

ALTERNATIVA DE CONSUMO PROTEÍNICO BASADO EN LOS OBJETIVOS DE
DESARROLLO SOSTENIBLE PARA DOS ESPECIES DEL GÉNERO ASTYANAX.



KATERINE JOHANNA MARTINEZ GUTIERREZ

MARIA CAMILA MORA CONTENTO



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2022

ALTERNATIVA DE CONSUMO PROTEÍNICO BASADO EN LOS OBJETIVOS DE
DESARROLLO SOSTENIBLE PARA DOS ESPECIES DEL GÉNERO ASTYANAX.

KATERINE JOHANNA MARTINEZ GUTIERREZ

MARIA CAMILA MORA CONTENTO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero ambiental

Director

FABIAN MORENO RODRIGUEZ

PhD(C) Ciencias, Biología

Codirector

CHRISTIAN JOSÉ ROJAS REINA

PhD Ingeniero Químico

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

VILLAVICENCIO

2022

Autoridades Académicas

Fray José Gabriel MESA ANGULO, O. P.

Rector General

Fray Eduardo GONZÁLEZ GIL, O.P.

Vicerrector Académico General

Fray José Antonio BALAGUERA, O.P.

Rector Sede Villavicencio

Fray Rodrigo GARCÍA JARA, O.P.

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TABÓN

Secretaria de División Sede Villavicencio

Mg. WILLIAM PEÑARANDA ZÁRATE

Decano de la Facultad de Ingeniería Ambiental

Agradecimientos

Agradecemos a nuestros padres por el apoyo y esfuerzo incondicional que nos ha brindado en todo momento; a nuestros maestros por el conocimiento aportado a lo largo de nuestra carrera que han sido fundamentales para la elaboración de este proyecto y un agradecimiento especial a nuestro director y codirector que nos han apoyado y guiado desde el inicio hasta la finalización del presente proyecto.

Contenido

	Pág.
Resumen	10
Abstract.....	11
1. Introducción.....	12
2. Objetivos	15
2.1. Objetivo general	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
3. Antecedentes	16
4. Marco Teórico	18
4.1. Proteínas y aminoácidos.....	18
4.2. Valor nutricional del pescado.....	19
4.3. <i>Astyanax</i>	20
4.4. Gestión del recurso natural.....	21
5. Metodología.....	22
5.1. Fase 1. Determinación de los puntos de muestreo	22
5.2. Fase 2. Recolección de las muestras	22
5.3. Fase 3. Determinación del contenido proteínico de las especies <i>Astyanax venezuelae</i> y <i>Astyanax integer</i>	23
5.3.1 Obtención de datos morfométricos y merísticos.....	23
5.3.2 Método Biuret	23
5.3.2.1 Blancos	24
5.3.2.2 Acondicionamiento de la muestra	24
5.3.2.3 Cantidad proteínica.....	25

5.4.	Fase 4. Viabilidad proteínica de las especies <i>Astyanax venezuelae</i> y <i>Astyanax integer</i> .	25
5.5.	Fase 5. Importancia ambiental	25
6.	Análisis y discusión de resultados	27
6.1.	Fase 1. Determinación de los puntos de muestreo	27
6.2.	Fase 2. Recolección de las muestras	27
6.3.	Fase 3. Determinación del contenido proteínico de las especies <i>Astyanax venezuelae</i> y <i>Astyanax integer</i>	29
6.3.1	Obtención de datos morfométricos y merísticos.....	29
6.3.2	Método Biuret	31
6.4.	Fase 4. Viabilidad proteínica de las especies <i>Astyanax venezuelae</i> y <i>Astyanax integer</i> .	37
6.5.	Fase 5. Importancia ambiental	38
7.	Impacto social y humanístico	40
8.	Conclusiones	41
9.	Recomendaciones	42
10.	Referencias bibliográficas.....	43
11.	Anexos	53

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Dilución de blanco	24
Tabla 2 Parámetros fisicoquímicos de los puntos de muestreo	28
Tabla 3 Parámetros morfométricos y merísticos de la especie <i>Astyanax venezuelae</i>	29
Tabla 4 Parámetros morfométricos y merísticos de la especie <i>Asthanax integer</i>	31
Tabla 5 Absorbancia y proteína de referencia de la curva patrón.....	32
Tabla 6 Absorbancia y proteína por gramo de muestra de <i>Astyanax venezuelae</i>	33
Tabla 7 Absorbancia y proteína por gramo de muestra de <i>Asthanax integer</i>	34
Tabla 8 Relación peso-cantidad mínima de consumo.....	38

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1 Curva de calibración.....	32
Figura 2 Porcentaje de proteína por muestra en diferentes días de laboratorio A.venezuelae	35
Figura 3 Porcentaje de proteína por muestra en diferentes días de laboratorio A. integer	35
Figura 4 Afiche informativo	39
Figura 5 Diagrama metodológico del proyecto.	53
Figura 6 Fotografías del punto de muestreo del rio Cola de Pato Cuenca Alta.....	53
Figura 7 Fotografías del punto de muestreo del rio Cola de Pato Cuenca Baja	54
Figura 8 Paso 1: extracción del músculo	54
Figura 9 Paso 2: Maceración de la muestra	55
Figura 10 Paso 3: Adición de 0,1g de la muestra con 20ml de NaOH a 0.5N a un frasco shock para llevarlo a baño maría a 45°C por 10 min	55
Figura 11 Paso 4: Filtración al vacío de cada muestra	56
Figura 12 Paso 5: Adición de éter de petróleo para separar las grasas de la muestra (se toma la parte de arriba)	56
Figura 13 Paso 6: Centrifugación de la muestra (Se toma la muestra del fondo del frasco)	57
Figura 14 Paso 7: Adición de la muestra con el reactivo.....	57
Figura 15 Reacción del reactivo de biuret con la proteína	58

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo 1	53
Anexo 2	53
Anexo 3	54
Anexo 4	58

Resumen

El presente estudio determinó la viabilidad del contenido proteínico de las especies *Astyanax venezuelae* y *Astyanax integer* para su aprovechamiento sostenible por parte de las comunidades riverseñas aledañas al río Cola de Pato. La identificación de la proteína en músculo presentes en estas dos especies se realizó por medio del método Biuret, elaborando adicionalmente una curva patrón con una proteína estándar (Suero de albumina bovina) y un análisis estadístico a partir de las absorbancias obtenidas, la dilución de la muestra y la ecuación de la curva patrón. Estos cálculos determinaron un porcentaje de proteína en músculo para *A. venezuelae* de 3,4% y para *A. integer* de 3,2%. Aunque este porcentaje sea menor al proporcionado en la literatura por peces comerciales, las dos especies permiten suplir la demanda proteínica mínima de una persona en su dieta diaria. Información de interés para la comunidad y para las entidades gubernamentales ya que se presentan problemáticas ambientales en el cuerpo hídrico donde habitan estas especies y no se cuentan con medidas de manejo y protección; esto debido a la falta de estudios en la región y de conocimiento del valor ambiental y social proporcionado por estas especies. Todos estos resultados relevantes se sintetizan en un afiche informativo y apoyan a los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS2: Hambre cero y ODS12: Producción y consumo responsable, en lo que respecta a la propuesta de una alternativa de consumo proteínico más asequible y a la información base de la cual se pueden estructurar proyectos similares.

Palabras clave: *Proteínas, Método Biuret, Astyanax, Cola de Pato.*

Abstract

The present study determined the viability of the protein content of the *Astyanax venezuelae* and *Astyanax integer* species for their sustainable use by the riverside communities surrounding the Cola de Pato River. The identification of the muscle protein present in these two species was carried out using the Biuret method, a calibration curve was additionally elaborated with a standard protein (Bovine albumin serum) and a statistical analysis from the absorbances obtained were carried out, the dilution of the sample and the equation of the calibration curve. These calculations determined a percentage of protein in muscle for *A. venezuelae* of 3.4% and for *A. integer* of 3.2%. Although this percentage is lower than that provided in the literature for commercial fish, the two species make it possible to supply the minimum protein demand of a person in their daily diet. Information of interest for the community and for government entities since there are environmental problems in the water body where these species live and there are no management and protection measures; this due to the lack of studies in the region and knowledge of the environmental and social value provided by these species. All these relevant results are summarized in an informative poster and support the Sustainable Development Goals SDG2: Zero hunger and SDG12: Responsible consumption and production, with regard to the proposal of a more affordable protein consumption alternative and the information base of which more similar projects can be carried out.

Key Word: *Proteins, Biuret Method, Astyanax, Cola de Pato.*

1. Introducción

El crecimiento poblacional ha generado una serie de cambios en los productos de consumo de los seres humanos, algunos de estos han sido explotados por décadas y hoy registran una disminución significativa, lo que ha ocasionado la búsqueda de nuevas opciones que ayuden a suplir la demanda de alimentos a nivel mundial (Hasell, 2018); sin embargo en la mayoría de los casos se sigue ejerciendo presión sobre los recursos naturales usados sin tomar en cuenta la sostenibilidad ambiental (Springmann, y otros, 2018).

El recurso íctico no queda exento de estas presiones; es preocupante los límites máximos de pesca que se han pronosticado para los últimos años ya que la extracción de pescado se ha duplicado desde 1960 hasta llegar a 179 millones de toneladas para el año 2018; además, estimaciones calculan que para el 2030 se podría llegar a una extracción de 204 millones de toneladas de pesca marina y continental (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2020).

Adicional a lo anterior, diferentes estudios en torno a las pescas actuales han demostrado que no desarrollan planes ambientales para mejorar su rendimiento, lo cual conlleva a un mal manejo del recurso. Esto trae consigo efectos negativos sobre las poblaciones ícticas, generando una gran presión sobre las especies capturadas, un tercio de sus poblaciones se encuentran sobreexplotadas y el 60% de las especies se encuentran al límite de sus rendimientos sostenibles (Ye & Gutiérrez, 2017).

Sin embargo, estas cifras no detienen la creciente demanda de productos marinos y continentales generando, además de daños ambientales, una amenaza para la seguridad alimenticia y económica de las poblaciones que dependen de este recurso (Romero & Melo, 2021). Esto se evidencia en los altos costos y la dificultad de accesibilidad de los alimentos con un mayor impacto por parte de las familias que tienen bajos ingresos (Shyam & Stephanie, 2020), ya que se ha argumentado que dichas familias presentan un gasto superior al 30% de los ingresos familiares solo para su alimentación (Ward, y otros, 2013). Sumado a esto, estas familias han optado por adquirir alimentos más baratos y que aporten mayor energía (calorías), contribuyendo a la obesidad y una dieta baja en proteínas (Epstein, y otros, 2014).

El río Orotoy es el sustento de aproximadamente 6000 personas de cuatro municipios diferentes, entre estos se encuentra el tramo que pasa por Acacías, siendo esta el área de estudio (Gamba, 2017). Diversos estudios de las comunidades riverañas del departamento del meta han determinado

un índice alto de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) entre las cuales se destacó la dependencia económica (Flórez & Castro, 2010). Aquí se resalta que por familia se tiene un sustento menor al salario mínimo, del cual la mayor parte de este ingreso va dirigido a la alimentación.

La alimentación es un factor muy importante en la salud de las personas, destacando en la dieta las proteínas de origen animal que son unas de las más importantes (Boland, y otros, 2013; Lindgren, y otros, 2018), debido a su patrón de aminoácidos y su fácil digestibilidad en el metabolismo, así como sus importantes beneficios a la salud (Elmadfa & Meyer, 2017).

El consumo de estas fuentes proteínicas generalmente proviene de las carnes rojas, entre estas se encuentran los porcinos y bovinos debido a su alto aporte proteínico y siendo base importante de la economía del sector, sin embargo, son las más costosas y las que generan más problemáticas ambientales y a la salud (Westhoek, y otros, 2014; Trícia, y otros, 2019). Por esta razón, se ha incursionado en diferentes alternativas proteínicas (Springmann, y otros, 2018); una de estas es el pescado, ya que es rico en proteínas, aminoácidos, ácidos grasos y minerales (Zhao, y otros, 2015), por otra parte, presentan un menor impacto ambiental en comparación a las otras fuentes proteínicas, ya que su producción es más eficiente siempre y cuando se lleve a cabo con un adecuado método de captura (Bogard, y otros, 2019; Boer, Schösler, & Aiking, 2020).

