plantarum, resultados que también se sustentan con lo que obtuvieron (Neira, Plua, Sanchez, & Giler, 2020), en rangos de 17,77 a 20,82.

### **Interacción A\*B: (tipos de productos cárnicos en paiche) \* (tipos de bacterias ácido lácticas)**

Referente al pH, se observó diferencia significativa en la media de los tratamientos, en donde el valor más bajo se determinó en el tratamiento (Crudo + L. Mesenteroides) con un valor de 6,45, mientras que el valor más alto se lo determinó en el grupo G, tratamiento (Conserva + L. Plantarum) con 6,90. Estos valores concuerdan con lo mencionado con (Salamanca, Osorio, & Machado, 2010) quien cita que el pH promedio va desde los 6,0 hasta los 6,8.

En acidez se observó diferencia significativa en la media de los tratamientos, en donde el valor más bajo se determinó en el tratamiento (Conserva + L. Reuteri) con un valor de 0,39, mientras que el valor más alto se lo determinó en el grupo G, tratamiento (Mojama + L. Reuteri) con 0,60. Según (Gualan & Plua, 2023) la acidez involucra directamente la formación de ácidos orgánicos como ácido acético y ácido láctico por parte de las bacterias ácido lácticas BAL.

En humedad se observó diferencia significativa en la media de los tratamientos, en donde el valor más bajo se determinó en el tratamiento (Mojama + L. Reuteri) con un valor de 20,41, mientras que el valor más alto se lo determinó en el grupo I, tratamiento (Crudo + L. Plantarum) con 69,20. Según lo mencionado por (Ozambela, 2018) y (Neira, Plua, Sanchez, & Giler, 2020), coinciden que la humedad media del paiche va desde el 20% hasta el 75% según el tipo de producto al cual se refiere.

En ceniza se observó diferencia significativa en la media de los tratamientos, en donde el valor más bajo se determinó en el tratamiento (Conserva + L. Plantarum) con un valor de 0,56, mientras que el valor más alto se lo determinó en el grupo C, tratamiento (Mojama + L. Reuteri) con 28,01.

En grasa se observó diferencia significativa en la media de los tratamientos, en donde el valor más bajo se determinó en el tratamiento (Mojama + L. Mesenteroides) con un valor de 3,77, mientras que el valor más alto se lo determinó en el grupo C, tratamiento (Conserva + L. Reuteri) con 28,92. Esta diferencia observada es por el tipo de producto cárnico del paiche, ya que en fresco tiene una media de 14,01, en conserva de 28,71, y en mojama 3,83.

En proteína se observó diferencia significativa en la media de los tratamientos, en donde el valor más bajo se determinó en el tratamiento (Mojama + L. Plantarum) con un valor de 16,08, mientras que el valor más alto se lo determinó en el grupo B, tratamiento (Crudo + L. Plantarum) con 19,08. Esta variable no varía de manera significativa en sus tratamientos ya que los agentes que pueden desnaturalizar a una proteína pueden ser el calor excesivo; sustancias que modifican el pH; alteraciones en la concentración; alta salinidad; agitación molecular; etc. Y comparando con otros autores los rangos de proteína que se muestran en este estudio coinciden con autores como (*Ozambela , 2018*), (*Neira, Plua, Sanchez, & Giler , 2020*), quienes tienen rangos de proteína promedios equivalentes del 17 a 21 %.

## **Capítulo VI**

### **Conclusiones**

En cuanto al pH en muestras frescas, se tuvo que el tratamiento (crudo + L. Plantarum) respondió de mejor manera ante esta variable teniendo un valor de 6,53, en muestra de conserva fue el tratamiento (conserva + L. Mesenteroides) con un pH de 6,77, y en cuanto a la muestra seca (mojama) el tratamiento que mejor respuesta tuvo ante esta variable fue el (mojama + L. Reuteri) cuyo valor fue de 6,58. Todos estos resultados en base a pH están en el rango establecido por (*Salamanca , Osorio , & Machado, 2010*) donde menciona que el rango óptimo para carnes de pescado es de 6,0 a 6,8.

En acidez el tratamiento que tuvo un mejor resultado en muestra fresca fue (crudo + L. Reuteri) con un valor de 0,41, en muestras de conserva fue el tratamiento (Conserva + L.

Reuteri), y en la muestra seca (mojama) el tratamiento que mejor respuesta tuvo fue (Mojama + L. Mesenteroides). Estos resultados están basados en lo mencionado por (Neira, Plua, Sanchez, & Giler, 2020) en donde mencionan que la acidez adecuada para paiche es de 0,33 hasta 0,74.

