

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**DESARROLLO DE UNA GELATINA A BASE DE COLÁGENO DE ESCAMAS DE
TILAPIA GRIS (*O. NILOTICUS*) ADICIONANDO PULPA DE MORA (*RUBUS
GLAUCUS*)**

POR:

MARÍA FERNANDA ACUÑA AMADOR

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE 2024

DESARROLLO DE UNA GELATINA A BASE DE COLÁGENO DE ESCAMAS DE
TILAPIA GRIS (*O. NILOTICUS*) ADICIONANDO PULPA DE MORA (*RUBUS*
GLAUCUS)

POR:

MARÍA FERNANDA ACUÑA AMADOR

ARLIN DANERI LOBO MEDINA M.Sc.

Asesor principal

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERIO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS,

OLANCHO

NOVIEMBRE 2024

DEDICATORIA

A Dios porque gracias a él estoy con vida, logrando cada una de mis metas y una de ellas es haber terminado mi trabajo de investigación.

Va dedicado a mi mamá, Patricia Amador, ya que sin ella esto no fuera posible, gracias al esfuerzo que hace cada día para que mi hermana y yo terminemos nuestros estudios. A mi abuela por el apoyo motivacional y consejos que me ha brindado.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco primeramente a Dios por haber permitido que cumpla con éxito este trabajo de investigación, por darme la fuerza para no rendirme en todo el trayecto de mi carrera que gracias a ello estoy finalizando mi tesis.

A mi mamá, abuela y tías por ser mi mayor apoyo motivacional, ya que por ellas es que me esfuerzo cada día para que en un futuro pueda regresarles lo que ellas me han dado. A mi hermana Karla por brindarme apoyo económico.

Agradezco al Ing. Figueroa y a su familia por brindarme la ayuda y estar pendiente a lo largo de mi tesis y darme mensajes de motivación.

A mis compañeros, al Ing. Arlin, Ing. Zoila y Ing. Débora, por ser mis asesores y aconsejarme brindando su conocimiento.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	8
II. OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo General	9
2.2 Objetivos específicos.....	9
III. REVISIÓN DE LITERATURA	10
4.1 Actividad acuícola en la actualidad.....	10
4.1.1 Residuos generados por la industria acuícola.....	10
4.1.2 Impacto de los residuos acuícolas en el medio ambiente	11
4.2 Tilapia gris (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	11
4.2.1 Hábitat y biología	11
4.2.2 Clasificación taxonómica	12
4.2.3 Composición química y nutricional	13
4.3 Utilización de subproductos pesqueros.....	13
4.3.1 Escamas	14
4.4 Colágeno	14
4.4.1 Fuentes de obtención	15
4.4.2 Usos y aplicaciones	15
4.5 Mora (<i>Rubus glaucus</i>)	15
4.5.1 Generalidades de la mora	16
4.6 Azúcar.....	17
4.6.1 Composición nutricional.....	17

V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
5.1 Ubicación	18
5.2 Obtención de materia prima.....	18
5.3 Metodología.....	19
5.3.1 Fase I. Extracción de colágeno y elaboración de gelatina.....	19
5.3.2 Fase II: Pruebas fisicoquímicas:	22
5.3.3 Fase III: Evaluación sensorial	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
6.1 Análisis fisicoquímicos	25
6.2 Análisis sensoriales	26
VII. CONCLUSIONES	28
VIII. RECOMENDACIONES	29
IX. BIBLIOGRAFÍA	30
X. ANEXOS	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la tilapia gris	12
Tabla 2. Composición química y nutricional de tilapia gris	13
Tabla 3. Composición nutricional de la mora de castilla en 100 g de pulpa sin semillas.	16
Tabla 4. Composición nutricional del azúcar en 100 g.....	17
Tabla 5. Tratamientos.....	24
Tabla 6 pH de gelatina con diferentes porcentajes de colágeno y pulpa de mora.	25
Tabla 7 Grados brix gelatina con diferentes porcentajes de colágeno y pulpa de mora.	26
Tabla 8 Comparación de medias para atributos sensoriales de gelatina con diferentes porcentajes de colágeno y pulpa de mora.	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de investigación.....	18
Figura 2. Fases de la investigación.....	19
Figura 3. Flujograma de proceso de la gelatina a base de escamas de tilapia gris	20
Figura 4. Índice de aceptabilidad de los atributos sensoriales de la gelatina con diferentes porcentajes de colágeno y pulpa de mora.	27

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Formato de evaluación sensorial	35
Anexo 2 Extracción y elaboración de gelatina	36
Anexo 3 Análisis fisicoquímico	37
Anexo 4 Evaluación sensorial	37

Acuña Amador, María Fernanda (2024). Desarrollo de una gelatina a base de colágeno de escamas de tilapia gris (*O. Niloticus*) adicionando pulpa de mora (*Rubus glaucus*). Trabajo profesional supervisado por tesis de grado ingeniería en Tecnología Alimentaria, Facultad de Ciencias Tecnológicas, Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras, CA. 42 pp.

RESUMEN

La acuicultura enfrenta el desafío de manejar eficientemente los residuos generados por las operaciones. Sin embargo, subproductos como las escamas de pescado, que contienen un alto porcentaje de colágeno, pueden aprovecharse como materia prima para la producción de gelatina; además, la incorporación de mora, ayuda potenciando sus propiedades organolépticas y funcionales. El objetivo de este trabajo de investigación fue desarrollar una gelatina a base de colágeno de escamas de tilapia gris con adición de pulpa de mora. La investigación fue realizada en la Universidad Nacional de Agricultura. Para el fin, se adquirieron escamas de tilapia gris para la extracción de colágeno por el método de pasteurización, desarrollando tres muestras de gelatina en donde variaba el porcentaje de colágeno (65,75 y 85 %) y pulpa de mora (32,22 y 12%). Así mismo, las diferentes muestras se realizaron pruebas químicas como pH y grados brix, además, se sometieron a una evaluación sensorial con una escala hedónica de 7 puntos, aplicándola a 50 panelistas, para determinar el nivel de aceptación por parte de ellos. Los resultados de esta investigación determinaron que la muestra que tuvo mayor aceptación por parte de los panelistas fue la de 65% colágeno y 32% de pulpa de mora. Concluyendo que los diferentes porcentajes de colágeno y pulpa de mora provocan diferencias significativas en las características sensoriales de la gelatina.