Por consiguiente, es de vital importancia la incorporación de una explotación moderada del recurso íctico existente, incursionando en nuevas alternativas de fuentes proteínicas que permitan suplir las necesidades básicas presentes en la sociedad, generando las mínimas repercusiones significativas sobre el medio ambiente (Henchion, y otros, 2017). Para ello es importante determinar algunas características de las especies de peces que se están implementando, como en este estudio lo es la cantidad proteínica, así como en el estudio de Ghoroghi, Nazami, Atef, Y Mottalebi (2009) fue relevante conocer este parámetro con la finalidad de identificar si las condiciones climáticas y alimenticias afectaban a la proteína presente en la especie *Ctenopharyngodon idella* en Irán y en el estudio de investigación de Gonzalez, Becerra, y Benavides, (2009) en donde se evaluó el contenido de proteínas y otras variables como fósforo y ácidos grasos entre 15 especies de peces marinos para determinar la cual es más beneficiosa para mejorar el estado de salud en pacientes renales.

El presente trabajo pretende apoyar las necesidades básicas de ingesta proteínica, así como alivianar las problemáticas presentes en este campo mediante la incursión de la explotación

moderada y consciente del recurso íctico identificando, en primera instancia, si las especies *Astyanax venezuelae* y *Astyanax integer* cumplen con el mínimo necesario para proporcionar las proteínas suficientes, con la finalidad de obtener una alternativa para la demanda alimenticia. De ser estos resultados positivos, aumentarán la importancia ambiental de la cuenca hidrográfica a estudiar, estos datos serán relevantes para la actualización de información en la base de datos de los institutos encargados del manejo ambiental de la región generando medidas de conservación ambiental en respuesta a las problemáticas ambientales que allí se presentan y que no han sido tomadas en cuenta ya que la información y estudios son enfocados al componente social (Cruz W. , 2015). Como segunda instancia, se pretende elaborar un afiche informativo para el uso de estas especies de una forma sostenible y sustentable.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Determinar la cantidad proteica muscular de las especies *Astyanax venezuelae* y *Astyanax integer* como alternativa alimenticia para la población ribereña de la parte alta del río Acacias teniendo en consideración los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas; ODS2: Hambre cero y ODS12: producción y consumo responsable, en el piedemonte llanero colombiano.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el contenido proteínico en músculo de las especies *Astyanax venezuelae* y *Astyanax integer* localizadas en el piedemonte llanero colombiano por medio del método Biuret.
- Comparar los resultados morfométricos, merísticos y proteínicos obtenidos de los individuos capturados en los diferentes puntos de muestreo.
- Estructurar y sintetizar la información obtenida junto con información adicional dando a conocer la importancia de las especies estudiadas y su entorno.

3. Antecedentes

Gracias a los avances tecnológicos de la época se han incursionado en nuevas fuentes de proteína para consumo humano. Unas de las alternativas proteínicas más estudiadas son: la carne a base de plantas (Sha & Xiong, 2020; Zhang, y otros, 2021; Bryant & Sanctorum, 2021) y la proteína cultivada (World Economic Forum, 2019; Onwezen, Bouwman, Reinders, & Dagevos, 2021). A pesar de ser técnicas bastante novedosas y que solucionan diferentes problemáticas ambientales y sociales, no están exentas de presentar falencias: una de estas se visualiza en la incorporación de aditivos para la alternativa de origen vegetal y precios elevados junto a una deficiencia en la producción en masa con respecto a la alternativa cultivada (Takefuji, 2021).

Aún con estas nuevas incursiones, se ha seguido investigando la cantidad y calidad proteínica de diferentes fuentes de origen animal (Dara, y otros, 2021). Entre estos estudios se resaltan las propiedades nutricionales del pescado (Ariño, Beltrán, Herrera, & Roncalés, 2013) (Cui, y otros, 2018), su menor impacto en el medio y la generación de un sustento monetario, así como seguridad alimentaria a la población riverense (Béné, y otros, 2015). Para evaluar la cantidad proteínica se tienen en cuenta si diversos factores ambientales generan cambios en la cantidad proteínica en musculo de los peces como en el estudio de México (Córdova, Navarrete, & Carreño, 2007) en donde se evaluó el contenido proteínico de nueve especies de peces capturadas a diferentes condiciones de temperatura y el estudio de Marty Riche (2007) realizado en Estados Unidos donde se evaluaba la variación en la cantidad proteínica de un grupo de especies frente a la salinidad en su medio.

Otros estudios se centran en la cantidad de proteínica de subproductos provenientes del pescado como lo es el hidrolizado de gelatina (Zhou & Regenstein, 2006) (Tejada, 2019) o simplemente analizan la cantidad proteínica de especies que se encontraban desvalorizadas como la piel de tilapia en Bolivia (Valrde, Beltrán, Pichardo, & Amezcua, 2015) o especies poco comerciales del lago Taal en Filipinas (Delima & Trio, 2019) por el poco conocimiento de su valor proteínico.

Se han presentado otros enfoques en los estudios de fauna acuática en donde se incursionan diferentes alternativas y estrategias de manejo sostenible de la fauna silvestre para consumo y comercialización como se evidencia en el trabajo realizado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en conjunto con la Universidad Nacional de Colombia en donde

desarrollaron un plan de manejo con un enfoque sostenible para la *Hicotea* (tortuga) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MINAMBIENTE], 2009), allí se reflejan los lineamientos necesarios para la restauración, conservación y comercialización de la especie. De igual forma, en Bogotá se realizó el estudio de diversas especies de peces ornamentales en donde se determinaron los impactos generados en su sistema productivo y se generan sus respectivos programas de manejo ambiental tales como: vertimiento, manejo de agua y de residuos sólidos (Pineda, 2015).

Similar a lo anterior, en el 2011 y 2012 se realizaron dos proyectos de peces para consumo, en donde se estudia y se mejora sosteniblemente el sistema productivo de los cultivos de cachama y tilapia en Bogotá (Salazar, 2011), y trucha arcoíris en San Juan de Pasto (Tarapues, 2012); estableciendo los lineamientos ambientales pertinentes en donde se toman en cuenta la materia orgánica producida proponiendo un aprovechamiento adecuado, así mismo se toma en cuenta los vertimientos generados donde sus medidas de mitigación ambiental radican entre el uso de productos orgánico y un tratamiento de las aguas usadas previo a su vertimiento en el cauce como: sedimentación del efluente, biofiltración o mediante un humedal artificial.

4. Marco Teórico

4.1. Proteínas y aminoácidos

Las proteínas son macromoléculas formadas por cadenas de aminoácidos (moléculas que en su estructura presentan al menos un grupo amino) (Kannan, Sreekumari, & Vasudevan, 2017), unidos mediante enlaces peptídicos formando figuras tridimensionales (Santos, 2009). Todas las proteínas contienen elementos como: C, H, O₂ y altos porcentajes de N, en proporciones diferentes dependiendo de la proteína, de igual manera se puede visualizar cantidades mínimas de Fe, P y S en algunas de estas (Alvia, y otros, 2018). Estos polímeros son elementos demasiado complejos y se presentan en compuestos, tales como: Leche, sangre, semillas y huevos (Terfloth, 2009).

Existen 120 tipos de aminoácidos, pero solo 20 son los necesarios para sintetizar proteínas; estos se clasifican en **esenciales**: vitales para el funcionamiento del cuerpo humano, sin embargo, este no los sintetiza por sí solo por lo que la única forma de obtenerlos es mediante la ingesta de alimentos que los contengan. De los 20 aminoácidos necesarios para sintetizar las proteínas, 8 entran en esta categoría; y **no esenciales**: Producidas por el cuerpo humano mediante la ingesta de alimentos que contengan aminoácidos esenciales o mediante la sinterización de las proteínas (Lozano, y otros, 2005).

Por otra parte, las proteínas se clasifican de diferentes maneras ya sea por su forma, solubilidad, función o por su composición química; esta última se divide en **simples**: compuestas únicamente de aminoácidos; y **conjugadas**: también llamadas heteroproteínas las cuales aparte de presentar aminoácidos contienen otros compuestos orgánicos e inorgánicos (Hernández, 2009).

Los alimentos en general son de vital importancia para el organismo ya que aportan los elementos necesarios para la satisfacción de las necesidades básicas (energía) que tiene el ser humano, estos son absorbidos y metabolizados mediante su ingesta (Barbany, 2018). Sin embargo, para determinar la calidad proteica alimentaria necesaria para el ser humano es oportuno precisar la cantidad de aminoácidos esenciales que contiene (Lindegren, 2019), ya que estas pueden presentar variaciones entre sí (Juvera, Vázquez, & Grijalva, 2013).

Teniendo en cuenta lo anterior, el ser humano presenta dos fuentes de proteínas más comunes que son: las de origen animal y vegetal (Fandiño, 2014), de las cuales, las de origen animal presentan un mayor contenido proteico (cuentan con todos los aminoácidos esenciales) y de fácil

digestión, respecto a las de origen vegetal (Gómez, 2004). En este grupo se resalta la carne, el pescado, los huevos y la leche (Castro & Baltazar, 2013).

La demanda proteínica ha ido en aumento constante y las proyecciones estiman que para el 2050 su demanda sea el doble de la que se evidenciaba en el 2017. Este es debido a diversos factores, uno de los principales fácilmente identificados es el crecimiento poblacional, otro factor no tan detectado a simple vista es el cambio socioeconómico (aumento en los ingresos, y la urbanización) (Henchion, y otros, 2017).

4.2. Valor nutricional del pescado

El pescado al igual que la carne presenta un alto valor nutritivo y con un contenido de aminoácidos esenciales bastante similar, sin embargo, éste presenta mayores beneficios a los consumidores ya que su contenido proteico es comprendido entre el 18 al 20% de su peso (Mohanty, 2018).

Por otra parte, la proteína acuática presenta mayor digestión y variedad de aminoácidos esenciales en mayor proporción que la carne; algunos de estos son: lisina (carne 6,5% y pescado 19,6%) y metionina (carne 5,7% y pescado 19%) (Sampels, 2014). Además diversos estudios afirman que el consumo de estas comidas ayuda a la prevención del cáncer y a disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, coronarias y de artritis (Khalili & Samples, 2017) aunque en cantidades moderadas aproximadamente 0,8g/kg de peso corporal/día o un máximo de 3,5g/kg de peso corporal/día (datos para adultos) ya que el consumo en grandes cantidades puede afectar el sistema digestivo, renal y cardiovascular por sus altos contenidos de ácidos grasos poliinsaturados (Wu, 2016).

Colombia es catalogado a nivel mundial como el segundo país con mayor riqueza ictiológica gracias a sus grandes cuencas hidrográficas. Referente a la pesca continental, a pesar que solo representa un 20% de producción, necesita de más mano de obra y más esfuerzo en comparación a la pesca marítima debido a que sus prácticas de pesca en su mayoría son de tipo artesanal (Ramírez & Ajiaco, 2011).

En la zona de estudio, ubicada en la cuenca del río Orinoco del departamento del Meta, existen un total de 2.458 habitantes que ejercen la actividad pesquera dividida en dos artes: activos (intervención directa del pescador) y pasivos (intervención indirecta del pescador) en donde se

comercializa un aproximado de 68 especies, en donde el producto pescado en la parte alta de la cuenca se distribuye de la siguiente forma: el 61% se consume en el lugar de pesca y alrededores a este, el 36% se comercializa en Villavicencio y el 3% se transporta a Bogotá. Todos estos datos se realizaron previos al 2011 ya que no se presentan estudios más recientes en la región (Ramírez & Ajiaco, 2011).