En cuanto a la humedad se determinó en muestra cruda que el tratamiento (Crudo + L. Plantarum) con 69,20%, mientras que en muestra de conserva fue el tratamiento (Conserva + L. Plantarum) con 56,11% de humedad, y en muestra seca (mojama) el tratamiento (Mojama + L. Plantarum) tuvo una mejor respuesta con un porcentaje de humedad de 21,12%.

Respecto al porcentaje de ceniza se tuvo en muestra fresca como mejor tratamiento el (crudo + L. Reuteri), el cual en comparación con los demás tratamientos no tuvo diferencia significativa, por lo que este valor es el que más se acerca a la media de evaluación. En cuanto a la muestra en conserva se tuvo que el tratamiento (Conserva + L. Mesenteroides) mostró mejor respuesta, ya que al no presentar entre los tratamientos diferencia significativa, este valor fue el que más se acercó a la media de evaluación. La muestra seca (mojama) que tuvo mejor respuesta fue el tratamiento (mojama + L. Plantarum) con un valor de 28% de contenido de ceniza.

En porcentaje de grasa en muestra fresca el tratamiento (Crudo + L. Plantarum) tuvo una mejor respuesta en comparación a los demás tratamientos, con un valor de 14,25%. En cuanto a muestra de conserva la mejor respuesta fue para el tratamiento (Conserva + L. Plantarum) tuvo un valor de 28,68. Y con la muestra seca, el tratamiento que mejor respuesta tuvo referente a la variable evaluada fue el (Mojama + L. Reuteri) con un valor de 3,85.

En la variable proteína el mejor tratamiento en muestra fresca fue el (Crudo + L. Reuteri) con un valor de 19,89% de proteína, mientras que en muestra de conserva el mejor tratamiento fue el (Conserva + L. Reuteri) con 17,07% de proteína, y en muestra seca (mojama) el mejor tratamiento fue (Mojama + L. Mesenteroides) con un valor de 16,56% de proteína.

En cuanto a los análisis microbiológicos, los tratamientos que no tuvieron una respuesta positiva a los análisis de bacterias como salmonela, enterobacterias, escherichia coli, coliformes

fueron todos los que estaban involucrados con el tipo de carne fresca (crudo). Los demás tratamientos tuvieron una excelente respuesta frente a este tipo de bacterias.

## Recomendaciones

Se recomienda la aplicación de *Lactobacillus plantarum* en carne de paiche fresca o cruda, debido a que mantiene y mejora las características físico químicas como pH, acidez, y humedad.

En conservas de paiche, se recomienda la aplicación de *Lactobacillus plantarum*, y *Lactobacillus reuteri*, ya que mantienen en buen estado las conservas y les proporcionan un efecto probiótico a las muestras.

En muestras secas (mojama) se recomienda la aplicación de *Lactobacillus plantarum*, ya que en ayuda a mejores las características físico químicas de la carne como pH, acidez y humedad, y tienen un efecto de control ante las bacterias anaerobias, mohos y levaduras.

## Capítulo VII

### Bibliografía

Campos , L. (Junio de 2001). *Arapaima gigas*(Cuvier) y bases para su cultivo en la Amazonía.

Obtenido de <http://www.iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/ArapaimaGigasHist.pdf>

Carrasco , R., & Anchundia , K. (2021). “ESTUDIO DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE PAICHE (*Arapaimas gigas*) APLICANDO DISTINTOS ACEITES DE ORIGEN VEGETAL: SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*), AJONJOLÍ (*Sesamun indicum*), MANÍ (*Arachis hypogaea*)”. Obtenido de

<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2b5808a8-a47a-471a-a9c1-32dd90a6c8ff/content>

German, E. (2022). *Beneficios gastrointestinales del Lactobacillus reuteri*. Obtenido de <https://pedia-gess.com/index.php/probioticos/336-beneficios-gastrointestinales-del-lactobacillus-reuteri-para-el-lactante>