Palabras claves: extracción, pasteurización, organoléptico, aceptabilidad.

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura, como una forma de producción de alimentos en rápido crecimiento, enfrenta el desafío de manejar eficientemente los residuos generados por las operaciones. La acumulación de estos residuos o subproductos acuícolas pueden provocar impactos negativos en el ecosistema y en la salud humana si no se manejan adecuadamente. Por ende, según investigaciones estos subproductos acuícolas son una alternativa prometedora para el aprovechamiento de recursos.

Uno de estos subproductos, son las escamas de pescado, consideradas como un desecho en la industria acuícola, contienen un alto porcentaje de colágeno que además de ser un agente gelificante, proporciona beneficios para la salud de la piel, las articulaciones y tejidos conectivos. El colágeno al ser extraído y procesado de manera adecuada puede ser el componente principal para elaborar una gelatina, ofreciendo una alternativa sostenible y económica para el consumo de la población.

La mora de castilla, conocida por su sabor distintivo y su alto contenido de antioxidantes y fibra, se presenta como un complemento ideal para enriquecer la gelatina con beneficios nutricionales aportando un color atractivo y un sabor de origen natural.

Por ende, el objetivo de este trabajo de investigación es el desarrollo de una gelatina a base de escamas de tilapia gris adicionando pulpa de mora y determinar la aceptación del consumidor.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Desarrollar una gelatina a base de colágeno de escamas de tilapia gris con adición de pulpa de mora.

2.2 Objetivos específicos

- Extraer el colágeno de las escamas de tilapia gris con el método de pasteurización.
- Evaluar el efecto de la adición de diferentes porcentajes de colágeno y pulpa de mora en la gelatina.
- Evaluar características de pH y grados brix de las gelatinas formuladas.
- Realizar pruebas sensoriales de la gelatina para determinar la fórmula con mayor aceptación.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Actividad acuícola en la actualidad

La acuicultura de agua dulce se inicia en Honduras en 1936 cuando junto con introducir desde Guatemala los primeros especímenes para el cultivo, se inicia la construcción de la primera estación de piscicultura. Su objetivo fue mejorar el nivel nutricional de la población rural. Después otros programas de colaboración se fueron desarrollando, hasta lograr la transferencia de la tecnología necesaria para realizar esta actividad con éxito en el país (FAO, 2024).

En Honduras la pesca y la acuicultura constituyen uno de los principales rubros de exportación que fortalecen la economía hondureña; asimismo ejercen gran importancia como fuente de empleo, ingreso económico y parte de la dieta alimenticia. (Rivero, 2021). En todo el país (18 departamentos) los mayores proyectos de producción de tilapia están ubicados: Cortés, Atlántida, Copan, Comayagua y Olancho.

Los productores y el gobierno de Honduras buscan fortalecer tres sectores productivos: tilapia, camarón y sal. El objetivo es potenciar la competitividad de la cadena acuícola del país. Se estima que el área de producción de tilapia en Honduras es de 557 hectáreas, con una producción de 17,000 toneladas métricas al año. Se registran 1,589 productores y 3,178 estanques (OSPESCA, 2021).

4.1.1 Residuos generados por la industria acuícola

Según la FAO (2022), a pesar de los grandes avances en materia de elaboración, refrigeración y transporte, cada año millones de toneladas de productos acuáticos se

pierden. Esto no ocurre solo en los sectores de la pesca y la acuicultura, ya que la pérdida y el desperdicio de alimentos a nivel mundial constituyen un problema importante. En la pesca y la acuicultura, se estima que cada año se pierde o desperdicia hasta el 35 % de la producción pesquera y acuícola mundial.

4.1.2 Impacto de los residuos acuícolas en el medio ambiente

La acuicultura es como cualquier otra empresa productiva donde existen insumos para generar productos. En tales sistemas siempre hay desechos, que son insumos no utilizados o subproductos. Estos desechos tienen poco o ningún valor económico y suelen ser una molestia para el medio ambiente. La generación de residuos de la acuicultura ha hecho de su sostenibilidad una preocupación pública (Dauda et al, 2019).

4.2 Tilapia gris (*Oreochromis niloticus*)

La tilapia es un pez originario de África, actualmente distribuido en América, Sudeste Asiático, algunos países de Europa e incluso en Australia. Pertenecen a un grupo de peces de Jordania, Israel y África; de momento estas fueron dispersadas, transportadas y adaptadas por casi todas las otras regiones del mundo (Reyes-Trigueros & et al, 2023).

Las tilapias en su medio natural habitan por lo general en aguas de poca corriente tales como lagos, reservorios, lagunas y embalses, permaneciendo en zonas poco profundas y cercanas a las orillas donde se alimentan y se reproducen. Estos organismos bajo condiciones de cultivo han mostrado su adaptabilidad a diferentes sistemas: jaulas o encierros en lagunas y presas, estanques de bordería rústicas (Romero-Calvo & Ulloa Blandón, 2014).

4.2.1 Hábitat y biología

La tilapia del Nilo es una especie tropical que prefiere vivir en aguas someras. Las temperaturas letales son: inferior 11-12 °C y superior 42 °C, en tanto que las temperaturas

ideales varían entre 31y 36 °C. Es un alimentador omnívoro que se alimenta de fitoplankton, perifiton, plantas acuáticas, pequeños invertebrados, fauna béntica, desechos y capas bacterianas asociadas a los detritus (FAO, 2024).

La tilapia nilótica presenta un color en general cenizo azulado (Gris), siendo el macho de un color más claro al de la hembra, diferenciándose de estas la tilapia roja, la cual presenta un tono rosado a rojo, pudiendo variar en partes del cuerpo. El cuerpo es generalmente comprimido y discoidal, raramente alargado. La boca es protráctil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios gruesos. Para su locomoción poseen aletas pares e impares. Las aletas pares las constituyen las pectorales y las ventrales; las impares están constituidas por las aletas dorsales, la caudal y la anal (Mayorga-Luna & Navas-Meléndez, 2015).

La tilapia tiene un rango de temperatura óptimo que es entre 20-30 °C, pueden soportar temperaturas más bajas. No crecerán por debajo de los 15°C. Se reproduce con éxito a 26-29 °C. El límite superior de tolerancia varía entre 37- 42 °C. El pH óptimo está entre 7 y 8. No soportan valores por debajo de 5, pero son resistentes a valores alcalinos de 11 (Delgado, 2022).