4.3. *Astyanax*

Este género pertenece al Orden Characiformes, dentro de la familia Characidae, caracterizado por ser un grupo de peces de agua dulce componentes claves en los ecosistemas neotropicales (Oliveira, Avelino, & Abe, 2011) presentes en diversos sistemas continentales (ríos y lagos), cuenta con aproximadamente 130 especies de color plateado, entre ellas *A. venezuelae* y *A. Integer*. Presenta dos series de dientes en le premaxilar, una mancha negra en el humeral con forma ovalada; su cuerpo es alto y comprimido, y alcanza una longitud total de 160 mm (Ruiz, y otros, 2011).

La especie *Astyanax venezuelae* nombrada por su país de origen, es caracteriza por presentar una mancha negra en el humeral de manera vertical y alargada junto con las puntas de los radios anales; siendo mayormente color plateado y en su parte superior de tono parduzco. En cuanto a su morfometría es ancho de la parte delantera y delgado en su parte final (Rodríguez, 2008). Diferenciado del *A. Venezuelae*, la especie *Astyanax intiger* se caracteriza por presentar una escamación completa en el dorso en frente de la aleta dorsal. Una de sus características reconocibles a simple vista es su mancha humeral vertical que abarca desde la base de la aleta dorsal hasta el pedúnculo de la aleta anal (Donald & Taphorn, 20003)

Con respecto a la alimentación de estas dos especies, estudios determinaron que en gran parte su dieta consiste de insectos del orden Diptera y Tricoptera, y en menor proporción microalgas y restos de partes florales, junto con frutos y semillas de *Clidemias sp.* (Ortiz, 1992). Su reproducción es anual concordando con los meses de lluvias y se encuentra preferentemente en sitios con corriente moderada a fuerte, así como sustratos de roca y grava gruesa (Ramírez, y otros, 2011).

4.4. Gestión del recurso natural

El sector pesquero continental debe ser visualizado como un sistema basado en un recurso acuático vinculado a la comunidad de peces; dicha comunidad es aprovechada y usada por el hombre generando así un producto consumible, procesable y comercializable (Valderrama, 2011). Este sector suele ser disperso o informal ya que, al ser trabajos a pequeña escala, su seguimiento y evaluación suele ser un desafío poco estudiado (Castillo & Mariano, 2020). Para ello, MINAGRICULTURA y la FAO crean una política internacional para el desarrollo de la pesca sostenible en Colombia en donde se resaltan tres estrategias importantes: el uso de arte y método de pesca, las buenas prácticas ambientales pesqueras y la reducción del Bycatch (especies pescadas que no son el objetivo de pesca y son desechadas) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MINAGRICULTURA], 2018).

Enfocándonos en el área de estudio, se ha determinado la indiferencia por parte de la comunidad y el estado debido al desconocimiento de su importancia en el componente ambiental, presentándose asentamientos ilegales, deforestación, disminución de la cuenca hídrica y descarga de aguas servidas de actividades agrícolas y residuales domesticas por parte de la cárcel (Cruz W. , 2015). A pesar de las problemáticas mencionadas, las entidades ambientales no han elaborado planes para la protección de dicha cuenca y los proyectos que se han llevado a cabo en ésta han sido de carácter social, enfocándose en las soluciones para las problemáticas por inundación (Brijaldo, 2012).

5. Metodología

El estudio que se realizó en primera instancia fue de carácter analítico cuantitativo ya que se determinó la cantidad proteínica presente en las especies *Astyanax venezuelae* y *Astyanax integer* por medio del método de Biuret y su capacidad de suplir la demanda proteínica básica del ser humano; en segunda instancia es de carácter comparativo frente a las diferentes zonas en donde se realizó la recolección de las muestras.

La investigación cuenta con cinco fases estipuladas en el **Anexo 1**, algunas de estas respondieron a los objetivos específicos planteados:

5.1. Fase 1. Determinación de los puntos de muestreo

Se realizó un total de 7 visitas en diferentes puntos de los ríos Acacias, Orotoy y Cola de Pato. Estas visitas se llevaron a cabo los días martes y viernes, correspondientes a las siguientes fechas: 7, 14, 17 y 21 de septiembre, 15 y 22 de octubre y 2 de noviembre del año 2021. Con la finalidad de hacer un reconocimiento del área y determinar los puntos de acceso, también se llevó a cabo una recolección aleatoria con una red de mano circular de diferentes muestras de cardúmenes de peces que fueron analizados por un biólogo para identificar las especies recolectadas, en donde se comprobó la existencia de las especies de interés. La anterior información permitió determinar el área de estudio con mayor presencia de las especies requeridas.

5.2. Fase 2. Recolección de las muestras

En primera instancia se realizó la visita a los puntos de muestreo previamente seleccionados del río Cola de Pato los días 13, 14, 20 y 21 de agosto del presente año. Estos puntos se seleccionaron de acuerdo a sus características específicas como sitios turísticamente importantes en donde se crean pozos que permiten la aglomeración de cardúmenes de peces, su fácil accesibilidad y las especificaciones de la fase 1. La visita a cada punto de muestreo se realizó una vez por semana.

Una vez llegado al punto de muestreo, se procedió a tomar los parámetros físico-químicos de pH, conductividad y oxígeno disuelto, así como su velocidad media y ancho del cauce. Posterior

al registro de datos, se preparó un contenedor con agua del río a muestrear y se realizó la recolección de los individuos de las dos especies mediante un carrete de pesca, cuyo anzuelo era acorde con el tamaño de la apertura bucal de los adultos siendo selectivo para las tallas. Esta técnica de pesca permitió discriminar aquellas especies que no son de interés (Menor tamaño); estos individuos se transportaron en una nevera portátil de muestreo hasta el laboratorio en donde se llevó a cabo la identificación taxonómica de las especies con sus características morfológicas diferenciables para dar inicio a las siguientes etapas.

5.3. Fase 3. Determinación del contenido proteínico de las especies *Astyanax venezuelae* y *Astyanax integer*

5.3.1 Obtención de datos morfométricos y merísticos

Se dispusieron los peces sobre una bandeja y se pesaron uno por uno en la balanza analítica para registrar su peso completo. Con ayuda de un ictiómetro se midieron las siguientes longitudes: Longitud total (Lt), Longitud estándar (Ls), Longitud de la cabeza (Lc), diámetro del ojo (Do), Altura del cuerpo (Ac) y altura de la cabeza (Aca) y las estructuras más pequeñas se midieron mediante un calibrador digital con una precisión de 0,01 mm, también se contaron en las aletas las espinas y los radios; aspectos relevantes para su identificación. Por otra parte, se realizó el conteo de las escamas de la línea lateral y el número de dientes en la segunda fila de la premaxila con un estereoscopio.

Se llevo acabó una disección longitudinal de la parte dorsal para la extracción de una proporción del músculo de cada individuo, estas muestras se almacenarán en microtubos eppendorf debidamente rotulados y se almacenarán a una temperatura adecuada.

5.3.2 Método Biuret

Este es un método estandarizado que se implementa para la determinación del contenido de proteínas en la industria alimenticia (Zheng, Wu, He, Yang, & Yang, 2017).

5.3.2.1 Blancos. De acuerdo a este método, se prepararon los blancos adicionando a un microtubo de eppendorf 1 ml del reactivo de Biuret, una cantidad de agua destilada y una cantidad de albumina de suero bovino diluida a 1:10, las cantidades se pueden observar en la **Tabla 1**. Cada dilución se realizó por triplicado para disminuir el error de micropipeteo, estas soluciones se agitaron y se dejaron reposar por aproximadamente 10 minutos antes de leerlas en el espectrofotómetro, estos resultados se tabularon y graficaron para obtener de esta manera la curva de calibración, la ecuación resultante de esta curva sirvió de apoyo para determinar la concentración de proteína presente en la muestra (Danzon & Currie, 1998).

Tabla 1*Dilución de blanco*

#	Albumina diluida 1:10 (μl)	Agua destilada (μl)
1	10	90
2	20	80
3	30	70
4	40	60
5	50	50
6	60	40
7	70	30
8	80	20
9	90	10
10	100	0

Nota. Esta tabla demuestra la dilución de proteína (1:10 μl) con agua destilada realizada en el laboratorio para la obtención de la curva de calibración. Adaptado de “Universidad de los Llanos”, por Hernández J, A & Bejarano D, A, 2016.

5.3.2.2 Acondicionamiento de la muestra. El músculo extraído de la parte dorsal del pescado pasó por un proceso de maceración en donde se seleccionó por medio de una balanza analítica 0,1g de muestra y se dispuso en un frasco Shock que contenía 20 ml de NaOH a 0,5 N, seguido a esto se procedió a llevarlo a baño maría a una temperatura de 45 °C por 10 min.

Una vez finalizado el tiempo se dejó reposar a temperatura ambiente el NaOH con la muestra diluida, para dar inicio al proceso de filtración mediante una bomba al vacío. Se midieron 5 ml del líquido filtrado y se adicionó la misma cantidad de ml de éter de petróleo para separar las grasas de la solución, con ayuda de una pipeta de extrajo el líquido de la parte superior para

disponerlo en los tubos de la centrifugadora para su posterior centrifugación a 4.000 RPM por 6 minutos. Del líquido centrifugado se tomó la parte inferior como muestra final para el método biuret.

En tubos de eppendorf se adicionó 1 ml del reactivo de biuret y se agregó 100 µl de la muestra, la cual presento un cambio mínimo en la coloración del reactivo. Cada muestra se analizó por triplicado. Se agitaron las disoluciones y se dejaron reposar durante 10 minutos. Finalizado este tiempo se calibró el espectrofotómetro con un blanco que contiene 1 ml de reactivo de Biuret y 100 µl de agua destilada y se ingresaron las muestras al espectrofotómetro con una longitud de onda de 545 nm registrando cada resultado (Zheng, Wu, He, Yang, & Yang, Measurement of the total protein in serum by biuret method with uncertainty evaluation, 2017)

5.3.2.3 Cantidad proteínica. Se realizó una regresión de procedimientos en donde se tomaron los datos de concentración de las muestras y los blancos y se llevó a cabo los respectivos cálculos de las diluciones realizadas con anterioridad. Para finalizar se calculó la cantidad proteínica presente en cada individuo tomando como base el peso registrado al inicio de la fase 1 (Sánchez, 2013).

5.4. Fase 4. Viabilidad proteínica de las especies *Astyanax venezuelae* y *Astyanax integer*

Los resultados de cantidad proteínica de las especies estudiadas se compararon con la cantidad proteínica de otras especies expuestas en la literatura y con los datos proteínicos necesarios en la alimentación diaria en donde se determinó qué tan viable es esta especie como sustento proteínico de una dieta diaria.

5.5. Fase 5. Importancia ambiental

Con base a los datos morfométricos, merísticos y la cantidad proteínica promedio determinada de las especies, así como los datos adicionales hallados en la literatura, se determinó el impacto ambiental y social que presenta las especies de estudio para la cuenca hídrica Cola de Pato, identificando así de qué forma favorecerá esta información a la comunidad y a la conservación y protección de la cuenca por parte de las entidades ambientales.

Cabe resaltar que la información obtenida se sintetizó en un afiche elaborado para los pobladores del sector de estudio, el cual permitirá generar un interés en la población que podrá ser aprovechado por parte de las entidades ambientales para la generación de medidas o planes de conservación para la fuente hídrica, así como un aporte a los ODS: al 2 respecto a la alimentación de estas personas y al 12 respecto al sustento de la cuenca hídrica.

6. Análisis y discusión de resultados

6.1. Fase 1. Determinación de los puntos de muestreo

Se realizó la toma de muestras en distintos puntos de los ríos Orotoy, Acacias y Cola de Pato; de estos. Según el análisis de las especies, solo hubo presencia de *Astyanax venezuelae* y *Astyanax integer* en las muestras del río Cola de Pato. Mientras que en los ríos Orotoy y Acacias se presentaron *Hemibrycon metae*, *Knodus Alpha* y *Knodus deuteronoides*. De los tres puntos analizados en cola de pato (Cuenca alta, media y baja), se decidió realizar el estudio a profundidad en la cuenca alta (N 928310 E 1028762) y en la cuenca baja (N 9227654 E 1030245) **Anexo 2**, teniendo en cuenta la profundidad del cauce y las condiciones del punto de pesca.