- Gualan , J., & Plua , O. (27 de Febrero de 2023). *Estudio del efecto bioconservante de distintas bacterias ácido lácticas en productos cárnicos crudos a partir de Arapaima gigas (paiche)*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/36060/1/T-ESPESD-003286.pdf>
- Navarrete, O. (2016). *El Paiche*. Obtenido de <https://oneprocso.webcindario.com/EL%20PAICHE.pdf>
- Neira, J., & Sanchez, S. (Marzo de 2023). *Estudio de las características bromatológicas y valor nutricional del Arapaimas gigas (paiche), para su diverso aprovechamiento en la industria agroalimentaria*. Obtenido de <https://www.uteq.edu.ec/es/investigacion/proyecto/estudio-de-las-caracteristicas-bromatologicas-neira-sanchez>
- Neira, J., Plua, J., Sanchez, S., & Giler , E. (15 de Junio de 2020). *Características bromatológicas, físicas y organolépticas de conservas de paiche (Arapaimas gigas) en aceite de sachá inchi (Plukenetia huayllabambana), ajonjolí (Sesamum indicum) y maní (Arachis hypogaea)*. Obtenido de <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2417/3038>
- Ortega. (12 de Agosto de 2020). *Cultivo de peces como alternativa de producción sostenible en los ríos de la Amazonia ecuatoriana*. Obtenido de [https://www.nature.org/es-us/sobre-tnc/donde-trabajamos/tnc-en-latinoamerica/ecuador/historias-en-ecuador/paiche-cachama-comunidades-indigenas-amazonia-ecuatoriana/#:~:text=Paiche%20\(Arapaima%20Gigas\),-El%20paiche%20de&text=En%20Ecuador%2C%20se%20distribu](https://www.nature.org/es-us/sobre-tnc/donde-trabajamos/tnc-en-latinoamerica/ecuador/historias-en-ecuador/paiche-cachama-comunidades-indigenas-amazonia-ecuatoriana/#:~:text=Paiche%20(Arapaima%20Gigas),-El%20paiche%20de&text=En%20Ecuador%2C%20se%20distribu)
- Ozambela , E. (2018). *DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES EN LA CONSERVA DE PESCADO GAMITANA (Colossoma macropomum) CON TRES LÍQUIDOS DE COBERTURA EN PUCALLPA*. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3812/000003307T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Parra, R. (Enero de 2010). *BACTERIAS ACIDO LÁCTICAS: PAPEL FUNCIONAL EN LOS ALIMENTOS*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612010000100012](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612010000100012)
- Proaño, J. (Julio de 2013). *EL EFECTO DEL USO DE PROBIÓTICOS (LACTOBACILLUS PLANTARUM & LACTOBACILLUS CASEI) Y ENZIMAS AMILASAS (FUNGAMYL) & PECTINASAS (AFPL), EN LA FERMENTACIÓN ÁCIDO-LÁCTICA DE CAMOTE (IPOMOEA BATATAS L.)*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/59-Texto%20del%20art%C3%ADculo-129-1-10-20180517.pdf>
- Racines, D. (31 de Julio de 2018). *Generalidades del Paiche*. Obtenido de [https://ecuador.wcs.org/Especies/Especies-acu%C3%A1ticas/Paiche.aspx#:~:text=El%20paiche%20\(Arapaima%20gigas\)%2C,de%20escamas%20grandes%20y%20gruesas](https://ecuador.wcs.org/Especies/Especies-acu%C3%A1ticas/Paiche.aspx#:~:text=El%20paiche%20(Arapaima%20gigas)%2C,de%20escamas%20grandes%20y%20gruesas).
- Reinoso, E. (20 de Noviembre de 2021). *"POTENCIALIDAD ZOOTÉCNICA PRODUCTIVA DE LA CRÍA DEL PAICHE (Arapaima gigas) EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA"*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16269/1/17T01684.pdf>
- Roldan, D. (2020). *Elaboración de filete sin piel de paiche (Arapaima gigas, Cuvier 1829) ahumado a baja temperatura*. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/4921-Texto%20del%20art%C3%ADculo-18246-3-10-20201221%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/4921-Texto%20del%20art%C3%ADculo-18246-3-10-20201221%20(1).pdf)
- Salamanca , G., Osorio , M., & Machado, I. (2010). *Estado físico químico, y microbiológico del pescado*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Guillermo-Salamanca-Grosso/publication/311415670\\_ESTADO\\_FISICOQUIMICO\\_Y\\_MICROBIOLOGICOS\\_D\\_EL\\_PESCADO\\_SECO\\_DISTRIBUIDO\\_EN\\_PERIODOS\\_DE\\_TEMPORADA/links/5845109408ae2d217566d9d2/ESTADO-FISICOQUIMICO-Y-MICROBIOLOGICOS-DEL-PE](https://www.researchgate.net/profile/Guillermo-Salamanca-Grosso/publication/311415670_ESTADO_FISICOQUIMICO_Y_MICROBIOLOGICOS_D_EL_PESCADO_SECO_DISTRIBUIDO_EN_PERIODOS_DE_TEMPORADA/links/5845109408ae2d217566d9d2/ESTADO-FISICOQUIMICO-Y-MICROBIOLOGICOS-DEL-PE)