



**VIABILIDAD DE PRESELECCIÓN DE MERCADO PARA EXPORTACIÓN DE
COLÁGENO EXTRAÍDO DE DESPERDICIOS DE ESCAMA, PIEL Y ESPINAS DE
TILAPIA CULTIVADA EN EL META**

Heidi Lorena Ramírez Barreto

**Universidad Antonio Nariño
Programa Comercio Internacional
Villavicencio – Meta**

2020



**VIABILIDAD DE PRESELECCIÓN DE MERCADO PARA EXPORTACIÓN DE
COLÁGENO EXTRAÍDO DE DESPERDICIOS DE ESCAMA, PIEL Y ESPINAS DE
TILAPIA CULTIVADA EN EL META**

Heidi Lorena Ramírez Barreto

Director:

Jorge Andrés Arango Campos

Esp. Finanzas y Comercio Exterior

Universidad Antonio Nariño

Programa Comercio Internacional

Villavicencio – Meta

2020



AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento infinito a Dios y la vida porque a pesar que han existido adversidades, siempre he tenido las fuerzas suficientes para tomar un nuevo aire y poder culminar este sueño que inicio hace algún tiempo.

A mi madre María Teresa, quien nunca desistió, por el contrario, siempre me impulso para culminar mis estudios.

Al Dr. Bernardo Rocha por confiar en mí y acompañarme con su conocimiento en este proceso, a mi director de tesis el Dr. Jorge Arango, por todo su apoyo en la realización de este trabajo.

Además, a mi amiga incondicional Katherin Grimaldo, quien siempre estuvo animándome.



DEDICATORIA

Esta monografía está dedicada a Dios, quien seguirá siendo mi guía en este camino que inicio como profesional.

A mi esposo Luis Carlos por su apoyo y amor incondicional, el cual use como bastón para sostenerme en cada tropiezo.

A mi hija Isabell Sophia, quien llego a pintar mi mundo de mil colores, quien se convirtió en fuente de inspiración en cada paso que doy, la única personita que me motivo a seguir adelante.

A mi madre María Teresa, que con su amor y perseverancia nunca dejo de creer en mí, mis hermanos Duván y Carolina que celebran este logro como propio.



TABLA DE CONTENIDO

Tabla de Contenido	5
Ilustraciones	7
TABLAS	8
ANEXOS	9
RESUMEN	10
Abstract	10
Introducción	11
Estudios Preliminares.....	13
1.1 Planteamiento del Problema	13
1.2 Objetivos del proyecto.....	16
1.2.1 Objetivo general	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 Marco Conceptual.....	17
1.3.1 Acuicultura	17
1.3.2 Asociaciones.....	17
1.3.3 Colágeno.....	18
1.3.4 Desperdicios (Piel, escama y espina de la tilapia).....	18
1.3.5 Emprendimiento	18
1.3.6 Investigación.....	18
1.3.7 Piscicultura	19
1.3.8 Tilapia roja.....	20
1.4 Marco Teórico	20
1.5 Alcance	23
1.6 Justificación	24
1.7 Hipótesis de la investigación	27
2. Metodología.....	28
2.2 Definición y justificación del tipo de Estudio.	28



CAPITULO I	29
1. Producción de Tilapia en el Meta	29
CAPITULO II	34
2. Proceso de Extracción de Colágeno.	34
CAPITULO III.....	38
3. Impacto Social y Ambiental	38
En Colombia para el 2017 la producción de tilapia fue de 73.641 toneladas	38
CAPITULO IV.....	40
4. Estudio del Mercado	40
CAPITULO V.....	43
5. Regulación y normas de calidad	43
5.1 Requisitos para exportar en Colombia.....	43
5.1.1 Norma Técnica Colombiana NTC3750.....	44
5.1.2 Instituto Nacional De Vigilancia De Medicamentos Y Alimentos Invima	44
5.2 Regulación en la Unión Europea	46
5.2.1 Etiquetado	46
Conclusiones Y Recomendaciones.....	47
Referencias.....	49
Anexos	8



ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ilustración 1: Tilapia (<i>Oreochromis Mossambicus</i>).....	20
Ilustración 2 Mapa de Actitudes por Temperatura para especies de agua cálida.....	31



TABLAS

Tabla 1. Participación porcentual de los principales Departamentos con Producción Piscícola en Colombia.....	30
Tabla 2. Capacidad instalada para la producción de semilla durante el 2018, por departamento	32
Tabla 3. Producción anual de carne durante el 2018, por departamento y tipo de infraestructura.	32
Tabla 4. Producción anual piscícola de carne durante el 2018, por Especie.	33
Tabla 5 Matriz Selección de Mercados	41



ANEXOS

Anexo A. Optimización de la Extracción del Colágeno Soluble en Ácido de Subproductos de Tilapia Roja (<i>Oreochromis spp</i>) mediante un Diseño de Superficie de Respuesta	18
Anexo B. Acuerdo comercial entre Colombia, Perú y parte de Europa.....	29
Anexo C. NTC 3750	33



RESUMEN

En esta monografía, se buscó identificar la viabilidad en la preselección de mercados, para exportar colágeno extraído de los desperdicios de piel, escamas y espinas de la tilapia, fundamentándolo en un estudio bibliográfico donde se evalúa el crecimiento que viene presentando el sector acuícola en Colombia, la factibilidad de cultivo de esta especie, las características favorables que ostenta el departamento del Meta para la piscicultura; la investigación de técnicas y tecnologías comprobadas, cuyo resultado de un proceso químico y de extracción de un producto que cumple con los estándares de calidad; concluyendo que posee una diversa utilidad para ser ofrecido como materia prima al sector cosmético. A partir de lo anterior se hizo un análisis de Mercado, que arroja como resultado la selección de España como el destino idóneo para exportar el producto obtenido, partiendo del beneficioso acuerdo que Colombia tiene con la Unión Europea.

Abstract

In this monograph, we sought to identify the viability in the preselection of markets, to export collagen extracted from the waste of skin, scales and thorns of tilapia, basing it on a bibliographic study evaluating the growth that the aquaculture sector in Colombia has been presenting. , the feasibility of cultivation of this species, the favorable characteristics that the department of Meta has for fish farming; the investigation of proven techniques and technologies, the result of which is a chemical process and the extraction of a product that meets quality standards; concluding that it has a diverse utility to be offered as raw material to the cosmetic sector. Based on the above, a market analysis was carried out, which results in the selection of Spain as the ideal destination to export the product obtained, based on the beneficial agreement that Colombia has with the European Union.



INTRODUCCIÓN

Este proyecto realizo un estudio de la oportunidad de exportación de colágeno extraído de desperdicios de escama, piel y espinas de tilapia en el departamento del Meta, donde se buscó aprovechar las condiciones geográficas y climáticas de la región, que favorecen el desarrollo de la piscicultura específicamente el cultivo de esta especie, de tal forma que esta alternativa de cultivo contribuirá también al desarrollo regional y social involucrando nuevas plazas laborales. Es importante resaltar que el sector piscícola y especialmente la producción de cultivos de tilapia se encuentra en un contexto próspero, debido entre otras razones a la articulación que viene asumiendo el gobierno entrante del Departamento, el cual tiene una apuesta significativa en este sector y por otro lado, como resultado de un proceso de paz en desarrollo, Colombia ha venido restableciendo su sociedad y reconstruyendo una economía con enfoque rural y del campo abriendo espacios de participación comercial y fortalecimiento a actividades producidas en su mayoría por pequeños productores, como es el caso del cultivo de tilapia colombiano, con un bajo índice competitivo frente a la tecnificación de los mercados internacionales, que sin embargo se proyectan como un sector sustentable en los procesos de desarrollo agropecuario nacional, sustituyendo cultivos ilícitos y obteniendo ventajas comparativas al aprovechar inversiones del gobierno para estos sectores.