6.2. Fase 2. Recolección de las muestras

Los días seleccionados para la recolección de las muestras presentaron una variación climática moderada, siendo los dos primeros días nublados y con altas probabilidades de lluvia, ya que en días anteriores se presentaron fuertes lluvias, para el tercer día de muestreo se presentó una lluvia intermitente, la cual, a la final persistió provocando el crecimiento del cauce terminando así la recolección de las muestras. Finalmente, el último día presentó las mejores condiciones climáticas para la actividad de pesca. En la

Tabla 2 se visualizan los parámetros físico-químicos, ancho del cauce y su profundidad los cuales corresponden a cada zona de muestreo.

Tabla 2*Parámetros fisicoquímicos de los puntos de muestreo*

LUGAR	DISTANCIA (m)	PROF. (m)	VEL. (m/s)	T (°C)	OD (mg/l)	COND. (μ S/cm)	pH
Cola de pato - Cuenca alta (Ca1)	5,563 $\pm$ 0,01	0,5	0,36 $\pm$ 2%	21,1 $\pm$ 0,2	-	25,1 $\pm$ 0.5%	6,3 $\pm$ 0,004
Cola de pato - Cuenca baja (Cb1)	5,103 $\pm$ 0,01	0,8	0,07 $\pm$ 2%	22 $\pm$ 0,2	-	28 $\pm$ 0.5%	6,4 $\pm$ 0,004
Cola de pato - Cuenca alta (Ca2)	5,307 $\pm$ 0,01	0.6	0,42 $\pm$ 2%	21,8 $\pm$ 0,2	8,38 $\pm$ 0.5%	24,9 $\pm$ 0.5%	6,497 $\pm$ 0,004
Cola de pato - Cuenca baja (Cb2)	6,92 $\pm$ 0,01	1	0,46 $\pm$ 2%	21,1 $\pm$ 0,2	8,36 $\pm$ 0.5%	27,1 $\pm$ 0.5%	7,212 $\pm$ 0,004

De acuerdo a la anterior tabla, se determina que ambas zonas (Cuenca Alta - **Ca** y Cuenca Baja – **Cb**) cuentan con las condiciones óptimas para la cría y reproducción de las especies analizadas debido a la presencia de varias tallas en el hábitat (diferentes edades) logrando determinar la presencia de ejemplares de mayor tamaño a profundidades mayores y contando de igual forma con los parámetros fisicoquímicos adecuados:

El oxígeno disuelto depende de la temperatura, siendo inversamente proporcionales, por lo que, a mayores temperaturas, menor es el OD (Null, Mouzon, & Elmore, 2017). A una temperatura de 21 a 22 °C, el OD ronda entre 8,9 a 9,1 mg/l, condiciones aproximadas a las muestras tomadas. Estudios revelan que rangos de OD de 8,3 mg/l son óptimos para la reproducción y el crecimiento de los peces en comparación a concentraciones más bajas, siendo la cantidad mínima necesaria para la supervivencia de las especies de 5 mg/l (Vaage & Myrick, 2022).

La conductividad en el agua no afecta la cantidad proteínica presente en los peces (Canli & Canli, 2015) pero valores bajos de conductividad 10-20 μ S/cm son los valores más óptimos para la reproducción y el desove de los peces (Meza & Sepúlveda, 2012).

Los valores obtenidos de pH oscilan entre 6,3 – 7,2, siendo esta una condición favorable para la reproducción de peces, ya que su rango óptimo de pH suele ser de 6 a 8 (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2011). Generalmente los rangos de pH de 4 a 5,9 o de 8 a 10 disminuyen la tasa de crecimiento de los peces, es decir que la mayoría de individuos seguirán vivos sin

embargo su tasa de natalidad se reduce, por otra parte, la mortalidad de los peces inicia en un pH superior a 11 o inferior a 4 (Ibearugbulam, y otros, 2021).

Las profundidades de los dos puntos de muestreo cambiaron debido a las constantes lluvias que se presentaban días antes y durante la recolección de las especies, aunque en condiciones normales, la cuenca baja presenta una profundidad mayor a la de la cuenca alta.

Se pescaron aproximadamente 100 ejemplares de peces entre los 4 puntos de muestreo, de los cuales se analizaron 37 a profundidad para la determinación proteínica: 32 siendo *Astyanax venezuelae* y 5 *Astyanax integer*. De esta última especie se analizaron solamente estos 5 ejemplares ya que este fue el total de individuos colectados ; No hay información suficiente para corroborar cuál fue la causa de la diferencia significativa entre la cantidad de individuos de estas dos especies, los posibles factores que se estima que pueden influir mayormente son el tipo de cebo usado o la técnica de pesca usada para la recolección de la muestra.

6.3. Fase 3. Determinación del contenido proteínico de las especies *Astyanax venezuelae* y *Astyanax integer*

6.3.1 Obtención de datos morfométricos y merísticos

Los individuos seleccionados a conveniencia por su tamaño se analizaron teniendo en cuenta los datos morfométricos y merísticos de *Astyanax venezuelae* **Tabla 3** y *Astyanax integer*

Tabla 4 obtenidos en el laboratorio y se determinó con precisión a que especie pertenecía, aunque estas especies se diferenciaban a simple vista debido a su pigmentación característica en todas sus aletas.

Tabla 3

*Parámetros morfológicos y merísticos de la especie *Astyanax venezuelae**

N°	LUGAR	PESO TOTAL (g)	LONGITUD TOTAL (mm)	LONGITUD ESTANDAR (mm)
1	Ca1	13,3953	112,57	89,12
2	Ca1	16,4640	113,79	88,54
3	Ca1	14,9653	112,49	88,51
4	Ca1	13,0143	103,06	80,54

Tabla 3

Continuación

N°	LUGAR	PESO TOTAL (g)	LONGITUD TOTAL (cm)	LONGITUD ESTANDAR (cm)
5	Ca1	12,8558	105,60	80,64
6	Ca1	13,6301	106,65	81,99
7	Ca1	12,8179	101,93	80,06
8	Ca1	12,2102	100,72	77,93
9	Ca1	9,1278	91,94	71,34
10	Ca1	9,8583	100,42	75,87
11	Ca1	9,7524	95,92	72,86
12	Cb1	32,5262	138,69	111,29
13	Cb1	36,2820	146,67	118,99
14	Cb1	36,2758	141,78	113,16
15	Cb1	38,8610	128,64	101,33
16	Cb1	27,2001	129,77	103,14
17	Cb1	24,6582	130,81	104,28
18	Ca2	30,9150	136,63	104,87
19	Ca2	29,0077	139,01	108,53
20	Ca2	30,9956	130,11	102,62
21	Ca2	27,3240	133,31	107,22
22	Ca2	25,3164	122,64	97,19
23	Cb2	47,9415	144,84	114,44
24	Cb2	38,7119	143,50	114,61
25	Cb2	35,9750	149,32	117,72
26	Cb2	34,0936	136,90	109,72
27	Cb2	32,3289	133,25	104,14
28	Cb2	29,0610	146,33	115,05
29	Cb2	32,7742	141,15	108,89

30	Cb2	34,1633	138,77	109,16
31	Cb2	24,2448	122,22	97,46
32	Cb2	25,2980	138,99	110,76

Nota. Ca hace referencia al punto de muestreo de la cuenca alta y Cb al punto de muestreo de la cuenca baja; el número que le acompaña al día de muestreo.

Tabla 4*Parámetros morfométricos y merísticos de la especie Asthanax integer*

N°	LUGAR	PESO TOTAL (g)	LONGITUD TOTAL (cm)	LONGITUD ESTANDAR (cm)
1	Ca1	9,8020	93,07	73,41
2	Cb1	9,6363	94,20	75,71
3	Cb1	6,8478	82,78	65,76
4	Cb2	26,7278	127,43	100,76
5	Cb2	3,6597	73,66	59,08

Nota. Ca hace referencia al punto de muestreo de la cuenca alta y Cb al punto de muestreo de la cuenca baja; el número que le acompaña al día de muestreo.

Como se puede observar en la anterior tabla, los individuos más grandes pertenecen a la pesca del segundo día de la cuenca baja, este siendo el día con mejores condiciones climáticas y con mayores profundidades. Esto puede resultar evidente ya que se ha comprobado la disminución en la captura de peces debido a las fuertes lluvias (Patrick, 2016), las razones exactas dependen específicamente del lugar a estudiar ya que son diversos los factores que influyen en estos cambios como la velocidad del cauce, de los vientos, cambios de temperatura, aumento en el nivel del agua y la intensidad de las precipitaciones (Odhiambo, 2013).

Para el método de pesca usado, estos cambios climáticos suelen disminuir la efectividad de captura, ya que, según la literatura, es necesario que los peces visualicen la carnada para poder quedar atrapados por esta; es sabido que los peces de mayor tamaño se encuentran en las zonas más profundas del río y estando la carnada en una parte intermedia, solo una cantidad reducida de peces podrá visualizarla y acceder a ella (Bardach, Magnuson, May, & Reinhart, 1980).

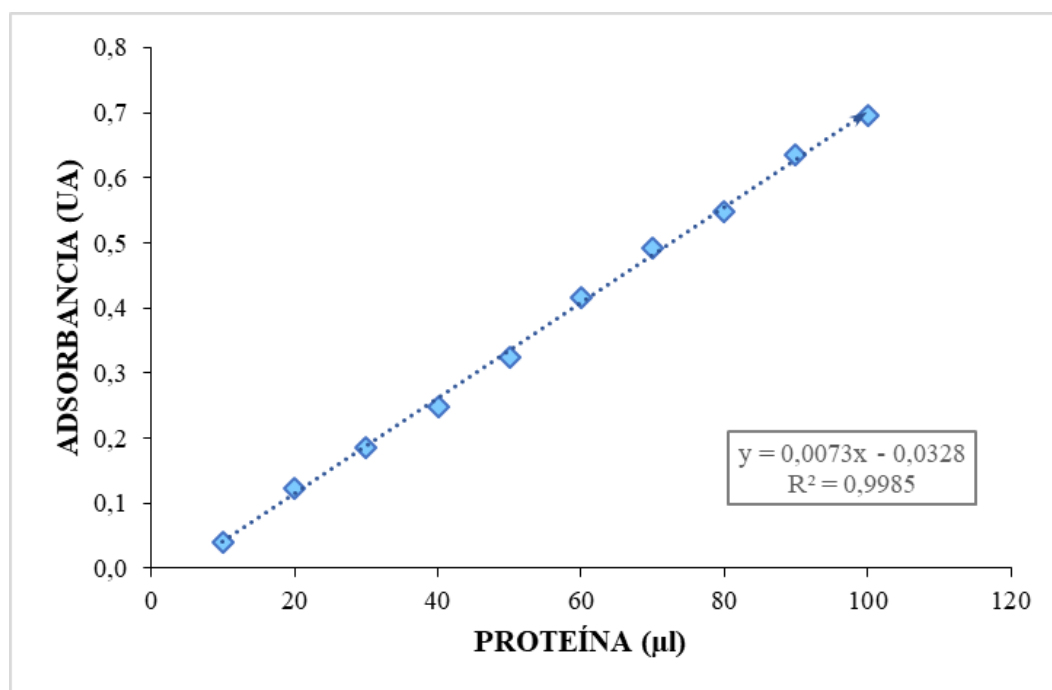
6.3.2 Método Biuret

La absorbancia del blanco se obtuvo siguiendo las diluciones de la **Tabla 1**, siguiendo previamente los procedimientos del método **Anexo 3**; estos resultados de absorbancia presentan una relación lineal positiva con la cantidad de proteína en μl y en g dadas en la siguiente tabla:

Tabla 5*Absorbancia y proteína de referencia de la curva patrón*

PROTEÍNA (g)	(μl)	ADSORBANCIA (UA)			
		R1	R2	R3	$\bar{x}$
0,0042	10	0,053	0,04	0,03	0,041
0,0084	20	0,119	0,133	0,117	0,123
0,0126	30	0,162	0,201	0,197	0,187
0,0168	40	0,249	0,247	0,250	0,249
0,021	50	0,340	0,322	0,309	0,324
0,0252	60	0,417	0,424	0,407	0,416
0,0294	70	0,492	0,475	0,511	0,493
0,0336	80	0,531	0,564	0,552	0,549
0,0378	90	0,641	0,618	0,648	0,636
0,042	100	0,703	0,692	0,693	0,696

Nota. El cambio visual de coloración se puede observar en el **Anexo 4**.