4.2.2 Clasificación taxonómica

Tabla 1. Taxonomía de la tilapia gris

Phylum	<i>Chordata</i>
Subphylum	<i>Vertebrata</i>
Superclase	<i>Gnathostomata</i>
Serie	<i>Pisces</i>
Clase	<i>Actinopterygii</i>
Orden	<i>Perciformes</i>
Suborden	<i>Percodei</i>
Familia	<i>Cichlidae</i>
Género	<i>Oreochromis</i>
Especie	<i>Niloticus</i>

4.2.3 Composición química y nutricional

El pescado es uno de los alimentos más completos por calidad y cantidad de nutrimentos que aporta: una porción de 100 g cubre el 50% de proteínas, de 10-20% de minerales y un porcentaje de vitaminas liposolubles A, D Y E. Su contenido de grasa es variable depende de la especie, maduración sexual, disponibilidad de alimentos y hábitos alimenticios del pescado (Velásquez-Pacha, 2012).

Tabla 2. Composición química y nutricional de tilapia gris

Composición química y nutricional	Cantidad
Agua (%)	78.08
Energía (kcal)	96
Proteína (g)	20.08
Grasa total (g)	1.70
Ceniza (g)	0.93
Calcio (mg)	10
Fosforo (mg)	170
Hierro (mg)	0.56
Niacina (mg)	3.90
Colesterol (mg)	50
Potasio (mg)	302
Sodio (mg)	52

Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica, 2012.

4.3 Utilización de subproductos pesqueros

La expansión de la elaboración de la producción pesquera y acuícola ha dado lugar a un aumento de las cantidades de subproductos, que pueden representar hasta el 70 % de los productos pesqueros elaborados, dependiendo del tamaño, la especie y el tipo de

elaboración. Los subproductos se componen normalmente de cabezas (que representan entre el 9 % y el 12 % del peso total del pescado), vísceras (entre el 12 % y el 18 %), piel (entre el 1 % y el 3 %), espinas (entre el 9 % y el 15 %) y escamas (alrededor del 5 %) (FAO, 2022).

La industria pesquera se enfrenta a demandas cada vez mayores de una mejor utilización de toda la materia prima disponible para elaborar diferentes productos ofreciendo una alternativa potencialmente. Estas demandas son resultado de preocupaciones tanto económicas como ecológicas y aportan a los consumidores alimentos nutritivos, llevando un mayor interés en los subproductos pesqueros en los últimos años (Sovik, S. & Rustad, T., 2006).

4.3.1 Escamas

Las escamas de pescado constituyen una cantidad considerable de residuos de las industrias de transformación del pescado. Según, Cobeña-Dueñas et al (2022), sugiere que el colágeno obtenido de las escamas de los peces posee propiedades típicas del colágeno de tipo I.

Las escamas de pescado se componen de alrededor de 41 a 45 % de materia orgánica, que incluye vitaminas, colágeno, grasa y lecitina, y de 38 a 46 % de materia inorgánica, que incluye minerales como calcio, magnesio, hierro, zinc y zinc. Entre los materiales orgánicos, las escamas de pescado contienen casi entre un 30% y un 50% de proteínas (Islam et al, 2024).

4.4 Colágeno

Los colágenos representan la mayor estructura proteica, cerca del 30 % de la proteína del cuerpo de los vertebrados. La molécula de colágeno está compuesta de tres cadenas polipeptídicas las cuales forman una estructura de triple hélice (Gómez-González et al 2020).

El colágeno es una proteína estructural que proporciona durabilidad, flexibilidad y estabilidad. Es particularmente abundante en la piel de bovino [13]. La formación de membranas basales y matriz extracelular se basa en las intrincadas redes creadas por sus estructuras fibrilares y microfibrilares. Las proteínas fibrilares están presentes en los tejidos conectivos como la piel, tendón, cartílago, hueso (Kiyak, 2024).

4.4.1 Fuentes de obtención

La principal fuente de extracción de colágeno han sido comúnmente los residuos del beneficio de especies bovinas y de la piel, huesos y cartílagos de cerdo (Li et al, 2018). Sin embargo, diferentes estudios han determinado la funcionalidad del colágeno de origen marino, extraído de las pieles de pescado de agua dulce y agua salada como la piel de tiburón, entre otros (Cho et al, 2014).

El colágeno presente en la piel, los huesos, los cartílagos y las escamas de los vertebrados e invertebrados marinos, es más biodisponible en comparación con el colágeno bovino o porcino y tiene una mayor capacidad de absorción (hasta 1,5 veces más eficiente en el organismo) (Cho et al, 2014).

4.4.2 Usos y aplicaciones

El colágeno se ha utilizado en diversos campos de la industria, es ampliamente usado en las industrias cosmetológicas, biomédicas, farmacéutica y en alimentos donde se ha utilizado para la elaboración de alimentos funcionales (Anaya-Barajas, 2020).

4.5 Mora (*Rubus glaucus*)

La mora de castilla es un cultivo herbáceo anual, es originaria de las zonas altas tropicales de América, los cuales incluyen Colombia, Ecuador, México Panamá, Guatemala, Honduras, y Salvador (CCB, 2015).

4.5.1 Generalidades de la mora

La familia Rosaceae comprende más de 100 géneros, los cuales a su vez contienen cerca de 3000 especies, siendo la tercera familia de plantas más importante desde el punto de vista económico en las principales regiones templadas del mundo (Zarei et al 2017). Uno de los géneros más representativo de esta familia es *Rubus*, el cual cuenta con cerca de 750 especies (Espinosa et al. 2016).

La mora de castilla en su forma natural es una planta de hábito perenne, de porte arbustivo, semirecto y semitrepador, y de crecimiento muy vigoroso; puede alcanzar hasta tres metros de altura, en cuanto al fruto de la mora de castilla es una polidrupa, con 70-100 drupeolas por receptáculo (y dentro de cada una hay una semilla; los frutos pueden ser de tamaño grande, mediano o pequeño; circular o cónico elíptico, la maduración es dispareja porque la floración no es homogénea (Mora- Ramos et al 2021).