Teniendo en cuenta lo anterior se sabe que, por tradición, el llano colombiano ha ofrecido productos acuícolas sin transformación, de manera que se ha dedicado a vender commodities sin ofrecer productos manufacturados a grandes compradores desatendiendo gran parte del mercado comercial.

Es por ello que surge la necesidad de implementar una estrategia comercial que permita a las iniciativas llaneras del sector acuicultor ampliar su portafolio de productos ofreciendo calidad y



disminuyendo costos operativos como lo son la destinación de grandes rubros económicos al manejo adecuado de los desperdicios que deja la producción, justamente allí radica la iniciativa que propende la presente investigación, desarrollada con el fin de brindar a los acuicultores del llano una alternativa comercial, utilizando los desechos de la Tilapia como la escama, la piel y la espina extrayendo colágeno y brindarlo a un mercado con gran demanda como el de los cosméticos

En ese orden de ideas, se evidenció la posibilidad de extraer colágeno con un proceso de optimización, realizado por los investigadores Julián Quintero y José Zapata; financiado por COLCIENCIAS y la Universidad de Antioquia, quienes aplicaron un método experimental a una temperatura de 25°C y una hidrólisis de 0.4 M de hidrólisis de sodio, con el que pudieron alcanzar el máximo porcentaje de colágeno, tanto de la tilapia como de la cachama, de tal manera que este cumpliera con los parámetros establecidos por las Normas Técnicas Colombianas NTC3750.

Así mismo, apostar a la exportación del colágeno obtenido, hacia el país de España, aprovechando los múltiples beneficios que trae el acuerdo comercial que Colombia firmó en el 2013 con la Unión Europea, el cual incluye artículos naturales para la preparación de cosméticos en su lista de productos con gravamen del 0%.

A partir de lo anterior, concluir que se cuenta con la producción y la tecnología necesaria para la producción de colágeno, con el que se puede implementar un plan exportador ya que existe una necesidad y un cliente asequible.



Estudios Preliminares

1.1 Planteamiento del Problema

Históricamente, Colombia por ser un país tropical, se ha caracterizado por generar productos acuícolas de alta calidad ya que gracias a sus destacados recursos hídricos y geográficos posee una de las mayores diversidades de peces del planeta, permitiéndole a dicho sector ofrecer una gran variedad de peces con extraordinarias condiciones para el mercado internacional, en efecto, el departamento del Huila ha resaltado por buscar mercado en la comercialización de la Tilapia destacándose como uno de los departamentos más representativos en la producción de peces a nivel nacional, Por su parte, a partir del año 2008, el departamento del Meta ha crecido en el sector acuícola liderando la producción de alevinos a nivel nacional, sin embargo, solo hasta el año 2014, (Acuicultura, 2015) El aumento de los pozos de cultivo de tilapia en municipios como Castilla, Acacias y Guamal, entre otros, disparó la producción de pescado en el departamento del Meta que se comercializa a nivel regional y nacional, convirtiéndose en el primer productor de pescado del país superando al departamento del Huila. (ICA, 2015).

A su vez en los llanos orientales y en gran parte del país, la producción piscícola es liderada por pequeños productores, familias campesinas y propietarios de pequeñas fincas que han apostado a la generación de productos acuícolas sin transformación, de manera que el sector se ha caracterizado por ofrecer commodities, sin poder brindar una canasta comercial más robusta con productos manufacturados a grandes compradores como Bogotá D.C. e impidiéndoles el acceso a mercados competitivos, sustentables e internacionales.



En el año 2007 se creó una notable apuesta con la iniciativa Meta Fish Food Company S.A.S., una empresa de capital mixto que, con participación del estado, propuso la creación de una planta de producción tecnificada, convirtiéndose en una de las más innovadoras y modernas del país. La planta de sacrificio Meta Fish, se encaminó a la producción de filete de pescado, teniendo como proveedores los productores de los municipios cercanos, emprendimiento que tenía mucho sentido al analizar la necesidad de transformación de los productos locales. Sin embargo, a pesar de las grandes expectativas que tuvo y con ocasión a la falta de articulación entre el sector público y privado, además de ofrecer un producto poco competitivo en costos frente al mercado internacional, impidieron que esta extraordinaria iniciativa empresarial tuviera permanencia y éxito.

Estudios recientes indican que la piel, escamas y espinas de la tilapia cuentan con un alto porcentaje de colágeno, componente que ha sido ignorado por parte de los productores de la región ya que se extrae únicamente el filete de la tilapia y se desecha la piel, las escamas, espinas y otros o se dedican a funciones de poco valor agregado como la alimentación de otros animales, disponer de dichos residuos de manera adecuada es sumamente oneroso para una empresa, que como consecuencia obliga al pequeño productor a hacer un manejo deficiente de los despojos, generando un impacto ambiental negativo. (Urquijo S. a., 2017).

El Grupo de Nutrición y Tecnología de Alimentos de la facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias, de la Universidad de Antioquia, viene trabajando en la viabilidad de optimizar un método en función de la temperatura y la concentración de los agentes químicos como hidróxido de sodio y ácido acético (NaOH y CH₃-COOH) para la extracción del colágeno de la Tilapia, concluyendo que dicho método cumple con la norma técnica Colombiana para los productos para



la industria cosmética de colágeno soluble (NTC) 3750, demostrando que mediante este método es posible la extracción de colágeno. (Quintero & Zapata , 2017)

Por su parte el colágeno está directamente vinculado al mercado cosmético, siendo éste uno de los productos más apetecidos por los consumidores de dicho sector, no obstante se obtiene principalmente de animales de origen porcino y bovino, existiendo creencias religiosas y enfermedades bovinas que pueden transmitir estos animales a los humanos, por lo que la comunidad científica ha venido centrando su atención en productos derivados del pescado, ya que la consideran una fuente de colágeno más pura y segura en comparación con otros animales.

Una gran parte de las investigaciones adelantadas han sido desarrolladas en peces de origen marino, por lo que es de gran interés iniciar estudios para la extracción de colágeno a partir de peces de agua dulce de zonas cálidas puesto que tienen mayor estabilidad térmica; por lo anterior, se evidencia la necesidad de ofrecer al sector acuicultor de los llanos orientales una alternativa que les permita ser más competitivos frente a mercados internacionales partiendo de sus ventajas geográficas y aprovechando el interés de participación por parte del Estado Colombiano mediante el ente gubernamental cuya prioridad es promover al sector agrícola y pecuario en actividades productivas (Zuluaga, 2020) potenciales para acceder a nuevos mercados con marca propia.

Dicho enfoque regional, se articula con el gran potencial de desarrollo que tiene este sector, priorizado como de primer nivel en la línea de campo con progreso, alianza creada por la Presidencia de la República para dinamizar el desarrollo y la productividad de la Colombia rural y la transformación empresarial expuesta en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2022 (Rueda Barrios , Bohorquez Farfan , Reyes Figueroa , & Gomez Diaz , 2019), lo anterior teniendo en cuenta que el sector acuícola Colombiano está conformado en su mayoría por pequeños



productores e incluso campesinos con pequeños estanques de cultivos piscícolas creados para la subsistencia familiar y superación de la pobreza y la desigualdad social que afronta el sector rural. (Salazar Ariza G, 2005)

Dentro del precitado análisis, es oportuno formularnos la siguiente pregunta de investigación ¿Es posible exportar colágeno extraído a partir de la piel, la escamas y espinas de la tilapia producido en el departamento del Meta?