Figura 1*Curva de calibración*

Se graficaron los resultados de la tabla, obteniendo la Gráfica anterior, presentando unos resultados favorables con un R^2 muy cercano a 1, corroborando la exactitud de la ecuación

necesaria para los cálculos posteriores correspondientes a la cantidad proteínica presente en cada una de las muestras, obteniendo la ecuación:

$$y = 0,0073x - 0,0328$$

Siendo “y” la absorbancia y “x” la proteína correspondiente. Para los cálculos es necesario el despeje de la cantidad proteínica “x” obteniendo la siguiente ecuación.

$$x = \frac{y + 0,0328}{0,0073}$$

Una vez obtenida la ecuación se procede a realizar la lectura de absorbancia por triplicado de las muestras seleccionadas y se calcula la cantidad proteínica en μl y en g con la relación especificada en la

Tabla 5 obteniendo así el porcentaje proteínico presente por muestra; lo anterior, se visualiza en la **Tabla 6** y **Tabla 7**.

Tabla 6

Absorbancia y proteína por gramo de muestra de Astyanax venezuelae

N°	ADSORBANCIA (UA)				PROTEÍNA		
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	(μ l)	g	%
1	0,61	0,577	0,583	0,590	76,329	0,0032	3,20%
2	0,614	0,616	0,586	0,605	78,429	0,0033	3,28%
3	0,628	0,613	0,611	0,617	80,073	0,0034	3,35%
4	0,626	0,604	0,616	0,615	79,799	0,0034	3,32%
5	0,621	0,625	0,617	0,621	80,575	0,0034	3,36%
6	0,597	0,569	0,618	0,595	76,968	0,0032	3,23%
7	0,621	0,627	0,595	0,614	79,662	0,0033	3,33%
8	0,636	0,605	0,636	0,626	81,215	0,0034	3,41%
9	0,634	0,640	0,614	0,629	81,717	0,0034	3,40%
10	0,645	0,614	0,633	0,631	81,900	0,0034	3,44%
11	0,627	0,636	0,633	0,632	82,082	0,0034	3,42%
12	0,320	0,308	0,280	0,303	36,968	0,0016	1,54%
13	0,292	0,282	0,299	0,291	35,370	0,0015	1,48%
14	0,295	0,299	0,283	0,292	35,553	0,0015	1,49%

Tabla 6

Continuación

N°	ADSORBANCIA (UA)				PROTEÍNA		
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	(μ l)	g	%
15	0,317	0,288	0,312	0,306	37,379	0,0016	1,57%
16	0,309	0,300	0,314	0,308	37,653	0,0016	1,58%
17	0,308	0,318	0,310	0,312	38,247	0,0016	1,60%
18	0,304	0,308	0,291	0,301	36,740	0,0015	1,53%
19	0,308	0,297	0,314	0,306	37,470	0,0016	1,57%
20	0,305	0,308	0,309	0,307	37,607	0,0016	1,57%
21	0,326	0,291	0,323	0,313	38,429	0,0016	1,60%
22	0,302	0,320	0,300	0,307	37,607	0,0016	1,57%
23	0,219	0,188	0,185	0,197	22,539	0,0009	0,94%
24	0,173	0,203	0,172	0,183	20,530	0,0009	0,86%
25	0,207	0,180	0,185	0,191	21,626	0,0009	0,91%
26	0,174	0,174	0,197	0,182	20,393	0,0009	0,85%
27	0,191	0,192	0,186	0,190	21,489	0,0009	0,90%
28	0,198	0,191	0,192	0,194	22,037	0,0009	0,92%

29	0,211	0,177	0,180	0,189	21,443	0,0009	0,90%
30	0,190	0,158	0,178	0,175	19,525	0,0008	0,81%
31	0,161	0,180	0,175	0,172	19,068	0,0008	0,79%
32	0,186	0,166	0,182	0,178	19,890	0,0008	0,83%

Tabla 7

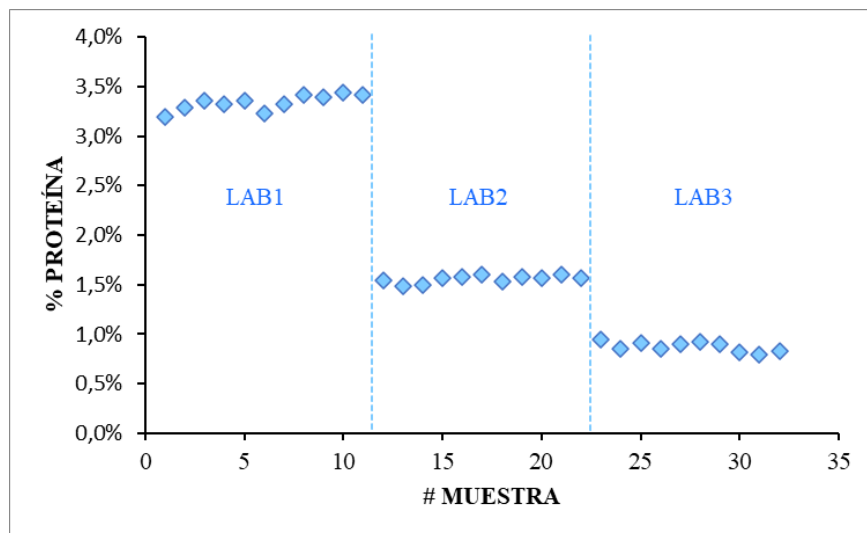
Absorbancia y proteína por gramo de muestra de Asthanax integer

N°	ADSORBANCIA (UA)				PROTEÍNA		
	R1	R2	R3	$\bar{x}$	(μ l)	g	%
1	0,602	0,633	0,567	0,601	77,790	0,0033	3,24%
2	0,307	0,303	0,291	0,300	36,648	0,0015	1,53%
3	0,308	0,302	0,290	0,300	36,603	0,0015	1,53%
4	0,154	0,182	0,147	0,161	17,562	0,0007	0,73%
5	0,179	0,173	0,167	0,173	19,205	0,0008	0,80%

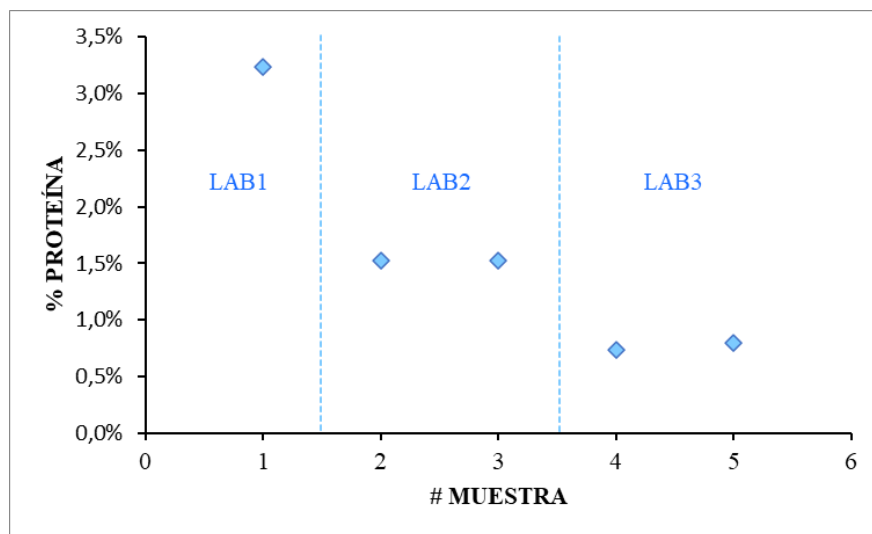
Como se puede observar en la **Figura 2** y **Figura 3**, el porcentaje de proteína presenta un comportamiento secuencial asociado a los días de análisis en el laboratorio ya que las muestras del 1 al 11 de AV y la muestra 1 de AI fueron analizadas la semana siguiente a la última pesca realizada, las muestras del 12 al 22 de AV y 2 a 3 de AI se analizaron en un siguiente día de laboratorio y las ultimas muestras se analizaron un tercer día de laboratorio. Estos análisis se realizaron con una diferencia de varios días teniendo en cuenta la disponibilidad de los espacios de laboratorio y los equipos necesarios disponibles en la universidad.

Figura 2

Porcentaje de proteína por muestra en diferentes días de laboratorio A.venezuelae

**Figura 3**

Porcentaje de proteína por muestra en diferentes días de laboratorio A. integer



Cabe aclarar que el comportamiento de estos resultados se asocia al día de análisis en el laboratorio y no al día de pesca ni al punto de pesca, ya que las muestras analizadas el segundo día de laboratorio corresponden a los días de pesca Cb1 y Ca2 presentando unos resultados similares entre ellos y los datos de Ca1 y Ca2 no se parecen, de igual forma para Cb1 y Cb2; la relación del

número de la muestra y el lugar de pesca se puede observar con más claridad en las dos primeras columnas de la **Tabla 3** y

Tabla 4.

Una hipótesis por la cual se llega a presenciar el comportamiento de estos resultados es por el almacenamiento y la manipulación de la muestra el primer día de análisis del laboratorio; en este día se descongelaron las muestras de todos los puntos y se realizó la identificación de su especie, así como la obtención de los datos morfométricos y merísticos, pero el análisis proteínico solo se realizó a las muestras pescadas en Ca1 y las demás muestras se volvieron a congelar.

La congelación y descongelación de las muestras genera un estrés en los filamentos de los músculos que contienen agua ya que cambia su estructura al aumentar el volumen del agua contenida por la generación de cristales de hielo, esto trae consigo una desnaturalización de la proteína y una disminución de las mismas (Chan, y otros, 2020).

Al paso del tiempo, se presentan 2 factores importantes a tener en cuenta para la conservación de la proteína en la muestra: La degradación del ATP y la disminución del pH las primeras horas post-mortem, estando el primer factor relacionado directamente con la desnaturalización de la proteína debido al catabolismo que se genera por la falta de oxígeno en el músculo y la necesidad de producción de energía (Massa, 2006), en este proceso de producción de energía (glucólisis) se genera grandes cantidades de ácido láctico lo cual disminuye el pH, siendo este el segundo factor ya que está relacionado a la capacidad del músculo de retener agua, reduciendo la carga neta de la superficie de las proteínas musculares generando de esta manera una desnaturalización parcial de la proteína. siendo un parámetro no controlado en el almacenamiento y conservación de la muestra (Huss, 1999).

Por todo lo nombrado anteriormente, es coherente que los resultados se presenten de esa forma, y por esto, los porcentajes a tener en cuenta para los análisis proteínicos serán los obtenidos en el primer laboratorio, presentando valores entre 3,2 y 3,44% para AV y un valor de 3,24% para AI.

La cantidad proteínica que comúnmente suele presentarse en los peces es del 10 a 22%, con valores mínimos del 6% (Triana, 2004); la diferencia entre los valores normales de la literatura y los valores obtenidos pueden ser debidos a la variabilidad en la composición química que presentan, la edad, el sexo, su medio ambiente, estación del año, ciclo de alimentación, entre otros (Cruz, Cruz, & Suárez, 2012). Cabe de resaltar que estas especies son capaces de adaptarse a las condiciones ambientales que se proporcionan en su entorno; sumado a esto en su mayoría son omnívoros y pueden alimentarse de manera parasítica de otros peces (Barros, 2004), sin embargo,

se evidenció poca disponibilidad de alimento para los puntos de muestreos seleccionados, por lo cual se puede generar la disminución proteínica de las especies presentes.