La mora es una fruta ampliamente conocida por contener cantidades notables de compuestos fenólicos, incluyendo las antocianinas, flavonoles, ácido clorogénico y procianidinas, que tienen una alta actividad biológica y pueden proporcionar beneficios para la salud humana, es decir, como antioxidantes en la dieta humana (Ruiz- Sánchez & Sepúlveda, 2016).

Tabla 3. Composición nutricional de la mora de castilla en 100 g de pulpa sin semillas.

Composición nutricional	Mora de castilla
Ácido ascórbico (mg)	8,00
Agua (g)	92,80
Calcio (mg)	42,00
Calorías (cal)	23,00

Carbohidratos (g)	5,60
Cenizas (g)	0,40
Fibra (g)	0,50
Fósforo (mg)	10,00
Grasa (g)	0,10
Hierro (mg)	1,70
Niacina (mg)	0,30
Proteínas (g)	0,60
Riboflavina (mg)	0,05
Tiamina (mg)	0,02

Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica, 2007

4.6 Azúcar

El azúcar común es un producto sólido, cristalizado, constituido esencialmente por cristales de sacarosa (99%) y obtenido mediante procedimientos industriales a partir de la caña de azúcar o la remolacha azucarera (Martín- Aragón, 2006).

4.6.1 Composición nutricional

Tabla 4. Composición nutricional del azúcar en 100 g

Composición nutricional	Cantidad
Kcal (g)	399
Carbohidratos (g)	99,8
Sodio (mg)	0,3
Calcio (mg)	0,6
Hierro (mg)	0,29
Fósforo (mg)	0,3
Potasio (mg)	2,2

Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica, 2007

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de procesamiento acuícola en la Universidad Nacional de Agricultura, ubicada a 6 km de la ciudad de Catacamas, Olancho, carretera que conduce a Dulce Nombre de Culmí.

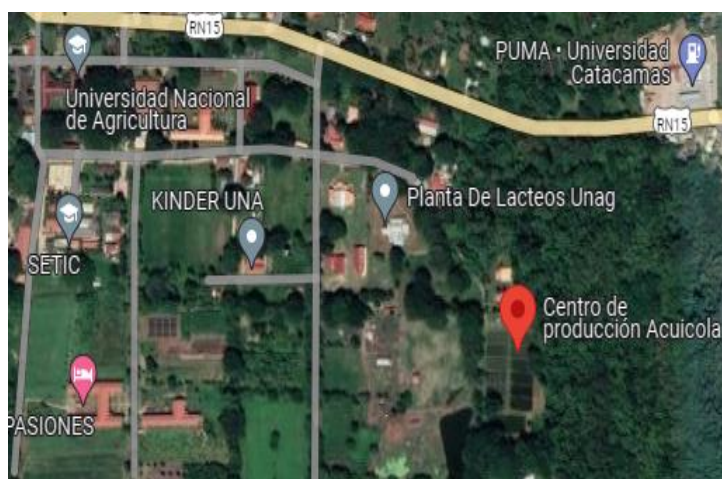


Figura 1. Ubicación del área de investigación

5.2 Obtención de materia prima

Para el desarrollo de la gelatina, una parte de las escamas de tilapia gris se recolectaron del Centro de Producción Acuícola de la Universidad Nacional de Agricultura y otra parte se recolectaron en la Feria del Agricultor en la ciudad de Tegucigalpa. La mora de castilla y el azúcar se obtuvo de un supermercado local y el ácido cítrico se adquirió en la planta hortofrutícola de la universidad.

5.3 Metodología

El proceso de elaboración de gelatina a base de escamas de pescado se desarrolló en tres fases que se describen a continuación:

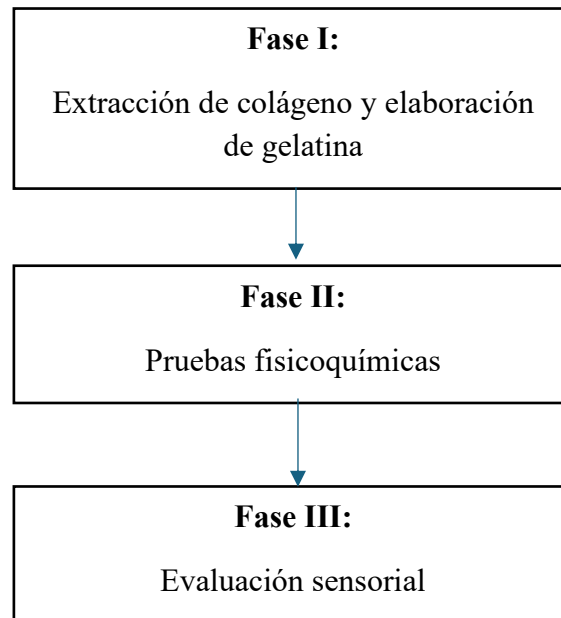


Figura 2. Fases de la investigación

5.3.1 Fase I. Extracción de colágeno y elaboración de gelatina:

Se extrajo el colágeno de las escamas de pescado pasteurizando a un tiempo de 90 minutos a 85 °C, luego de filtrar y obtener el colágeno se procederá a adicionar la pulpa de mora utilizando diferentes formulaciones evaluando % colágeno y % pulpa de mora con tres tratamientos de dos repeticiones cada uno.