1.2 Objetivos del proyecto

1.2.1 Objetivo general

Mostrar la Viabilidad de preselección de mercado para exportación de colágeno extraído de desperdicios de escama, piel y espinas de tilapia cultivada en el meta

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar producción de desperdicios de tilapia en el Meta.
- Identificar equipos y tecnología necesaria para la producción del colágeno a partir de las escamas, la piel y las espinas de tilapia.
- Plantear el impacto social y ambiental que tendría la producción del colágeno extraído de la tilapia en el Departamento del Meta
- Identificar el posible mercado en el exterior para la comercialización del colágeno.
- Contemplar la normatividad nacional que regula aspectos relacionados con la presente monografía de grado.



1.3 Marco Conceptual

Para efectos de este trabajo se pretende desarrollar el marco conceptual desde la perspectiva de los antecedentes y el marco teórico teniendo en cuenta los conceptos que se consideraron relevantes al lector.

1.3.1 Acuicultura

Cuando hablamos de acuicultura, hablamos de la intervención humana para incrementar la producción, comprendidos peces, moluscos, crustáceos y plantas, concentrándose en la alimentación de estos, su población, protección de depredadores; esta se lleva a cabo en el mundo en desarrollo, para la producción de especies de agua dulce de poco consumo como la tilapia y la carpa (FAO, Acuicultura: principales conceptos y definiciones , 2003)

Según Nicolás del Castillo Piedrahita, director de la autoridad nacional de acuicultura y pesca (AUNAP) dice que en Colombia hay un gran potencial en este campo, con el cual se puede apuntar a sustituir las importaciones apuntando a nivelar la producción con el resto del mundo, ya que no se está utilizando toda la capacidad que se tiene disponible en este sector. (Semana, 2019)

1.3.2 Asociaciones

Las asociaciones son organizaciones de pesqueros, encargados de determinadas tareas de ordenanza, se encarga de fomentar la eficiencia sobre el acopio y procesamiento de información necesaria para que las autoridades centrales puedan tomar decisiones de manera instituida, también para que los pequeños productores sean escuchados cuando sus intereses vayan en contra de las decisiones tomadas. (Hannesson, 2003)



1.3.3 Colágeno

El colágeno es una proteína que tiene como función mantener unidas la estructura del organismo. Es la molécula proteica más abundante en los vertebrados y se calcula que una de cada cuatro proteínas del cuerpo es colágeno (aproximadamente el 7 por ciento de la masa corporal de un ser humano). (CUIDATEPLUS)

1.3.4 Desperdicios (Piel, escama y espina de la tilapia)

La piel, escama y huesos de la tilapia, conforman los desperdicios en la producción acuícola; en los últimos años han sido muchos los esfuerzos por intentar buscarle un uso a estos desechos (Prado, 2017), estos desechos contiene colágeno tipo 1, semejante al de la piel humana y tiene buena humedad (Maciel, 2017). Este subproducto en la industria acuícola por sus propiedades se ha convertido en la materia prima para obtener colágeno, proteína que en los humanos a partir de los 25 años se empieza a perder el 1.5% por año de edad y que después de los 40 años se vuelve imprescindible su consumo para ayuda de tendones, cartílagos, hueso y piel. (Pressreader, 2019).

1.3.5 Emprendimiento

Emprendimiento proviene del francés ‘entrepreneur’, que significa pionero, y se refiere etimológicamente a la capacidad de una persona de realizar un esfuerzo adicional para alcanzar una meta, aunque en la actualidad se limita su uso para referirse a la persona que inicia una nueva empresa o proyecto. (GERENCIE)

1.3.6 Investigación

Es la actividad de búsqueda que se caracteriza por ser reflexiva, sistemática y metódica; tiene por finalidad obtener conocimientos y solucionar problemas científicos, filosóficos o empírico-técnicos, y se desarrolla mediante un proceso.



La investigación científica es la búsqueda intencionada de conocimientos o de soluciones a problemas de carácter científico; el método científico indica el camino que se ha de transitar en esa indagación y las técnicas precisan la manera de recorrerlo. (ECURED)

1.3.7 Piscicultura

La piscicultura es la tecnología aplicada y el manejo dado por el hombre a los cultivos de los peces, dicho así, es la línea de la acuicultura que conexas con la cría y el engorde de las especies. el éxito de la actividad piscícola está en manos de un buen manejo tanto del recurso de agua como de peces, una alimentación balanceada, la calidad genética, una precisa salubridad, adecuados métodos de preservación y transporte, y adecuados canales de comercialización del producto final. (Merlino, Leon, & Salazar , 2006)

En el 2017, la gobernación del meta y la autoridad nacional de acuicultura y pesca (aunap) junto con asociaciones de pescadores de la región, articulan esfuerzos para visitar proyectos piscícolas en el meta, esto con el fin de implementar un sistema productivo piscícola, con el fin de apoyar a pescadores artesanales, esto con aras a tecnificar el buen uso de las prácticas de manejo y poder garantizar una producción sana, limpia y consumible; también se busca que estos pequeños productores conozcan los canales de comercialización adecuados para su producto. (Gobernacion del Meta , 2017)

1.3.8 Tilapia roja.

Ilustración 1: Tilapia (Oreochromis Mossambicus.)



Fuente: tomado de www.tilapiarojanoemi.blogspot.com

La tilapia roja (*Oreochromis spp*), introducida en Colombia en el año en 1982, las cuales son una clasificación de peces africanos son peces agrestes, tenaces a medios adversos los cuales soportan bajas concentraciones de oxígeno, cambios bruscos de temperatura y sanidad, por lo que pueden vivir en cualquier tipo de agua, pasando desde la dulce, salobres o de mar. (Merlino, Leon, & Salazar , 2006)

En cuanto a su alimentación, se adaptan muy bien al concentrado y en su estado juvenil comen larvas e insectos, también se alimentan de harinas, hojas de yuca, ramio y cepa de bore. Según la guía práctica de piscicultura del meta, la tilapia roja es el pez más cultivado en Colombia, donde se conoce también como mojarra roja o pargo rojo, tiene un crecimiento de 600g/año, con un rendimiento de más de 600t/año en cultivos. (Merlino, Leon, & Salazar , 2006) y tiene características que les permite resaltar como una de las especies más cultivadas y competitivas a nivel mundial. (Firti6n, 2018)

1.4 Marco Te6rico

Para sustentar la importancia del subproducto de tilapia que se aspira exportar, se ha indagado antecedentes de noticias, art6culos e investigaciones en los cuales denotan los usos que pueden dar a estos y con ello se busca soportar la pertinencia de este trabajo.



en este sentido, el informe científico de el gel de colágeno de tilapia que imita la rigidez celebrar promueve la inducción de neuronas corticales dorsales a partir de células madres pluripotentes humanas, de Misato Iwashita y otros (2019), establecen un sustrato de cultivo que produce la rigidez del tejido cerebral usando colágeno de tilapia para in - invitro ensayo de reconstitución, examinando los geles que sirven como sustrato para el cultivo de células madre y el efecto de la rigidez en la diferenciación del linaje neural utilizando ips humanas. La metodología usada se basa en experimentos científicos bajo la directriz y reglamento del instituto de investigación del cerebro en corea y aprobados por el comité de Korea Brain Research Institute. Concluyendo en su trabajo resultados que demuestran que el gel de colágeno de tilapia químicamente reticulado puede proporcionar rigidez que imita el tejido cerebral con las ventajas de una alta reproducibilidad, así como menos posibilidades de zoonosis y toxicidad neural, que son características deseables para sustratos de cultivo para diversos estudios de linajes neurales y análisis funcionales (Iwashita, y otros, 2019)