En cuanto a su reproducción, estas especies tienen la capacidad de sincronizarla con el inicio de la estación de lluvias, cuya finalidad es poder aprovechar este ciclo climático para su cría (Taphorn, 2003). El desove usualmente requiere de mayores niveles de energía, la cual es obtenida en la degradación de lípidos y proteínas almacenadas, agotando de esta manera estos dos componentes y así mismo generando una reducción en su condición biológica; por lo general la mayoría de especies suelen ingerir poco alimento durante la migración para el desove y por ende no cuentan con la capacidad de obtención energética por medio de alimentos (Huss, 1999).

6.4. Fase 4. Viabilidad proteínica de las especies *Astyanax venezuelae* y *Astyanax integer*

De los resultados obtenidos en la **Tabla 6** se tomó el promedio de los porcentajes de las primeras 11 muestras como se argumentó en el ítem anterior, dando como resultado un porcentaje proteínico de 3,4 % para *Astyanax venezuelae* y para *Astyanax integer* se tomó el primer resultado de 3,2 % de acuerdo a lo obtenido en la **Tabla 7**.

Acorde a la literatura el consumo promedio mínimo de ingesta proteínica para el ser humano es de 0,8 gramos de proteína por peso corporal día para personas que no realizan actividad física o no quieren ganar masa muscular, y quienes realizan una actividad física, de 1 a 1,6 gramos (Peña, Bustamante, Ramírez, Castillo, & García, 2015) (Amador, Moreno, & Martinez, 2018). Esta cantidad proteínica está asociada a la necesaria para todo un día, lo que corresponde como mínimo a 3 platos principales diarios (Desayuno, almuerzo y comida). Los cálculos se realizaron para un plato de comida balanceada (1/3 de la necesaria en el día), el cual la mitad del plato está compuesto por verduras y frutas, un cuarto a cereales y leguminosas y el otro cuarto restante a alimentos de origen animal (Proteína) (Jia, y otros, 2022).

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta en la **Tabla 8** la cantidad de proteína mínima necesaria de origen animal por plato de comida diario correspondiente al peso corporal, de esa forma se determina la cantidad de peces a consumir tomando en cuenta la muestra con mayor peso corporal obtenido para las dos especies de estudio. Siendo 48 g para *A. venezuelae* y 27 g para *A. integer*.

Tabla 8*Relación peso-cantidad mínima de consumo*

PESO CORPORAL (Kg)	PROTEÍNA MÍNIMA NECESARIA (g)	CANTIDAD DE PECES POR COMIDA	
		<i>A. venezuelae</i>	<i>A. integer</i>
40	2,67	6	3
50	3,33	8	4
60	4,00	9	5
70	4,67	11	5
80	5,33	12	6
90	6,00	14	7

Cabe aclarar que estas cantidades están sujetas a cambio, dependiendo del peso de los ejemplares a consumir.

6.5. Fase 5. Importancia ambiental

En el afiche (**Figura 4**) se plasma de forma gráfica y de fácil entendimiento para la población riverense la información básica como las características destacadas de las especies, el cebo que podrán usar, la técnica recomendada, el lugar en el que se encuentra, afirmando que es una buena fuente alternativa de consumo de proteína. Afiche mediante el cual las entidades ambientales podrán implementar en sus planes de conservación para generar un interés a los pobladores y así incentivarlos en el cuidado y conservación de la cuenca hídrica que les aporta una alternativa de alimentación asequible y económica.

Figura 4*Afiche informativo*

7. Impacto social y humanístico

La presente investigación llevó a cabo el análisis proteínico de las especies *Astyanax venezuelae* y *Astyanax integer* presentes en el río Cola de Pato como alternativa alimenticia para las poblaciones aledañas a este río con un enfoque dirigido a la pesca segura. Esto tomando en consideración dos escenarios: por una parte, se tiene en cuenta los documentos que abordan el tema de la accesibilidad económica de las personas que no cuentan con el ingreso suficiente para suplir su demanda proteínica diaria. Si las especies analizadas cuentan con la proteína suficiente para satisfacer esta demanda, los habitantes del sector contarán con una alternativa más asequible de consumo y con los conocimientos necesarios, podrían adquirir una fuente de ingresos mediante el cultivo de las especies. Por otra parte, se tendrá en cuenta la explotación del recurso íctico de forma segura de una especie no comercial en el mercado, teniendo en cuenta las formas y métodos de pesca del sector (Ramírez & Ajiaco, 2011) y así mismo elaborando un afiche informativo en donde se propondrán recomendaciones acerca del uso adecuado del recurso.

Es por esto que los resultados de la investigación impactaran a los habitantes aledaños al río Cola de Pato, donde estas especies existen y podrían cultivarse, ayudando con la disminución del hambre en estas zonas (ODS2), pero al mismo tiempo conservando este recurso natural para las generaciones futuras (ODS12).

8. Conclusiones

1. Estas especies del género *Astyanax* fue registrado solo en el río Cola de Pato, encontrándose ejemplares de mayor tamaño en tramos del río con mayor profundidad, con medidas máximas en las muestras capturadas de 36, 38 y 48 gramos. Se comprobó, por ende, que el método de pesca más eficaz en relación unidad-peso es el de anzuelo con cebo.
2. Las dos especies presentan un porcentaje proteínico muy similar (3,44% para *A. venezuelae* y 3,2% para *A. integer*) debido a su entorno y su alimentación. Caracterizándose por ser especies omnívoras oportunistas que adaptan su dieta a lo que les proporciona el entorno, se pudo concluir que este factor es el determinante por el cual su contenido proteínico es menor al esperado en un pez comercial de criadero, al cual le proporcionan la alimentación adecuada para su nutrición y crecimiento, presentando porcentajes normales entre 10 y 22% a comparación de las especies a estudiar que llegaron a un máximo de 3,44%.
3. Aunque la diferencia en comparación a la cantidad proteínica proporcionada en la literatura sea notoria, los cálculos realizados afirmaron la viabilidad proteínica que proporciona el consumo de estas especies Tabla 8, necesitando como mínimo un consumo de 2 a 3 ejemplares con un peso aproximado de 48g. Teniendo en cuenta además un margen de error sujeto a los días de conservación de la muestra ya que este porcentaje podría llegar a ser potencialmente mayor.
4. Determinando que las especies de estudio son aptas para suplir la ingesta proteínica en la dieta diaria, se considera que presentan una importancia social sumado a la importancia ambiental natural para la cuenca hídrica Cola de Pato, de la cual se ha visto desinterés por parte de la comunidad y del estado ya que se han reportado asentamientos en su ronda hídrica y descargue en su cause, problemáticas que no han abordado las entidades ambientales debido al desconocimiento de la importancia que estas especies representan para la zona, es por esto que el presente estudio aporta los resultados necesarios para incentivar el inicio de actividades de conservación por parte de las autoridades ambientales.

9. Recomendaciones

Para futuros estudios similares al proyecto en cuanto al procedimiento para la determinación proteínica, se recomienda realizar un cronograma de pesca-análisis de laboratorio en el que estas dos actividades presenten el menor tiempo post-mortem de las muestras recolectadas para realizar los análisis en fresco. De no ser esto posible, tener en cuenta todas las variables que pueden influir en el cambio proteínico como lo son la congelación-descongelación, el tiempo de duración de la muestra, la temperatura de almacenamiento, el pH de la muestra o su técnica de conservación, ya que en la literatura se presentan diferentes opciones para conservar las especies con el menor cambio físico-químico posible como lo es el super enfriamiento (Chan, y otros, 2020), que si bien es una técnica un poco más compleja y detallada, ayudará a la obtención de datos más precisos.

Un dato muy notorio resultó de la diferencia en cantidad de muestras entre las dos especies a analizar, del cual a simple vista se podría concluir la dominancia de la especie *A. venezuelae* por sobre *A. integer*, pero para corroborar este resultado, sería conveniente comprobar con anterioridad si el método de pesca, el cebo con el que se pescó o la ubicación influyeron en este resultado.

Por último, sería conveniente realizar análisis del cambio proteínico de las especies ubicándolas en un ambiente controlado y proporcionándoles la alimentación adecuada, de estos análisis se pueden determinar si estas especies pueden presentar un porcentaje mayor en cuanto su cantidad proteínica o si solo son convenientes como peces ornamentales.

10. Referencias bibliográficas

- Alvia, A., Hurtado, J., Cedeño, D., Scott, M., Vallejo, P., Macías, M., . . . Intriago, K. (2018). *Introducción al estudio de la bioquímica*. Área de innovación y desarrollo S.L. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/CcyLl.2018.28>
- Amador, N., Moreno, E., & Martinez, C. (2018). Ingesta de proteína, lípidos séricos y fuerza muscular en ancianos. *Nutrición Hospitalaria*. doi:<https://dx.doi.org/10.20960/nh.1368>
- Ariño, A., Beltrán, J., Herrera, A., & Roncalés, P. (2013). *Fish and seafood: Nutritional Value* (Tercera ed.). Encyclopedia of Human Nutrition. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375083-9.00110-0>
- Barbany, J. (2018). *Alimentación para el deporte y la salud*. Paidotribo. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/123767>
- Bardach, J., Magnuson, J., May, R., & Reinhart, J. (1980). *Fish behavior and its use in the capture and culture of fishes*. Italia: International Center for Living Aquatic Resources Magnament. Obtenido de https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAK976.pdf
- Barros, S. (2004). Alimentación de *Astyanax abramis* (Characiformes: Characidae) en el Embalse Cabra Corral, Salta, Noroeste de Argentina. *AquaTIC*, 20, 88-96. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49402009>
- Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstrip-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G., & Williams, M. (2015). Feeding 9 billion by 2050 – Putting fish back on the menu. *Food Security*, 7, 261–274. doi:<https://doi.org/10.1007/s12571-015-0427-z>
- Boer, J., Schösler, H., & Aiking, H. (1 de Septiembre de 2020). Fish as an alternative protein – A consumer-oriented perspective on its role in a transition towards more healthy and sustainable diets. *Appetite*, 152, 104721. doi:<https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104721>
- Bogard, J., Farmery, A., Little, D., Fulton, E., & Cook, M. (Abril de 2019). Will fish be part of future healthy and sustainable diets? *The Lancet Planetary Health*, 3(4), E159-E160. doi:[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30018-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30018-X)
- Boland, M., Rae, A., Vereijken, J., Meuwissen, M., Fischer, A., Boekel, M., . . . Hendriks, W. (Enero de 2013). The future supply of animal-derived protein for human consumption. *Trends in Food Science & Technology*, 29(1), 62-73. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.07.002>

- Brijaldo, N. (2012). *Mediaciones ambientales : una propuesta de comunicación social para la gestión de la participación en planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas*. Bogotá: [Trabajo de fin de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. doi:<https://doi.org/10.11144/Javeriana.10554.6093>
- Bryant, C., & Sanctorem, H. (1 de Junio de 2021). Alternative proteins, evolving attitudes: Comparing consumer attitudes to plant-based and cultured meat in Belgium in two consecutive years. *Appetite*, 161, 105-161. doi:<https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105161>
- Canli, E., & Canli, M. (2015). Low water conductivity increases the effects of copper on the serum parameters in fish (*Oreochromis niloticus*). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 39, 606-613. doi:<https://doi.org/10.1016/j.etap.2014.12.019>
- Castillo, T., & Mariano, C. (2020). Identification of artisanal fishing territories and associated conflicts in the middle and lower Paraná River (Argentina) through participatory mapping. *Applied Geography*, 125, 102361. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102361>
- Castro, P., & Baltazar, A. (Marzo de 2013). Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*, 93(3), 586-592. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.09.018>
- Chan, S., Roth, B., Skare, M., Hernar, M., Jessen, F., Løvdal, T., . . . Lerfalla, J. (2020). Effect of chilling technologies on water holding properties and other quality parameters throughout the whole value chain: From whole fish to cold-smoked fillets of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 526. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735381>
- Córdova, J., Navarrete, M., & Carreño, F. (2007). Concentrates of fish protein from bycatch species produced by various drying processes. *Food Chemistry*, 100(2), 705-711. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.029>
- Cruz, N., Cruz, P., & Suárez, H. (2012). Characterization of the nutritional quality of the meat in some species of catfish: a review. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(2), 6799-6809. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472012000200023
- Cruz, W. (2015). *Estrategia ordenación funcional de la microcuenca media caño cola de pato municipio de acacias meta: simbiosis entre medio natural y artificial*. Bogotá: [Trabajo de fin de grado, Universidad Piloto de Colombia]. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/3218>