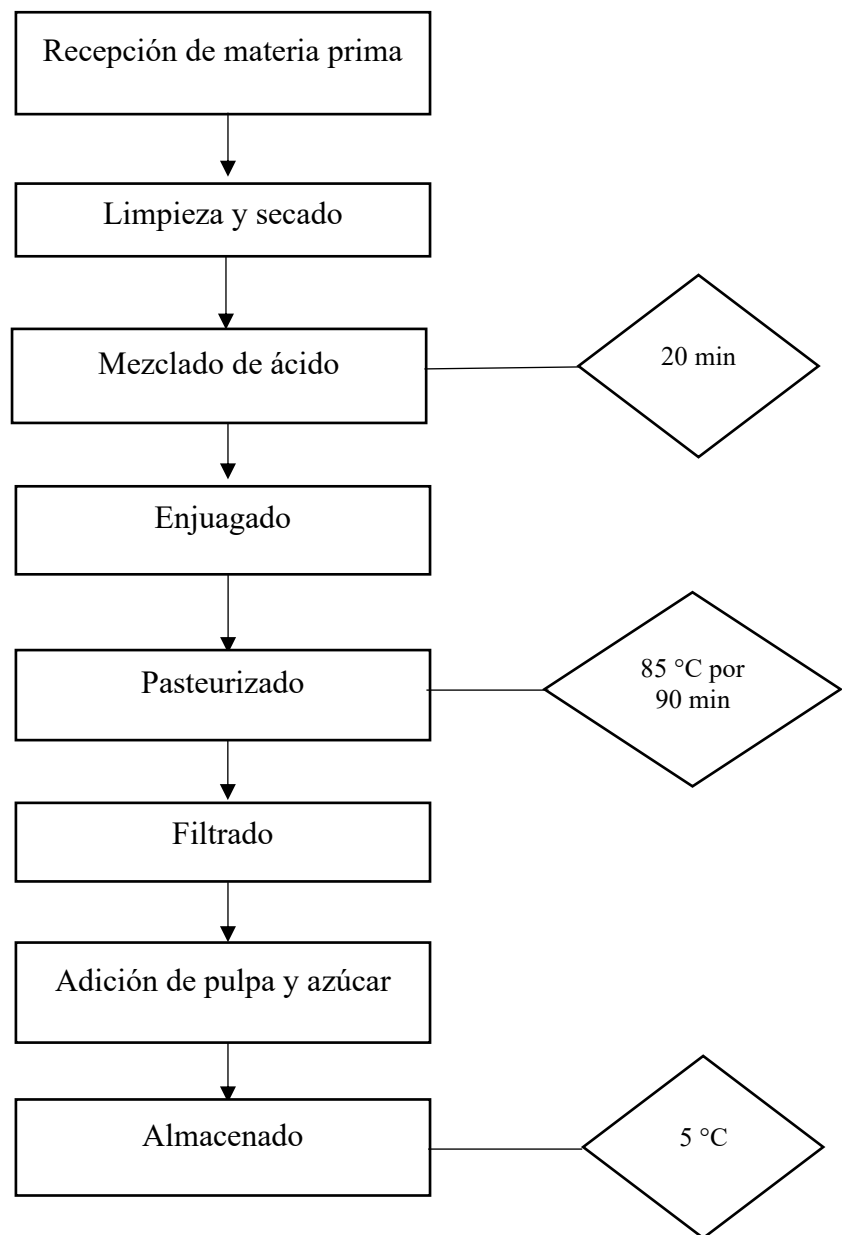


Figura 3. Flujograma de proceso de la gelatina a base de escamas de tilapia gris

➤ **Recepción de materia prima:**

La tilapia gris se obtuvo del Centro de Producción Acuícola de la Universidad Nacional de Agricultura, se quitaron las escamas con la ayuda de cuchillos y tabla para picar. Otra parte de las escamas se obtuvieron en la feria del agricultor en Tegucigalpa, recolectando alrededor de 1,200 g de escamas de tilapia gris.

➤ Limpieza y secado:

Posteriormente de recibir las escamas, en una paila plástica se procedió a limpiar realizando un movimiento de agitación por 15 minutos, lavar y secar las mismas.

➤ Mezclado de ácido:

Después de limpiar las escamas y lavarlas, se utilizó ácido cítrico, para eliminar olores no deseados; dejando en reposo 20 minutos.

➤ Enjuagado:

Luego del mezclado de ácido se procedió a enjuagar con agua tibia durante 10 min, para evitar malos olores.

➤ Pasteurizado:

Para cada repetición se utilizaron 200 g de escamas de tilapia, en la estufa de gas, se colocó una olla de acero inoxidable las escamas en una proporción 1:1 con una temperatura de 45°C por 30 minutos para eliminar residuos químicos. Posteriormente, se adiciona agua 1:6 para extraer el colágeno ya que el tratamiento térmico evapora casi la mitad de agua, pasteurizando a 80 °C por 90 min a baño maría, según Basualdo y Delgado (2019).

➤ Filtrado:

Tras la pasteurización de las escamas, se procede a la separación del líquido utilizando un tamiz que permite la obtención del colágeno. Obteniendo 600 ml de colágeno en cada repetición.

➤ Adición de pulpa:

Se utilizó pulpa de mora de castilla adquirida en un supermercado local. La pulpa de mora se filtró a través de un tamiz con el fin de separar los sólidos para que quede únicamente el líquido, se agregaron las cantidades de pulpa de mora y colágeno según los tratamientos y se volvió a tamizar en un filtro de café para evitar que se observen partículas pequeñas de la pulpa de mora en la gelatina. Por último, se agregó el azúcar al 3% a la gelatina.

➤ **Almacenado:**

En un refrigerador se almacenaron las muestras de gelatina para que obtener la consistencia deseada, a una temperatura de 5° C.

5.3.2 Fase II: Pruebas químicas:

Se realizaron pruebas químicas para determinar valores de pH, °Brix, en la gelatina a base de escamas de tilapia gris.

- **pH:** El pH es una medida para evaluar la acidez o la alcalinidad de una sustancia. La escala del pH es logarítmica con valores de 0 a 14. El instrumento utilizado es un pH-metro previamente calibrado antes de cada uso, se necesitó alrededor de 10 gramos de gelatina semisólida para obtener una medición precisa, se inserta el electrodo en la muestra sin tocar el recipiente, esperando a que la lectura se estabilice y registre el valor de pH.
- **°Brix:** Los grados Brix es una medida que determina la cantidad de total de sacarosa disuelto en un líquido. El instrumento utilizado es un refractómetro, tomando una pequeña muestra de la gelatina y colocándola en la superficie del refractómetro.

5.3.3 Fase III: Evaluación sensorial:

Se realizó una prueba sensorial donde participaron 50 panelistas evaluando apariencia general, aroma, color, textura y sabor. La prueba sensorial se hizo con una escala hedónica de 7 puntos, que va desde me disgusta mucho hasta me gusta mucho.

Puntaje	Significado
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta poco
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

Variables dependientes:

- Apariencia general: Es la primera característica para evaluar en una prueba sensorial, ya que constituye los detalles que son percibidos por la visión y determinar si nos llama la atención o no antes de degustarlo.
- Aroma: Propiedad organoléptica perceptible por vía indirecta por el órgano olfativo durante la degustación se origina después de haberse puesto en contacto el alimento con la boca.
- Color: El color influye directamente en el apetito, así como si resulta atractivo el alimento a la vista.
- Textura: La textura de un alimento es aquel conjunto de características que este posee, logramos percibir a través de la masticación, el tacto, la vista y el oído. Así mismo, la textura de los alimentos se define como las propiedades de un alimento que se detectan al entrar en contacto en nuestra boca y cuando logramos percibirlo con las manos (Velasco & García, 2014).
- Sabor: El sabor es la sensación que producen los alimentos u otras sustancias en el gusto. El gusto es el sentido que nos permite identificar los sabores de los alimentos que consumimos, esto lo hace principalmente utilizando la lengua.