Por otro lado, el artículo elaborado por Alex B. Berezow (2015) para la revista Clear Science, basado en sobre la investigación “Desarrollo de Nano Fibras de Colágeno Biométrico de Tilapia para la Regeneración de la Piel Mediante la Inducción de Diferenciación de Queratinocitos y Síntesis de Colágeno de Fibroblastos Dérmicos” hecha por Tian Zhou y otros (enero 2015) relata como científicos de Shanghái creen haber descubierto un mejor uso para los subproductos de la tilapia. El colágeno extraído donde se aprovechan los desperdicios de la tilapia, se puede aplicar como apósito para heridas y ayudar a acelerar la curación, el método usado fue de manera experimental con animales (ratas) con el fin de analizar las características del colágeno en comparación con otros productos usados para recuperación de heridas, concluyendo que el colágeno de tilapia es muy adecuado para la medicina regenerativa. (Berezow, 2015)



En Colombia a nivel documental la superintendencia de industria y comercio por medio del centro de información tecnológica y apoyo a la gestión de propiedad industrial, han publicado un boletín acerca de “Trucha y Tilapia, Aprovechamiento de los Subproductos” investigación realizada por Paola Mojica C. y otros (2018) donde tiene como objetivo es divulgar y facilitar información estructurada sobre los avances y las novedades relacionadas con el aprovechamiento de los subproductos, con el fin de establecer técnicas, buscar soluciones a problemas tecnológicos, buscar tendencias y posibles líneas de investigación. (Mojica, Cuellar , & Medina , 2018)

A nivel técnico se ha encontrado el apoyo en el área producción basándonos en un trabajo de grado para obtener el título en especialización en administración de negocios, Universidad de los Llanos – Villavicencio, llamado “ Estudio de Viabilidad para la Producción de Tilapia en el Municipio de Restrepo (Meta) y la Comercialización en la Ciudad de Bogotá” realizada por Héctor Javier Céspedes Vargas y Yeison Eduardo Medina Molano (2018); en este trabajo se busca estudiar la viabilidad de la creación de una empresa dedicada a la producción de tilapia en el municipio de Restrepo para la comercialización en Bogotá, de manera específica se busca identificar los mercados objetivos, determinar los recursos técnicos de la producción de la tilapia en el municipio de Restrepo y la comercialización en Bogotá y conocer la viabilidad financiera de la producción y la comercialización. concluyendo al finalizar este estudio que el sector piscícola se está posicionando cada vez más en el mercado creando un ambiente propicio para garantizar la seguridad alimentaria, creando nuevas fuentes de ingreso a la población y evitando la migración de campesinos a áreas rurales, generando con esto progreso socioeconómico regional, en cuanto al proceso es viable el proceso de producción puesto que la especie cuenta con alta adaptabilidad del medio, disminuyendo con esto el riesgo de enfermedades y trayendo



con esto bajos índices de mortalidad, son de fácil alimentación y su calidad y niveles de nutrición son altos. A nivel económico, la inversión es significativa y su productividad se ve reflejada hasta los 5 meses después del primer cultivo, recuperando la inversión inicial y logrando mantener la sostenibilidad financiera. (Vargas & Medina Molano , 2018)

No obstante, es necesario tener en cuenta que actualmente en Colombia no se tienen datos reales y actualizados del sector, siendo indispensable incentivar su fortalecimiento mediante la intervención y apoyo del estado en la generación de capacitación, inyección económica, innovación y la tecnificación de los procesos productivos.

1.5 Alcance

El alcance de esta monografía es solo con fines académicos, va desde la inquisición de investigaciones ya realizadas, recopilando datos sobre la producción a nivel departamental de la tilapia, identificando qué relación de desperdicio podemos aprovechar, el proceso que conlleva la extracción de colágeno, propiedades y beneficios de este producto e identificación de los consumidores a los que va dirigido. Esto, con el fin de sentar una base demostrable sobre la posibilidad de hacer un plan exportador del colágeno soluble a partir de desperdicios de escama, piel y espina de la tilapia. No se pretende llevar a cabo el proceso de producción ni la comercialización del mismo en el exterior, se pretende brindar información que sirva de base para un estudio posterior más profundo que proponga un plan de negocio internacional y su desarrollo.

En primer lugar, se determinará la producción de la tilapia en el Meta, acudiendo a información en páginas como la del ministerio de agricultura quienes son los encargados principalmente de formular políticas del sector agropecuario y pesquero (Min Agricultura , 2020), la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) quienes se encargan de



adelantar los procesos de planificación, investigación, ordenamiento, fomento, regulación, registro, información, inspección, vigilancia y control de las actividades de pesca y acuicultura, aplicando las sanciones a que haya lugar, dentro de una política de fomento y desarrollo sostenible de los recursos pesqueros. (AUNAP, 2020), (SEPEC) servicio estadístico pesquero colombiano y asociaciones del sector acuicultor que nos puedan facilitar estadísticas relacionadas a la producción de tilapia y cachama en el Meta.

Se establecerán las técnicas y tecnologías disponibles y necesarias para la producción del colágeno extraído a partir de los desperdicios de la espina, piel y escama de la tilapia, aceptando artículos y documentos más relevantes publicados en los últimos años relacionados con este tema, para luego especificar las características del producto e identificar los beneficios aportados al consumidor; posteriormente se planteará el impacto social y ambiental que tendría la producción del colágeno extraído de la tilapia en el Departamento del Meta

Por último, mediante una matriz se hará la selección de mercado más óptimo en el exterior para la comercialización del colágeno

1.6 Justificación

La presente investigación surgió tras evidenciar el comportamiento del sector acuícola colombiano en el mercado internacional y la precaria participación de la región de la Orinoquia en los procesos productivos y de exportación del país. En virtud a ello, desde la Facultad de Comercio Internacional, de la Universidad Antonio Nariño, siguiendo la línea de investigación de “Crecimiento Económico y Desarrollo”, evidencia la necesidad de estudiar alternativas comerciales y amigables con el medio ambiente con el fin de presentar a los productores del sector acuícola de la región algunas posibles soluciones a sus mayores problemáticas para incrementar su competitividad y fortalecer el mercado nacional e internacional en dicha actividad



económica; para lo cual, se requieren conocimientos sobre logística, proceso de exportación, mercados internacionales y proyectos de comercio internacional, en los que el investigador tiene formación académica.

Colombia, un país tropical, que ofrece una de las más variadas gamas de peces a nivel mundial, que por sus características hidrográficas debería liderar el mercado acuícola internacional, paradójicamente presenta un bajo índice de exportación en Suramérica, no obstante, además de los problemas de contexto económico, social y de violencia que debe afrontar, uno de los mayores retos que tiene, es la participación activa en la actividad comercial ofertando productos de calidad y de bajo costo, sin embargo, debido a que la producción es liderada en su mayoría por pequeños productores y campesinos rurales, el sector se ha caracterizado por ofrecer únicamente el filete de los peces y desechar el resto de las partes incrementando los costos frente al manejo adecuado de los residuos y desechos e imposibilitando su crecimiento en el mercado, justamente es allí donde se hace necesaria la participación del Estado y de todas las instituciones educativas y de investigación académica con el fin de plantear propuestas de innovación frente a los procesos productivos con los que tradicionalmente se ha explotado el sector y la generación de nuevas oportunidades y nichos de mercados al mismo.

Del anterior análisis se evidenció la necesidad de asignarle un propósito sustentable a los desechos de la producción piscícola, ya que crean costos adicionales para su manejo adecuado y en su mayoría, aquellos residuos generados por los pequeños productores y campesinos rurales son desechados inadecuadamente al medio ambiente, especialmente en los recursos hídricos de la región, contaminando, alterando y el peor de los casos destruyendo los ecosistemas, siendo evidente la necesidad manifiesta de darle una utilidad a los residuos finales, que además genere



ingresos adicionales al productor y con los que posiblemente pueda ofertar un producto a bajo costo.