- Cui, L., Wang, S., Yang, X., Gao, L., Zheng, M., Wang, R., . . . Xu, C. (15 de Octubre de 2018). Fatty acids, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, and dioxin-like polychlorinated biphenyls in paired muscle and skin from fish from the Bohai coast, China: Benefits and risks associated with fish consumption. *Science of The Total Environment*, 639, 952-960. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.195>
- Danzer, K., & Currie, L. (1998). Guidelines for calibration in analytical chemistry. *International union of pure and applied chemistry*, 70, 993-1014. doi:<https://doi.org/10.1351/pac199870040993>
- Dara, P., Geetha, A., Mohanty, U., Raghavankutty, U., Mathew, S., Nagarajao, R., & Rangasamy, A. (2021). Extraction and Characterization of Myofibrillar Proteins from Different Meat Sources: A Comparative Study. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 6(4), 367-378. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobab.2021.04.004>
- Delima, D., & Trio, T. (2019). Method validation for protein quantitation of fish muscle tissues from Lake Taal, Batangas. *KIMIKA*, 30(2), 5-16. doi:<https://doi.org/10.26534/kimika.v30i2.5-16>
- Donald, C., & Taphorn, B. (20003). *Manual de indentificación y biología de los peces Characiformes de la cuenca del rio Apure en Venezuela*. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales.
- Elmadfa, I., & Meyer, A. (2017). Animal Proteins as Important Contributors to a Healthy Human Diet. *Annual Review of Animal Biosciences*, 5(1), 111-131. doi:<https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022516-022943>
- Epstein, L., Jankowiak, N., Lin, N., Paluch, R., Koffarnus, M., & Bickel, W. (Julio de 2014). No food for thought: moderating effects of delay discounting and future time perspective on the relation between income and food insecurity. *The American Journal of Clinical Nutrition**The American Journal of Clinical Nutrition*, 100(3), 884–890. doi:<https://doi.org/10.3945/ajcn.113.079772>
- Fandiño, R. (2014). *Las proteínas de los alimentos*. CSIC Consejo Superior de Investigación Científicas. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/41772>
- Flórez, M., & Castro, A. (2010). La Movilidad en el Desarrollo Socioeconómico, de la Población ribereña del Rio Meta. *Orinoquía*, 14(2), 213-222. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v14n2/v14n2a11.pdf>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *El estado mundial de la pesca y la agricultura*. FAO. Obtenido de El estado: <http://www.fao.org/publications/sofia/2020/es/#:~:text=En%20la%20edici%C3%B3n%20de%202020,%2C%20%E2%80%9Ccel%20C%C3%B3digo%E2%80%9D>
- Gamba, S. (2017). *Orottoy, historias de un río más allá del agua; conflictos socioambientales en torno a un río de la Orinoquía Colombiana*. [Trabajo de fin de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11761/34099>
- Ghoroghi, A., Nazami, M., Atef, Y., & Mottalebi, A. (2009). Characterization and Comparison of Serum Proteins in Various Growth Stages of *Ctenopharyngodon idella* in Iranian Fish Farming. *Journal of Comparative Pathology*, 141(4), 287. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2009.08.038>
- Gómez, C. (2004). *Estructura de proteínas*. Ariel. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/48323>
- Gonzalez, I., Becerra, D., & Benavides, S. (2009). Evaluation of Phosphorus, Protein, and n-3 Fatty-Acid Content in 15 Marine Fish Species Identifies the Species Most Beneficial To Renal Patients. *Journal of Renal Nutrition*, 19(6), 462-468. doi:<https://doi.org/10.1053/j.jrn.2009.06.004>
- Hasell, J. (03 de Abril de 2018). *Our world in data*. Obtenido de Does population growth lead to hunger and famine?: <https://ourworldindata.org/population-growth-and-famines#:~:text=Famine%20deaths%20have%20decreased%2C%20not,suggested%20by%20the%20Malthusian%20narrative.&text=Population%20growth%20is%20high%20where,population%20growth%20makes%20hunger%20inevitable>
- Henchion, M., Hayes, M., Mullen, A., & Fenelon, M. (2017). *Future Protein Supply and Demand*: Gadoi:<https://doi.org/10.3390/foods6070053>
- Hernández, A. (2009). *Aminoácidos y proteínas*. El Cid Editor. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/28479>
- Huss, H. (1999). *El Pescado Fresco: Su Calidad y Cambios de su Calidad*. Italia: FAO. Obtenido de <https://www.fao.org/3/v7180s/v7180s00.htm#Contents>
- Ibearugbulam, H., Ugwu, E., Ekeleme, A., Njoku, C., Amanamba, E., Ezebuio, V., . . . E., I. (2021). A study on physicochemical parameters of fish pond effluents: A case study of

- Umudibia fish farm. *Iopscience*. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1036/1/012005>
- Jia, S., Liu, Q., Allman, M., Partridge, S., Pratten, A., Yates, L., . . . McGill, B. (2022). The Use of Portion Control Plates to Promote Healthy Eating and Diet-Related Outcomes: A Scoping Review. *Nutrients*, 14. doi:<https://doi.org/10.3390/nu14040892>
- Juvera, G., Vázquez, F., & Grijalva, M. (2013). Amino acid composition, score and in vitro protein digestibility of foods. *Nutrición hospitalaria*, 28(2), 365-371. doi:<https://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.2.6219>
- Kannan, V., Sreekumari, S., & Vasudevan, D. (2017). Protein Structure and Function. En W. Khan, *Basic Biochemistry* (págs. 36-51). Austin publishing group. doi:http://dx.doi.org/10.5005/jp/books/13014_5
- Khalili, S., & Samples, S. (29 de Noviembre de 2017). Nutritional Value of Fish: Lipids, Proteins, Vitamins, and Minerals. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26(2), 243-253. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/23308249.2017.1399104>
- Lindgren, R. (2019). *Alimentación energética*. Paidotribo. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/124404>
- Lindgren, E., Harris, F., Dangour, A., Gasparatos, A., Hiramatsu, M., Javadi, F., . . . Haines, A. (12 de Junio de 2018). Sustainable food systems: a health perspective. *Sustainability Science*, 13(6), 1505–1517. doi:<https://doi.org/10.1007/s11625-018-0586-x>
- Lozano, J., Galindo, J., García, J., Martínez, J., Peñafiel, R., & Solano, F. (2005). *Bioquímica y biología molecular para ciencias de la salud*. Mc Graw Hill. Obtenido de https://www.academia.edu/38446539/Bioquimica_y_biologia_molecular_para_ciencias_de_la_salud
- Massa, A. (2006). *Cambios bioquímicos post-mortem en músculos de diferentes especies pesqueras. Determinación de la vida útil de las mismas en frío*. Balnearia Bonaerense: [Trabajo de fin de grado, Universidad nacional de mar del plata]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1834/2602>
- Meza, S., & Sepúlveda, S. (2012). Efecto de la conductividad eléctrica y nivel del agua sobre la reproducción de la cucha xenocara (*Ancistrus triradiatus*, Eigenmann 1918) bajo condiciones experimentales. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*, 6(1), 37-46. Obtenido de <http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v6n1a04.pdf>

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). *Política integral para el desarrollo de la pesca sostenible en Colombia*. Colombia: FAO. Obtenido de <https://www.aunap.gov.co/2018/politica-integral-para-el-desarrollo-de-la-pesca-sostenible-en-colombia.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2011). *Manual Básico de sanidad piscícola*. Paraguay: FAO. Obtenido de <https://www.fao.org/3/as830s/as830s.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2009). *Plan de Manejo orientado al uso sostenible de la Hicotea en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Grupos_de_Investigacion/Dpto._Biologia/Biologia_de_Organismos_Tropicales/Documentos/Libros/PLAN_DE_MANEJO_HICOTEA_2009.pdf
- Mohanty, B. (Octubre de 2018). Fish and human nutrition. En B. Mohanty, S. Ganguly, A. Mahanty, & T. Mitra, *Advance in fish research* (págs. 561-581). Narendra Publishing House. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/328407262_FISH_AND_HUMAN_NUTRITION
- Null, S., Mouzon, N., & Elmore, L. (2017). Dissolved oxygen, stream temperature, and fish habitat response to environmental water purchases. *Journal of Environmental Management*, 197, 559-570. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.016>
- Odhiambo, T. (2013). *Effects of weather and climate variability on fishing activities and fishers' adaptive capacity in mbita division - homa bay county, kenya*. Thika: Kenyatta university. Obtenido de <https://ir-library.ku.ac.ke/bitstream/handle/123456789/7010/Odhiambo%2C%20Tom%20Mboya.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oliveira, C., Avelino, G., & Abe, K. (2011). Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive ingroup sampling. *BMC Evol Biol*. doi:<https://doi.org/10.1186/1471-2148-11-275>
- Ortiz, M. (1992). Hábitos Alimenticios de los Peces de un Río de Montana Neotropical. *Biotropica*, 24(4), 550-559. doi:<http://dx.doi.org/10.2307/2389019>

- Patrick, A. (2016). Influence of rainfall and water level on inland fisheries production: A review. *Scholars Research Library*, 8(6), 44-51. Obtenido de <https://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/influence-of-rainfall-and-water-level-on-inland-fisheries-production-a-review.pdf>
- Peña, G., Bustamante, L., Ramírez, N., Castillo, E., & García, L. (2015). Evaluación de la ingesta proteica y la actividad física asociadas con la sarcopenia del adulto mayor. *Nutrición Humana y Dietética*, 16–22. Obtenido de <https://scielo.isciii.es/pdf/renhyd/v20n1/original2.pdf>
- Pineda, K. (2015). *Elaboración de un plan de negocios para la cría y reproducción de peces ornamentales de la especie Paracheirodon axelrodi (Tetra cardenal) en cautiverio y su posterior comercialización*. [Trabajo de fin de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11349/4633>
- Ramírez, H., & Ajiaco, R. (2011). Pesquerías continentales de Colombia. En C. Lasso, F. Gutierrez, M. Morales, E. Agudelo, H. Ramíres, & R. Ajiaco, *Pesquerías continentales de Colombia: Cuenca del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico* (págs. 169-198). Bogotá D.C: Recursos Hidrológicos y Pesqueros Continentales de Colombia.
- Ramírez, H., Ortega, A., Ajiaco, R., & Pineda, I. (2011). *Ictiofauna del río Orottoy, distribución e importancia*. Villavicencio: Universidad de los Llanos.
- Riche, M. (2007). Analysis of refractometry for determining total plasma protein in hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) at various salinities. *Aquaculture*, 264(1-4), 279-284. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.12.018>
- Rodríguez, G. (2008). *Distribución geográfica y variación morfológica de especies representativas del género Astyanax (Characiformes: Characidae) de Venezuela*. [Trabajo de fin de grado, Universidad Católica Andrés Bello]. Obtenido de <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAR4446.pdf>
- Romero, P., & Melo, O. (Febrero de 2021). Can a Territorial Use Right for Fisheries management make a difference for fishing communities? *Marine Policy*, 124(2), 104359. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104359>