Índice de aceptabilidad

De igual manera, con los datos de la evaluación sensorial se calculó el índice de aceptabilidad para cada característica sensorial con la siguiente expresión:

$$\text{Índice de aceptabilidad: } \left(\frac{\text{Promedio de cada característica}}{\text{Valor máximo de escala hedónica}} \right) \times 100$$

Diseño experimental y análisis estadístico:

El diseño es completamente aleatorizado, donde los factores de estudio es la relación colágeno-pulpa de mora. Para el análisis de resultados se implementó un análisis de varianza (ANOVA), en el programa INFOSTAT con la prueba de Tukey, a un nivel de significancia de 5 %.

Variables independientes:

- % colágeno: diferentes concentraciones en g.
- % pulpa de mora: diferentes concentraciones en g.

Tabla 5. Tratamientos

Tratamientos	% Colágeno	% Pulpa	% azúcar
1	65	32	3
2	75	22	3
3	85	12	3

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la investigación realizada basada en desarrollar una gelatina a base de colágeno de escamas de pescado adicionando pulpa de mora, en los resultados se determinó los valores de pH y grados brix, como también el nivel de aceptabilidad por parte de panelistas hacia los diferentes tratamientos. A continuación, se presentan las tablas de valores de pH, grados brix y la tabla de comparación de medias para los tratamientos junto con su respectivo gráfico de índice de aceptabilidad con su respectiva discusión.

6.1 Análisis químicos

Tabla 6 pH de gelatina con diferentes porcentajes de colágeno y pulpa de mora.

Tratamiento (%Colágeno)	pH
T1 (65)	3.86±0.07 ^a
T2 (75)	3.88±0.03 ^a
T3 (85)	3.9±0.1 ^a

Nota: *medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p<0.05$), según la prueba de comparación de Tukey*

La *tabla 6* muestra la comparación de medias del pH de los tres tratamientos de gelatina con diferentes porcentajes de colágeno y pulpa de mora. Los valores fueron tomados en dos repeticiones. Así mismo, estadísticamente no hay diferencia significativa en los valores de pH entre los tres tratamientos.

Los valores de pH de la gelatina con pulpa de mora fueron de 3.86, 3.88 y 3.9 valores similares al trabajo de investigación de Basualdo & Delgado (2019), investigación sobre la obtención de gelatina de escamas de pescado lisa con aguaymanto (*Physalis peruviana*) donde determina valores de pH entre 3.92 y 4.14.

Tabla 7 Grados brix gelatina con diferentes porcentajes de colágeno y pulpa de mora.

Tratamiento (%Colágeno)	°Brix
T1 (65)	6±0.00 ^a
T2 (75)	5.78±0.29 ^a
T3 (85)	4.19±0.29 ^a

Nota: *medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p<0.05$), según la prueba de comparación de Tukey*

La *tabla 7* muestra la comparación de medias de grados brix de los diferentes tratamientos de la gelatina, en donde no hubo diferencia estadística significativa.

Así mismo, en la tabla anterior se muestran los resultados de °brix, valores de 6.00, 5.78, 4.17, por otro lado los valores obtenidos por Basualdo & Delgado (2019) fueron entre 8.20 y 5.80, en los resultados obtenidos hay una diferencia debido a la fruta y edulcorante utilizado.

6.2 Análisis sensoriales

A continuación, se muestran los resultados obtenidos mediante las pruebas sensoriales realizadas a 50 panelistas.

Tabla 8 Comparación de medias para atributos sensoriales de gelatina con diferentes porcentajes de colágeno y pulpa de mora.

Tratamiento (% Colágeno)	Apariencia general	Aroma	Color	Textura	Sabor
T1 (65)	5.66±1.40 ^c	5.15±1.59 ^c	5.9±1.13 ^c	5.21±1.75 ^b	4.37±1.83 ^b
T2 (75)	4.83±1.69 ^b	4.35±1.76 ^b	4.64±1.58 ^b	4.99±1.73 ^{a, b}	3.93±1.94 ^{a, b}
T3 (85)	3.8±1.72 ^a	3.52±1.84 ^a	3.34±1.89 ^a	4.38±2.26 ^a	3.44±1.97 ^a

Nota: *medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p<0.05$), según la prueba de comparación de Tukey*

En la *tabla 8* se muestran los resultados de los atributos sensoriales de la gelatina con diferentes porcentajes de colágeno (65,75,85 %) y pulpa de mora (32,22,12 %). Se observa que la apariencia general, aroma y color presenta diferencias significativamente entre los tratamientos, en cuanto a la textura y sabor se observa que hay diferencia entre el T1 (65 %) y T3 (85 %), excepto en el T2 (75 %) que no presenta diferencia entre los

dos tratamientos mencionados. Según la tabla anterior, el tratamiento mejor aceptado fue el T1 (65 % colágeno y 32 % pulpa de mora).