Para mayor impacto social de este proyecto, se ajustó en concordancia con el Plan de Desarrollo Nacional 2018-2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”, expresamente con el segundo objetivo, donde se habla de Promover la transformación productiva agropecuaria, implementando sistematización de la producción, el desarrollo de clústeres y cadenas de valor agroindustriales, que integren la producción industrial con la de pequeños y medianos productores, el MINAGRICULTURA busca desarrollar instrumentos para la planificación de bienes y servicios públicos, basados en los ejercicios de ordenamiento de la producción agropecuaria que mejoren la oferta en función de la demanda; promoviendo la agricultura por contrato, los encadenamientos productivos y otros mecanismos para lograr un mercado agropecuario más competitivo (DPN G. d., 2018-2022). Lo anterior se desarrollará atendiendo las estrategias del Pacto por el Emprendimiento y Productividad; línea B. Transformación empresariales: creatividad, innovación y tecnología para la productividad, más concretamente para aumentar la productividad, Colombia debe sofisticar y diversificar su aparato productivo. Así mismo, debe fortalecer la capacidad técnica de las empresas no solo para buscar y seleccionar tecnología, sino también para transferirla y absorberla, así como generar y adoptar innovación. (DPN G. d., 2018-2022)

Por otro lado, es oportuno revisar brevemente el caso del proyecto Meta Fish & Food Company, la cual se concibió como parte táctica para dar cumplimiento al Plan Estratégico de Desarrollo Piscícola 2009-2020 (AUNAP A. , 2013). Este proyecto declino frente a los mercados nacionales e internacionales debido a sus costos poco competitivos, secuela del bajo rendimiento frente a sus objetivos iniciales, siendo pertinente cuestionarnos si en el caso de que dentro de las



estrategias productivas de dicho proyecto tecnificado se hubiese estudiado la posibilidad de generar un producto alternativo al característico que ofertó, tal vez no estaría en declive; en ese entendido surge el afán de innovar frente a nuestros pequeños productores y campesinos, ya que con esta experiencia se evidenció que no solo es necesario el apoyo del estado, la inversión financiera y la tecnificación de los procesos productivos para surgir y mantenerse exitosamente en los mercados, también es indispensable contar con la renovación de la tradición, ofrecer más, incursionar en otros sectores y ofertar algo que se constituye inicialmente como un residuo, pero que es la base de un producto cuya demanda lidera un sector económico mundial.

1.7 Hipótesis de la investigación

Existe la metodología y la tecnología necesaria para producir colágeno extraído de los desperdicios de la piel, escamas y espinas de la tilapia cultivada en el departamento del Meta.

El colágeno extraído de los desperdicios de la piel, espina y escama de la tilapia, producidos en el departamento del Meta, tiene un mercado objetivo como materia prima en el sector cosmético y puede ser comercializado en empresas extranjeras.



2. Metodología

2.1 Fuentes De Información Secundaria

Se ha tomado la decisión de llevar un estudio basado en fuentes de información secundaria tales como monografías, documentos oficiales, bases de datos de organizaciones públicas y privadas, y todas aquellas fuentes verídicas que nos lleven a una información más exacta.

Las páginas utilizadas como medios para obtener información en esta monografía, son aquellas que proveen datos confiables y verídicos, proporcionados generalmente por entidades estatales, gubernamentales.

2.2 Definición y justificación del tipo de Estudio.

Analizando las diferentes técnicas de investigación desarrolladas, la manera como se viene desarrollando el proyecto hasta el momento y la planeación del desarrollo del proyecto se puede definir como el método más apropiado la investigación descriptiva, el cual según José Antonio Tinto Arandes, describe en el análisis de contenido de herramientas de utilidad para la realización como una medición precisa de una o más variables en alguna población definida o en una muestra de dicha población. La descripción es, pues un discurso que evidencia y significa el ser de una realidad a través de sus partes, sus rasgos estructurales, sus cualidades, sus propiedades, sus caracteres estructurales o sus circunstancias. (tinto arandes, 2013)

Este método será utilizado en la medida en que la recolección de la información es consultada de datos ya existentes, pero con el valor agregado que ésta siempre será analizada para ser utilizada en el proyecto, por lo que la información hallada es leída, analizada y consignada en el presente documento.



CAPITULO I

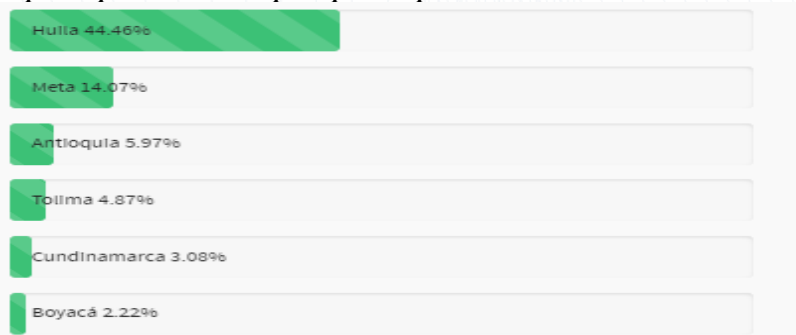
1. Producción de Tilapia en el Meta

La tilapia roja (*Oreochromis sp*), empieza a tener un crecimiento notable en producción y mercadeo en países latinos a partir del año 1992, apuntando básicamente a exportar el producto a Estados Unidos, ya que en este país la tilapia se convierte en el pez más apetecido a nivel culinario, incluso quitándole valor a especies de alta comercialización. (Campo castillo , 2003)

Colombia ha venido con un constante crecimiento en la producción de tilapia, gracias a que, posee un territorio idóneo al contar con características favorables como las temperaturas estables, además de poseer gran variedad en pisos térmicos y una vasta red fluvial que recorre todo el país. Se destaca también por tener gran cantidad de cuencas hidrográficas que lo posicionan en un lugar privilegiado en recursos hídricos del mundo (FAO, 2005), como ventaja adicional el cultivo piscícola está clasificado en el sector primario de la economía (UCO), el cual es un sector que cuenta con el apoyo de políticas e instrumentos gubernamentales para su mejora, con entidades estatales y privadas que la apoyan e incentivan, desarrollando programas de investigación, administración, ordenamiento y fomento de forma continua. (Salazar Ariza G, 2005)

A nivel nacional los principales productos generados en la piscicultura se distribuyen porcentualmente así: tilapia con el 65.3%, cachama con el 21.5%, trucha con el 7.6% y otras especies continentales con el 5.6. % (MinAgricultura, 2019); donde se destacan como principales zonas de producción los departamentos del Huila con el 44.46%, el Meta con el 14.07%, Antioquia con el 5.97%, Tolima con el 4.87% y Cundinamarca- Boyacá con el 5.3%, de ellas se obtiene el 70% de producción nacional, representadas en 84.161 toneladas destinándose el 20% para exportar principalmente a los Estados Unidos (MinAgricultura, 2018)

Tabla 1. Participación porcentual de los principales Departamentos con Producción Piscícola en Colombia

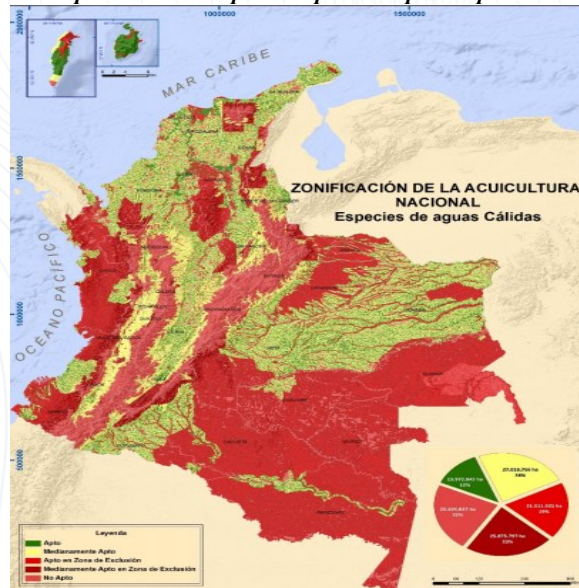


Fuente: (CECODES, 2015)

Como se ve reflejado en la anterior gráfica, el departamento del Meta ha crecido en producción (6.609 toneladas a 12.500 toneladas en el 2011) en los últimos diez años, situándose en segundo lugar después del departamento del Huila, y en primer lugar en producción de alevinos de especies nativas como lo es la cachama; (Torres, 2012).