- Salazar, J. (2011). *Creación de una empresa para la cría, engorde y comercialización de cachama y tilapia en la región de san gil*. [Trabajo de fin de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10554/7421>
- Sampels, S. (2014). Towards a More Sustainable Production of Fish as an Important Protein Source for Human Nutrition. *Journal of Fisheries & Livestock Production*, 2(2), 2-2. doi:<http://dx.doi.org/10.4172/2332-2608.1000119>
- Sánchez, S. (2013). *Material de apoyo para los estudiantes del curso Bioquímica experimental*. [Trabajo de fin de grado, Universidad nacional autonoma de México]. Obtenido de http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/MATERIALAPOYOANTECEDENTES_22427.pdf
- Santos, J. (2009). *Proteínas: Estructuras facinantes*. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. Obtenido de <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL001849.pdf>
- Shyam, S., & Stephanie, A. (01 de Agosto de 2020). Income Segregation and Access to Healthy Food. *American Journal of Preventive Medicine*, 59(2), E31-E38. doi:<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2020.02.009>
- Springmann, M., Clark, M., D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B., Lassaletta, L., . . . Pet, R. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 519–525. doi:<https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- Takefuji, Y. (Enero de 2021). Sustainable protein alternatives. *Trends in Food Science & Technology*, 107, 429-431. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.11.012>
- Taphorn, D. (2003). *Manual de identificación y biología de los peces characiformes de la cuenca del río apure en venezuela*. Guanare: Universidad nacional experimental de los llanos occidentales “Ezequiel Zamora”. Obtenido de <https://www.aquatic-experts.com/AQUATIC-EXPERTS%20PDF/Donald%20Taphorn%20Reprints/2003%20Characiformes%20Rio%20Apure.pdf>
- Tarapues, L. (2012). *Propuesta de un plan de manejo ambiental para los cultivos de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en estanques escavados en tierra, vereda el barranco, corregimiento especial, municipio de la florida*. [Trabajo de fin de grado, Universidad de Nariño]. Obtenido de <http://sired.udenar.edu.co/id/eprint/3952>

- Tejada, E. (2019). *Actividad antimicrobiana y antioxidante del hidrolizado de gelatina obtenido de las pieles de Sarda chiliensis chiliensis “Bonito” como residuos de la actividad pesquera en el Perú*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10424>
- Terfloth, A. (2009). *Las proteínas: composición química*. El Cid Editor. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/usta/titulos/28720>
- Triana, M. (2004). Recomendaciones nutricionales para el ser humano: actualización. *Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 23, 266-292. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002004000400011&lng=es&tlng=es
- Trícia, A., Wilfart, A., Utzeri, V., Lukač, N., Tomažin, U., Costa, L., . . . Garcia-Launaya, F. (10 de Noviembre de 2019). Environmental impacts of pig production systems using European local breeds: The contribution of carbon sequestration and emissions from grazing. *Journal of Cleaner Production*, 237(9), 117843. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117843>
- Vaage, B., & Myrick, C. (2022). Growth, metabolism, and dissolved oxygen tolerance of juvenile burbot. *Aquaculture*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.737980>
- Valderrama, M. (2011). Prólogo. En C. Lasso, F. Gutiérrez, M. Morales, E. Agudelo, H. Ramíres, & R. Ajiaco, *Pesquerías continentales de Colombia: Cuenca del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico* (págs. 13-15). Recursos Hidrológicos y Pesqueros Continentales de Colombia.
- Valrde, M., Beltrán, A., Pichardo, J., & Amezcua, C. (2015). Extracción de colágeno a partir de pieles de tilapia. *Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 2(4), 631-639. Obtenido de https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias/vol2num4/Ciencias%20Naturales%20y%20Agropecuarias%20Vol%202%20Num%204%20Final_17.pdf
- Ward, P., Verity, F., Carter, P., Tsourtos, G., Coveney, J., & Wong, K. (2013). Food Stress in Adelaide: The Relationship between Low Income and the Affordability of Healthy Food. *Journal of Environmental and Public Health*, 2013, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1155/2013/968078>
- Westhoek, H., Lesschen, J., Rood, T., Wagner, S., De Marco, A., Murphy-Bokern, D., . . . Oenema, O. (2014). Food choices, health and environment: Effects of cutting Europe's meat and dairy

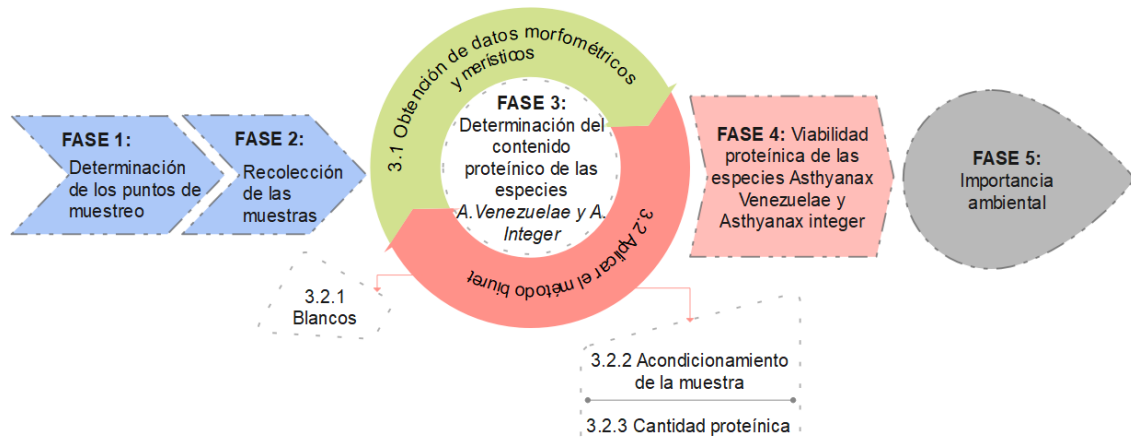
- intake. *Global Environmental Change*, 26(1), 196-205.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.02.004>
- World Economic Forum. (2019). *Meat: the Future series, Alternative Proteins*. Cologny/Geneva: World Economic Forum. Obtenido de http://www3.weforum.org/docs/WEF_White_Paper_Alternative_Proteins.pdf
- Wu, G. (Enero de 2016). Dietary protein intake and human health. *Food & Function*, 7(3), 1251–1265. doi:<https://doi.org/10.1039/c5fo01530h>
- Ye, Y., & Gutiérrez, N. (2017). Ending fishery overexploitation by expanding from local successes to globalized solutions. *Nature ecology & evolution*, 1(0179), 1-5.
doi:<https://doi.org/10.1038/s41559-017-0179>
- Zhao, L., Sun, J., Yang, Y., Ma, X., Wang, Y., & Xiang, Y. (13 de Mayo de 2015). Fish consumption and all-cause mortality: a meta-analysis of cohort studies. *European Journal of Clinical Nutrition*, 70(2), 155–161. doi:<https://doi.org/10.1038/ejcn.2015.72>
- Zheng, K., Wu, L., He, Z., Yang, B., & Yang, Y. (2017). Measurement of the total protein in serum by biuret method with uncertainty evaluation. *Measurement*, 16-21.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.measurement.2017.08.013>
- Zhou, P., & Regenstein, J. (2006). Determination of Total Protein Content in Gelatin Solutions with the Lowry or Biuret Assay. *Food Science*, 474-479. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00151.x>

11. Anexos

Anexo 1

Figura 5

Diagrama metodológico del proyecto.



Anexo 2

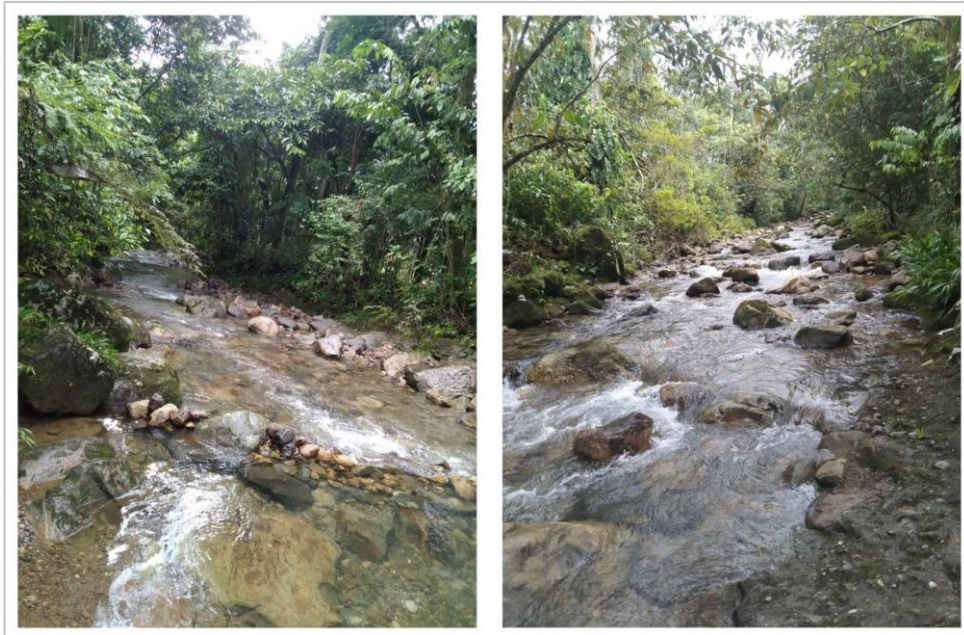
Figura 6

Fotografías del punto de muestreo del rio Cola de Pato Cuenca Alta



Figura 7

Fotografías del punto de muestreo del rio Cola de Pato Cuenca Baja

**Anexo 3**

Evidencia fotográfica de los pasos a seguir del método:

Figura 8

Paso 1: extracción del músculo



Figura 9

Paso 2: Maceración de la muestra

**Figura 10**

Paso 3: Adición de 0,1g de la muestra con 20ml de NaOH a 0.5N a un frasco shock para llevarlo a baño maría a 45°C por 10 min



Figura 11

Paso 4: Filtración al vacío de cada muestra

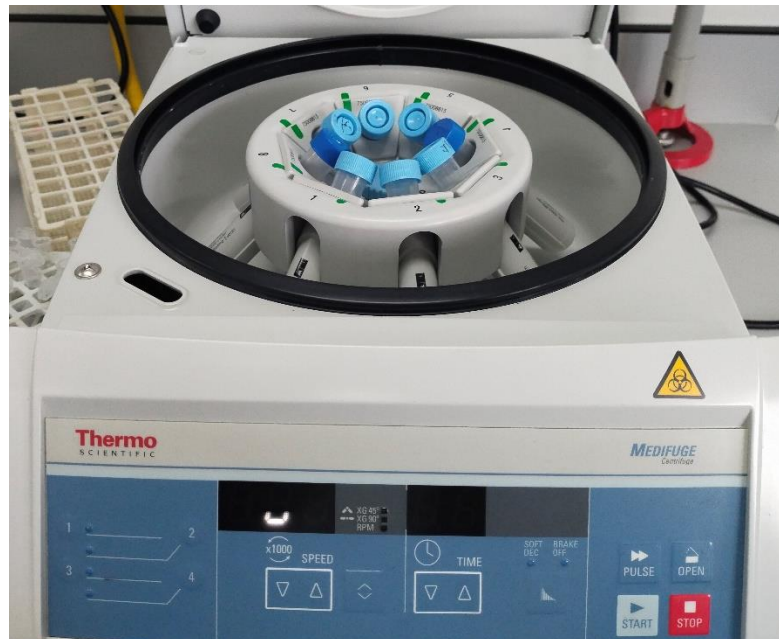
**Figura 12**

Paso 5: Adición de éter de petróleo para separar las grasas de la muestra (se toma la parte de arriba)



Figura 13

Paso 6: Centrifugación de la muestra (Se toma la muestra del fondo del frasco)

**Figura 14** Paso 7: Adición de la muestra con el reactivo

Anexo 4

A medida que se le adiciona proteína al reactivo, este cambia su coloración de azul a morado, en la siguiente imagen se visualiza el degradado de coloración de izquierda a derecha.

Figura 15

Reacción del reactivo de biuret con la proteína