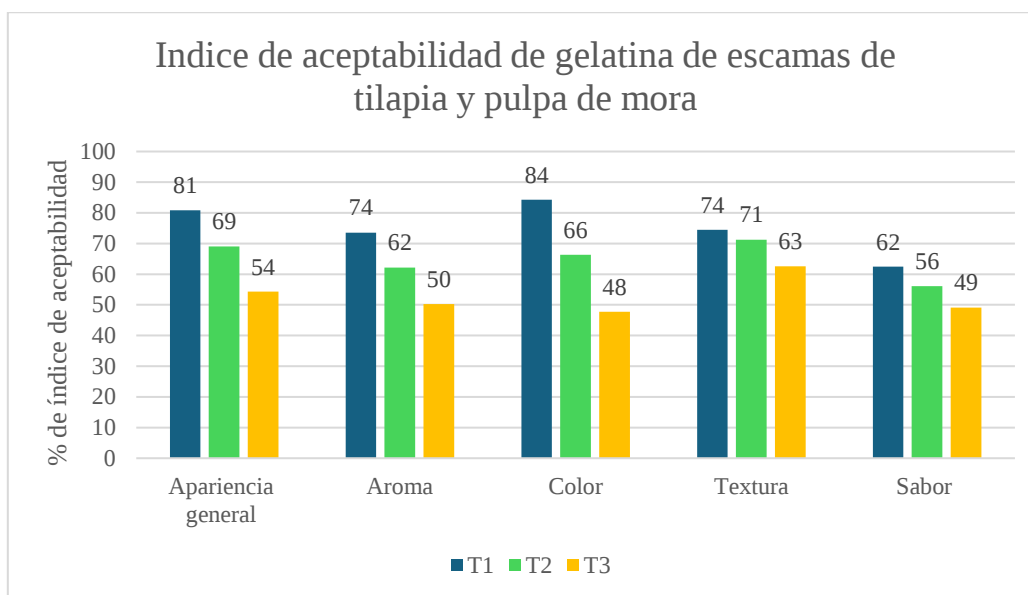


Figura 4. Índice de aceptabilidad de los atributos sensoriales de la gelatina con diferentes porcentajes de colágeno y pulpa de mora.

En la Figura 6 se muestran los valores para el índice de aceptabilidad calculados a partir de los valores de las medias de la evaluación sensorial para los atributos de apariencia general, aroma, color, textura y sabor. El índice de aceptabilidad indica a la gelatina de colágeno al 65 % y pulpa de mora 32 % con mayor aceptabilidad, teniendo apariencia general (81 %), aroma (74 %), color (84 %), textura (74 %) y en cuanto al sabor ninguno de los tratamientos alcanzó el índice de aceptabilidad, el cual debe ser de 70 %. La gelatina con mayor aceptación fue la de colágeno al 65 % y pulpa de mora 32 % y la de menor aceptación colágeno al 85 % y pulpa de mora 12 %.

Según Almeida y et al. (2012), en el trabajo de investigación acerca de la elaboración y clasificación sensorial de gelatinas de patas de pollos donde evalúa las cualidades sensoriales de la gelatina de patas de pollo comparando con una muestra comercial en donde la muestra comercial tuvo buena aceptación por parte de los catadores en cambio solo una muestra de gelatina de patas de pollo fue mejor valorada siendo la muestra de Gelatina D conteniendo mayor porcentaje de polvo de gelatina y azúcar en comparación a las demás. Con respecto a la investigación realizada, el atributo de sabor fue rechazado ya que los niveles de azúcar fueron bajos, además que en los otros tratamientos se podía percibir un poco el sabor a pescado.

VII. CONCLUSIONES

La extracción de colágeno de las escamas de tilapia gris mediante pasteurización resultó ser un proceso eficiente, contribuyendo al aprovechamiento de subproductos pesqueros y ofreciendo una fuente viable de colágeno para la elaboración de gelatinas.

Los diferentes porcentajes de colágeno y pulpa de mora mostraron diferencias significativas en las propiedades organolépticas de la gelatina. Se obtuvo una gelatina con una buena apariencia general, la adición de pulpa de mora aportó sabor, mejoró el color de la gelatina, añadiendo un valor nutricional adicional gracias a los compuestos bioactivos presentes en la fruta.

En cuanto al análisis de pH, se observó que los tratamientos de gelatina se mantuvieron dentro de los rangos óptimos para garantizar su estabilidad. Sin embargo, los grados Brix de las gelatinas elaboradas no alcanzaron el rango estándar de las gelatinas comerciales, lo que sugiere que la concentración de sólidos solubles podría mejorarse en futuras formulaciones.

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial indicaron que el tratamiento 1 (65% colágeno, 32% pulpa de mora) fue el mejor evaluado en los atributos de apariencia general, aroma, color, textura y sabor. No obstante, el índice de aceptabilidad para el atributo de sabor no alcanzó el 70% para ninguno de los tratamientos.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda mejorar el sabor de la gelatina, investigando maneras de reducir o eliminar el sabor a pescado.

Se recomienda realizar análisis microbiológicos para determinar presencia de patógenos en la gelatina de escamas de tilapia.

Así mismo, se recomienda realizar diferentes análisis fisicoquímicos para evaluar parámetros como viscosidad, color, contenido de agua, entre otros.

Se recomienda realizar análisis bromatológicos para conocer la cantidad de nutrientes que esta pueda contener.

Para futuras investigaciones se recomienda extraer el colágeno con distintas técnicas, utilizando los avances tecnológicos.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Almeida, P.J; Alves, W.A; Farias, T.M; Curvelo-Santana, J.C. 2012. Elaboración y clasificación sensorial de gelatinas de patas de pollos. Correlación usando Redes Neuronales Artificiales. Información Tecnológica 23(6).
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642012000600014>

Anaya-Barajas, D; Aguilar- Pliego, J; Biomateriales para regeneración de tejido óseo extraídos de desechos de pescado. Revista mexicana de ingeniería biomédica 40(3).
<https://doi.org/10.17488/rmib.40.3.13>

Basualdo-Landa, I.C & Delgado-Pachecho, J.M. 2019. Obtención y caracterización fisicoquímica, químico proimal y sensorial de gelatina a base de escamas de pescado y aguaymanto (Physalis peruviana). Tarma-Perú. 147p.

Basualdo-Landa, I.C & Delgado-Pachecho, J.M. 2019. Obtención y caracterización fisicoquímica, químico proimal y sensorial de gelatina a base de escamas de pescado y aguaymanto (Physalis peruviana). Tarma-Perú. P. 85-86

CCB. Cámara de comercio de Bogotá. 2015. Manual Mora. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial de la vicepresidencia. Fortalecimiento empresarial de la Cámara de Comercio de Bogotá. Gills y Saens. Bogotá Colombia. 54p.

Cho, J.K., Jin, Y.G., Rha, S.J., Kim, S.J., & Hwang, J.H., Biochemical characteristics of four marine fish skins in Korea., Food Chemistry 159. p. 200-207.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.012>

Cobeña-Dueñas, M. V; Dueñas-Rivadeneira, A. A; Delgado-Demera, M. H; & Rodríguez-Díaz, J. M. 2022. Revisión de los métodos de obtención de colágeno a partir de subproductos de especies marinas. Centro azúcar 49 (4). p 102-113.