Así mismo, el departamento del Meta es reconocido por tener una de las mayores fuentes hídricas de Colombia y del mundo, caracterizándose por captar y regular agua gracias a la existencia de una gran variedad de bosques y una temperatura superior a los 24°C. Su geografía es principalmente plana, siendo idóneo para la adecuación de tanques y suelos permeables indispensables en la acuicultura (SENA, 2011), cumpliendo de esta manera las especificaciones según el estudio, denominado “Zonificación Acuícola Nacional” realizado por la AUNAP, quien investiga la realización de la presentación técnica de acuicultura, en la cual se pudo identificar las zonas con vocación acuícola que bajo el principio precautorio ofrecen potencial para el desarrollo sostenible en este sector, en concordancia con el marco de ordenamiento territorial nacional. (Merino, 2018)

Ilustración 2 Mapa de Actitudes por Temperatura para especies de agua cálida



Fuente: (AUNAP)-Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (2018)

Para el año 2018, el departamento del Meta contaba con un área de 297.741 m2 dedicadas al cultivo piscícola pasando de una producción de 2782 toneladas de carne en el 2001 a 4513.65 toneladas en el 2018, con una participación mayor de especies como la tilapia roja (*Oreochromis spp.*) con 3.701,61 toneladas, abarcando el 82% de la producción y la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) 803,35 correspondiendo al 17% (SEPEC, 2019), contando para su abastecimiento con la producción de los municipios como Villavicencio (tilapia roja 89.5% - Cachama blanca 9.6%), Guamal (tilapia roja 60.5%- cachama blanca39.5%), Acacias (tilapia roja 83.3% - cachama blanca 12.9%), Lejanías (tilapia roja 40.4%- cachama blanca 59.6%), Castilla (tilapia roja 59%- cachama blanca 40.7%), Restrepo (tilapia roja 65.6% - cachama blanca 36.6%), Cumaral (tilapia roja 78.7% - cachama blanca 21.3%), Cubarral (tilapia roja 83.5%- Cachama 16.5%), Dorado (tilapia roja 60.4% - cachama blanca 39.6%), San Juan (tilapia roja 18% - cachama blanca 77.9%) San Martin (tilapia roja 100%), y Puerto López (tilapia roja 100%) (SEPEC S. E., 2019).

Tabla 2. Capacidad instalada para la producción de semilla durante el 2018, por departamento

Departamentos	Capacidad en infraestructura instalada para la producción de semilla (m ²)									Total
	Canales en tierra	Corrales	Estanques	Estanques en tierra con geomembrana	Hapas	Jaulas	Piletas de cemento	Tanques	Tanques con geomembrana	
Antioquia	-	-	2.858	-	21	-	741	-	155	3.775
Boyacá	134	-	848	232	-	1.022	2.845	-	51	5.132
Caquetá	-	-	9.812	-	-	-	-	-	-	9.812
Casanare	-	-	51.351	-	-	-	-	-	-	51.351
Cauca	-	-	1.836	-	-	-	2.604	306	60	4.806
Córdoba	-	-	52.586	2.116	2.408	-	616	-	56	57.782
Cundinamarca	152	-	11.171	-	30	-	43	-	-	11.396
Huila	-	-	444.026	-	-	10.940	1.242	-	1.497	457.705
La Guajira	-	-	-	28	-	-	27	4	234	293
Magdalena	-	16	200	-	88	-	3.246	-	880	4.430
Meta	-	-	295.960	-	-	-	766	255	760	297.741
Nariño	-	-	1.779	18	-	5.641	891	-	31	8.360
Putumayo	-	-	35.758	-	-	-	139	-	250	36.147
Santander	-	-	-	-	-	-	50	-	312	362
Sucre	-	-	3.800	-	-	-	-	-	72	3.872
Tolima	-	-	274.768	-	972	-	1.931	30	3.653	281.354
Valle del Cauca	-	-	808	-	-	-	121	6	-	935

Fuente: (SEPEC, 2019)

Tabla 3. Producción anual de carne durante el 2018, por departamento y tipo de infraestructura.

Departamentos	Producción de carne anual (t)									Total
	Canales en tierra	Corrales	Estanques	Estanques en tierra con geomembrana	Jaulas	Piletas de cemento	Tanques	Tanques con geomembrana		
Amazonas	-	-	30,27	-	-	-	-	-	-	30,27
Antioquia	-	-	184,11	0,65	0,36	184,90	-	30,39	400,41	
Atlántico	-	-	3.884,80	-	81,28	-	-	2,53	3.968,62	
Bolívar	-	-	88,00	-	-	-	-	-	88,00	
Boyacá	17,12	-	26,54	0,40	658,05	129,20	-	30,50	861,81	
Caquetá	-	-	63,53	-	-	-	-	-	63,53	
Casanare	-	-	1.404,40	5,10	-	-	-	-	1.409,50	
Cauca	-	-	84,78	-	-	427,05	-	1,00	512,83	
Córdoba	-	-	553,56	130,25	-	-	-	472,51	1.156,31	
Cundinamarca	1,28	-	854,62	3,77	-	2,50	-	5,30	867,46	
Huila	-	-	5.133,88	-	12.832,09	61,60	-	48,29	18.075,86	
La Guajira	-	-	10,64	1,04	-	-	2,95	161,20	175,83	
Magdalena	-	6,14	0,42	4,90	-	-	14,00	0,50	25,96	
Meta	-	-	4.394,29	2,46	-	3,05	-	113,86	4.513,65	
Nariño	0,04	-	18,85	5,94	810,96	13,44	-	-	849,23	
Putumayo	-	-	602,94	-	-	-	-	-	602,94	
Santander	-	-	22,64	-	-	94,20	-	40,90	157,74	
Sucre	-	-	467,16	-	9,53	-	-	23,40	500,09	
Tolima	-	-	5.408,88	6,20	769,99	41,97	-	139,91	6.366,95	
Valle del Cauca	-	-	40,90	-	-	-	-	-	40,90	
Total	18,44	6,14	23.275,20	160,71	15.162,26	957,90	16,95	1.070,29	40.667,88	

Fuente: (SEPEC, 2019)

Tabla 4. Producción anual piscícola de carne durante el 2018, por Especie.

Departamentos	Producción de carne anual (t)								
	<i>Oreochromis spp.</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Piaractus brachypomus</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	<i>Prochilodus spp.</i>	<i>Litopenaeus vannamei</i>	<i>Colossoma macropomum</i>	Otras	Total
Amazonas	-	-	13,63	-	0,40	-	1,39	14,85	30,27
Antioquia	162,92	14,77	32,66	185,50	0,15	-	0,97	3,45	400,41
Atlántico	834,24	2.144,66	-	-	742,58	216,27	30,88	-	3.968,62
Bolívar	-	-	-	-	-	-	-	88,00	88,00
Boyacá	8,46	2,94	-	850,34	-	-	-	0,07	861,81
Caquetá	7,92	0,45	54,18	-	-	-	-	0,99	63,53
Casanare	1.352,79	-	-	-	-	-	56,71	-	1.409,50
Cauca	15,60	3,95	-	492,38	-	-	0,75	0,15	512,83
Córdoba	488,12	83,91	528,37	-	55,91	-	-	-	1.156,31
Cundinamarca	129,19	15,45	635,98	-	9,40	-	61,50	15,94	867,46
Huila	11.974,94	5.726,79	216,38	61,60	76,09	-	3,50	16,56	18.075,86
La Guajira	168,95	0,59	5,42	-	0,18	-	-	0,69	175,83
Magdalena	21,80	0,42	-	-	-	-	-	3,74	25,96
Meta	3.701,61	2,62	803,35	-	3,05	-	-	3,03	4.513,65
Nariño	-	1,13	-	848,09	-	-	-	-	849,23
Putumayo	263,00	2,64	321,52	-	1,15	-	-	14,64	602,94
Santander	62,70	-	17,14	76,20	-	-	-	1,70	157,74
Sucre	58,81	12,93	113,18	-	224,61	-	9,65	80,93	500,09
Tolima	5.656,76	54,01	463,97	25,30	39,21	-	-	127,70	6.366,95
Valle del Cauca	34,12	2,73	-	-	-	-	4,06	-	40,90
Total	24.941,90	8.069,97	3.205,76	2.539,42	1.152,72	216,27	169,39	372,45	40.667,88

Fuente: (SEPEC, 2019)

El departamento del Meta sigue creciendo en su producción acuícola debido al continuo apoyo por parte del sector público, la empresa privada y la academia, liderado principalmente por la Asociación de Acuicultores de los Llanos Orientales (Acuioriente), quien promueve con regularidad capacitaciones, manuales para la tecnificación, procesos, guías ambientales y sistemas de seguridad para la acuicultura, además de investigaciones mancomunadas con universidades para dar mayor productividad y rendimiento económico a sus productos, involucrando al sector oficial que con aras de dar cumplimiento al Plan Estratégico de Desarrollo Piscícola 2009-2020, viene apoyando la creación de plantas de procesamiento como lo es Meta Fish and Food Company, en desarrollo sus objetivos estratégicos planteados.

De lo anterior se puede concluir que la interacción de estado, empresa y academia están aportando recursos y estudios para el crecimiento de este sector, el cual puede aumentar la producción utilizando métodos tecnificados, ya que existen las condiciones óptimas en el departamento para su cultivo.



CAPITULO II

2. Proceso de Extracción de Colágeno.

El colágeno es la proteína más abundante del organismo ya que compone los tejidos conjuntivos como la piel, los tendones, músculo, ligamento y el hueso, caracterizándose principalmente por su gran resistencia, soportando de 10 a 40kg de carga por cada fibra de 1mm de diámetro (Darwin J, Prockop , & Guzman , 1981).

Esta proteína constituye el 80% de los tejidos en el cuerpo humano, los mismos que se desgastan con el paso del tiempo disminuyendo su capacidad de regenerar colágeno; esta se obtienen a partir de células especializadas las cuales ensamblan los aminoácidos obtenidos por medio de la comida, pero a partir de los 25 años este empieza a disminuir y cuando se llega a los 40 años su síntesis reduce un 1% por año, estas células van ralentizando su capacidad de crear colágeno, teniendo una reducción más o menos del 30% cuando se llega a una edad de 65-70 años (Guerrero, 2020), lo cual conlleva a una serie de problemas tanto a nivel de salud como estético, asociadas al envejecimiento, pues la falta de colágeno es directamente proporcional a la disminución de elasticidad, textura en la piel, cabello, uñas y también es la causa de dolores articulares, musculares, dolor en ligamentos, tendones y pérdida de densidad ósea. (Horizonte, 2017)

Como consecuencia de lo anterior, la innovación en procesos de obtención del colágeno, se ha vuelto un tema de interés de estudio en cuanto a origen y extracción ya que, desde su descubrimiento, esta proteína se ha venido obteniendo del origen porcino y bovino (Almeida, 2013) incluso a la fecha, se sigue viendo este proceso de manera artesanal y tecnificada. Sin embargo, debido al rechazo generado por las enfermedades bovinas como los brotes de encefalopatía bovina (EEB) y fiebre aftosa (FA) que son transmisibles de los bovinos a los



humanos (Liu & Huand, 2016) y algunas creencias de carácter religioso (Serrano Gaona, 2011), actualmente se buscan nuevas fuentes de extracción de la proteína que tengan un origen más limpio; en virtud a ello, a nivel mundial se ha venido desencadenando la realización de estudios que demuestran que el pescado, especialmente la tilapia, es una fuente natural con alto contenido de colágeno que estimula la producción endógena del colágeno en el organismo humano, con una mejor asimilación de un 20% con respecto al colágeno proveniente del porcino y bovino. Es pertinente resaltar que el colágeno proveniente del pescado pertenece al tipo I (Nagai & Suzuki, 1999), siendo este el más abundante en el cuerpo humano, ofreciendo un mayor beneficio debido a que sus perfiles de aminoácidos se asemejan más a la del humano, lo que hace que sea el más conveniente para aminorar el deterioro progresivo de huesos, tendones, cartílagos y piel fundamentalmente. (Liu & Huand, 2016). Basándonos en estos estudios y preceptos, se expone a continuación el procedimiento de extracción de colágeno de la piel, escama y huesos de la tilapia.

Partiendo desde el estudio realizado en Japón (Nagai & Suzuki, 1999), siendo este el primero en describir la preparación de colágeno a partir de la piel, espinas, escamas y aletas de varias especies de pescado, usando como proceso de extracción y purificación 8 etapas como lo son la eliminación de la grasa con alcohol, solubilización en medio ácido, procesos de centrifugación, redisolución de la proteína, diálisis en medios ácidos y por último liofilización; caracterizando el producto obtenido como tipo I. Con esto el autor plantea que el producto tiene alto potencial como fuente alternativa del colágeno, ya que la industria ha limitado el consumo del producto que proviene de los mamíferos. (Nagai & Suzuki, 1999).

Después de los resultados obtenidos del estudio realizado por (Nagai & Suzuki, 1999), son múltiples las investigaciones halladas sobre la extracción de colágeno a partir de la piel, las



espinas y escamas de los peces, encontrando en ellos propuestas sobre mejoras en el proceso de extracción y purificación, teniendo en cuenta que se han utilizado diferentes especies que varían en estabilidad térmica según su hábitat y ambiente.

Respecto al proceso productivo, este comprende varias etapas como los son la extracción de proteínas de tejido conectivo, desengrasado, descalcificación y extracción de colágeno.

Recopilando información de varios autores, se evidenció que en primer lugar es necesario que el suministro de la materia prima sea proporcionado antes de las 24 horas del faenado; para su transporte y conservación se deberá refrigerar de 4 a 6°C, luego, deberá ser lavada con hipoclorito de sodio (NaClO), posteriormente las pieles se cortan a en trozos 0.5cm² y las espinas a 0.5cm de largo y luego congelarlas hasta su uso final, cuando se les va a dar manejo se refrigeran 24 horas, hasta lograr su descongelación.

Colombia, ha venido creciendo de manera acelerada en las exportaciones de filete de tilapia, es por ello que en busca de darle un manejo adecuado a los desperdicios generados por esta actividad, se centró esta monografía en resaltar aquellas investigaciones que tuvieran como objetivo la extracción y optimización del proceso para obtener colágeno, a partir de desperdicios de piel, escama y espina de tilapia roja, por ser esta una especie cultivada en el Meta, departamento en el cual se ubica el presente estudio; puesto que, según lo visto anteriormente el proceso varía dependiendo las características, alimento y entorno del pez.