Dauda, A. B; Ajadi, A; Tola-Fabunmi, A. S; Akinwale, A. O. 2019. Producción de residuos en acuicultura: Fuentes, componentes y manejos en diferentes sistemas de cultivo. 4(3). P 81-88. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2018.10.002>

Delgado L. 2022. “CULTIVO DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*). Tesis Ing. Pisco, Perú. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. 42 p.

Espinosa, B. N; Ligarreto, M.G.A; Barrero, M. L.S; Medina, C.C.I. 2016. Variabilidad morfológica de variedades nativas de mora (*Rubus* sp.) en los Andes de Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 10(2):211-221. doi:10.17584/rcch.2016v10i2.4755. <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.4755>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2022. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022: Hacia la transformación azul. Roma, Italia. 86, 288 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2024. *Oreochromis niloticus*. Programa de información sobre especies acuáticas cultivadas (en línea, sitio web). Consultado el 18 abril 2024. Disponible en https://www.fao.org/fishery/es/culturedspecies/oreochromis_niloticus_es/es

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2022. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022: Hacia la transformación azul. Roma, Italia. 84, 288 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2024. Descripción general del sector acuícola nacional Honduras (en línea, sitio web).

Consultado el 13 de noviembre de 2024. Disponible en <https://www.fao.org/fishery/es/countrysector/hn/es?lang=es>

Gómez-González, R; Figueroa Hernández, C; Ameneiros-Martínez, J. M; Cervantes-Uc, J. M; & Pérez-Álvarez, R. R. 2020. Estudio de la valoración económica para la obtención de matrices de colágeno. *Ingeniería Mecánica* 23(1).

Islam, M. H; Ara, M. H; Naime, J; & Rayhan M. A. 2024. Nutritional evaluation of fish scale of selected saline and freshwater fish species. *Food and Humanity* 2. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.100225>

Kiyak, B. D; Nuray, I. C; Çelebi, Y; Malçok, S. D; Koç, G; Adal, S; Yüksel, A. N; Süfer, Ö; Özkan A; Ramniwas, S; & Pandiselvam, R. 2024. Advanced Technologies for the Collagen Extraction from Food Waste –A Review on Recent Progress. *Microchemical Journal*. 201. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2024.110404>

Li, J; Wang, M; Qiao, Y; Tian, Y; Liu, J; Qin, S; & Wu, W. Extraction and characterization of type I collagen from skin of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its potential application in biomedical scaffold material for tissue engineering., *Process Biochemistry* 74. p. 156-163. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2018.07.009>

Martín- Aragón, S. 2006. Azúcares y edulcorantes en la dieta: Características y usos. *Farmacia Profesional* 20(2): 66-72.

Mora- Ramos, M. A; Pardo- Carrasco, F. P; Bastidas- López, H. 2021. Diagnóstico Patológico en Mora de Castilla *Rubus glaucus* Benthham (Rosales:Rosaceae). *Orinoquia* 24(2): 27-32. <https://doi.org/10.22579/20112629.632>

Mayorga-Luna, R.J & Navas-Meléndez, L.J. 2015. Efecto de la viabilidad de los huevos en reproductores de tilapia *Oreochromis niloticus* alimentadas con dos tipos de dietas: para tilapia al 28% de proteína y para camarón al 30% de proteína. Tesis Lic. León, Nicaragua. Universidad Nacional de Nicaragua. 67 p.

OSPESCA (Organización del Sector Pesquero y Acuícola del istmo Centroamericana. 2020. Honduras y productores buscan potenciar los rubros de la sal, camarón y tilapia (en línea). Consultado 30 de abril 2024. Disponible en: <https://www.sica.int/busqueda/Noticias.aspx?IDIItem=112260&IDCat=2&IdEnt=47>

Reyes-Trigueros, L; Monroy-Rosta; M.C; Torres-Ochoa, E; Cortés-Sánchez, A.J; Epinosa-Chaurand. L.D. 2023. Parámetros reproductivos en la producción de crías tilapia *Oreochromis Niloticus*: revisión. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. 38(2). 124-137.

Rivero-Rodríguez, S. 2021. Diagnóstico del sector pesquero y marisquero en el Golfo de Fonseca hondureño. Centro Tecnológico del Mar. 131 p.

Romero-Calvo, S. & Ulloa-Blandón, B. 2014. Crecimiento y eficiencia alimentaria usando un sistema de cultivo semi intensivo de *Oreochromis niloticus* en estanques rústicos en el Estero Real. Tesis. Lic. León, Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua. 48 p.

Ruiz-Sánchez, L. J; Sepúlveda, O. I. 2016. Análisis nutricional y nutraceutico de frutos de *Rubus Glaucus benth* (mora de castilla) material sin espinas cultivado en Apia Risaralda. Tesis Ing. Pereira, Colombia. Universidad Tecnológica De Pereira Facultad De Tecnologías Química Industrial. 89 p.

Sovik, S. & Rustad, T. 2006. Effect of season and fishing ground on the activity of cathepsin B and collagenase in by-products from cod species. LWT - Food Science and Technology (39): 43-53. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.11.006>

Velasco, C., & García-Peris, P. (2014). Tecnología de alimentos y evolución en los alimentos de textura modificada: del triturado o el deshidratado a los productos actuales. *Nutrición Hospitalaria*, 29(3), 465-469.

Velásquez-Pacha, M. J. 2012. Evaluación del valor nutricional de la tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en filetes procesados por liofilización. Tesis Ing. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. p. 118.

Zarei, A; J. Erfani-Moghadam & M. Mozaffari. 2017. Phylogenetic analysis among some pome fruit trees of Rosaceae family using RAPD markers. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 31(2):289-298.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación sensorial

Universidad Nacional de Agricultura

Facultad de Ciencias Tecnológicas

Fecha: ____/____/____

Edad: ____

Sexo: F: ____ M: ____



Indicaciones:

Por favor enjuague su boca antes de probar cada una de las muestras que se le presentan, indique su nivel de agrado marcando con una X en la casilla en blanco.

Puntaje	Significado
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta poco
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

Muestra: _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Antes de analizar la siguiente muestra, por favor limpie su paladar con agua para eliminar el sabor de la muestra anterior.

Anexo 2. Extracción y elaboración de gelatina



Anexo 3. Análisis fisicoquímico



Anexo 4. Evaluación sensorial