Para tal efecto, la Ing. Jennifer Carolina Serrano Gaona, en su tesis presentada para obtener su título de Magister en Ingeniería Química, “Estandarización de un Proceso de Extracción de Colágeno a Partir de los Residuos de Fileteo de Tilapia (*Oreochromis Sp*) y Cachama (*Piaractus Brachypomus*)” en la Universidad Nacional de Colombia, con la cual busca estandarizar el proceso de extracción y purificación del colágeno soluble, a partir de pieles de tilapia y de



cachama utilizando análisis estadísticos, obteniendo como resultado que las pieles de cachama y tilapia son una fuente alternativa de las pieles de bovinos y porcinos para la obtención de colágeno tipo I, se caracterizaron pieles de las especies en mención, tomadas del departamento del Meta, donde se encontraron particularidades favorables en cuanto a elasticidad y resistencia, a pesar de que el proceso se estandarizó por separado para cada especie, se determina que es posible la extracción de colágeno tanto de tilapia como de cachama. Además es posible mezclar las dos especies aplicando la metodología que se utilizó para la extracción de colágeno de la cachama, durante este proceso fue esencial incluir una etapa de blanqueamiento de pieles ya que esta es necesaria para obtener un producto que cumpla con el requerimiento del color de la norma técnica colombiana NTC3750, la cual establece los requisitos que debe cumplir el colágeno soluble y los métodos de ensayo a los que debe ser sometido, el colágeno que se obtuvo a partir de las pieles de tilapia y de cachama es de tipo I, según los resultados de electroforesis y cumple con los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos de la normatividad colombiana (Serrano, 2011). (Anexo A)

Luego del anterior estudio, los investigadores Julián A. Quintero y José E. Zapata, de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias, del Grupo de Nutrición y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Antioquia, en conjunto con la participación monetaria de COLCIENCIAS y la Gobernación de Antioquia, publicaron un artículo en el año 2017 denominado “Optimización de la Extracción del Colágeno Soluble en Ácido de Subproductos de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*) mediante un Diseño de Superficie de Respuesta”, dicha investigación tuvo como objetivo principal estudiar el efecto de temperatura y concentración de hidrolizantes para la extracción de colágeno soluble, a partir de los desechos de la tilapia (piel, espina y escama).



“Para ello aplicaron dos diseños experimentales, cada matriz estudiada en las etapas de hidrólisis básica (NaOH) para la liberación de proteínas del tejido conectivo (PTC) e hidrólisis ácida (CH₃-COOH) para la obtención del colágeno. Los resultados revelaron que a 25°C y 0.4M de NaOH en la hidrólisis básica, se obtiene la mayor liberación de PTC en las matrices estudiadas. Además, se puede alcanzar el máximo porcentaje de colágeno (% Cl) en la hidrólisis ácida con una solución 0,7M de CH₃-COOH y temperaturas de 18,5°C, 11,0°C y 21,5°C para piel (0,88%), escamas (2,16%) y espinas (0,51%), respectivamente. (Quintero & Zapata, 2017). Concluyendo, que es posible optimizar el proceso de obtención de colágeno cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma técnica colombiana NTC 375. (Anexo B).

CAPITULO III

3. Impacto Social y Ambiental

El proceso acuicultor conlleva la realización de diferentes etapas productivas entre las cuales se encuentra el procesamiento del pescado; el resultado principal de esta actividad son los filetes del pescado, producto que se ha posicionado en las exportaciones colombianas aumentando sus ventas un 34% en comparación con el año 2017 (Portafolio, 2018), ganando cada vez mayor participación con los principales países compradores de filete como Estados Unidos, Perú y Canadá.

En dicha producción de filete, se generan residuos como lo son la piel, los huesos, escamas, entre otros, los cuales constituyen de un 50 a un 70% del peso total de la materia prima (Solari & Córdova, 2015), por tanto, es evidente que un aumento de la producción es directamente proporcional a un aumento del desperdicio.

En Colombia para el 2017 la producción de tilapia fue de 73.641 toneladas (Dinero, 2018) lo que quiere decir que los subproductos están conformados por un promedio de 5.891 toneladas,



teniendo en cuenta que estas conforman un 7 u 8% de cada pez comercial (Rodríguez Peña, 2009), Identificando esto como una gran problemática ambiental para las plantas de procesamiento, las mismas que no han buscado un manejo adecuado para estos, trayendo como consecuencia contaminaciones ligadas directamente con las vertientes de agua. En la mayoría de las plantas que se dedican al procesamiento de pescado, los residuos son enterrados o vertidos a los cuerpos de agua sin ningún tratamiento aumentando la proliferación de bacterias y afectando los ecosistemas aledaños ya que estos migran en busca de aguas no contaminadas (Innovacion).

Para las plantas de mayor tamaño estos desperdicios son utilizados para la elaboración de harina, extracción de aceites, abono fosfatado, sin embargo, en términos generales por falta de procesos adecuados y normas ambientales en los procesos estandarizados, los desperdicios se terminan identificando como producto sin ningún valor y manipulación inadecuada. Para efectos de la presente investigación, es necesario indicar que, de los desperdicios del proceso productivo, la piel es la de mayor importancia y potencial, ya que constituye aproximadamente el 30% de los residuos del procesamiento de pescado, y además es considerada rica en colágeno por lo que llama la atención como fuente importante de esta proteína (Kittiphattanabawon, 2005).

En cuanto a la superación social, la acuicultura ha contribuido a reducir los gastos de la población rural por la producción de pescado en sus fincas (FAO), en el año 2011 se estimó que más de 3000 familias se beneficiaban económicamente de los cultivos a pequeña escala, además que los grandes y medianos empresarios generaban unos 350 empleos directos y promedio de 3.800 a 4.200 empleos indirectos (SENA, 2011).

En relación al ámbito social, en el departamento del Meta se vienen implementando grandes estrategias que permitan reducir la pobreza, siendo esta una región bastante azotada por el conflicto y el desplazamiento del campo a la ciudad, se vienen reuniendo esfuerzos particulares y



gubernamentales mediante la creación de oportunidades de empleo, la participación de la comunidad en proyectos productivos y la generación de ingresos directos e indirectos tanto a pequeños y medianos productores, como a transportadores y demás colaboradores del proceso comercial en el mercado acuícola. Para lograr esto, la creación de la planta para el proceso de extracción de colágeno, sería una fuente vital de crecimiento económico en el departamento del Meta, donde se pretende beneficiar a los actores de distintos segmentos que se encuentran dentro de la cadena de producción de pescado, empresas de cultivo, proveedores de insumos, transportistas, los actores del proceso industrializado necesario para obtener el Colágeno y comercializadores que contribuyan a distribuir el producto final.

CAPITULO IV

4. Estudio del Mercado

En el marco del desarrollo del presente proyecto de investigación, se ha venido exponiendo la probabilidad de producir colágeno a partir del tratamiento de los residuos de la Tilapia con el fin de activar la rentabilidad y competitividad de la acuicultura en el departamento del Meta en la dinámica comercial internacional, para dicho fin, se hace necesario realizar una selección de mercado en el que se pueda inferir razonablemente que existe la viabilidad de comerciar con un país extranjero el producto que se derive de la presente indagación, para esto, se realizó una matriz teniendo en cuenta los principales indicadores de los países a los que Colombia exporta productos comprendidos en la partida arancelaria 350300, denominado *Gelatinas* (aunque se presenten en hojas cuadradas o rectangulares, incluso trabajadas en la superficie o coloreadas) y su derivado; ictícola; las demás colas de origen animal (excepto las colas de caseína de la partida 3501), concluyendo que país se considera un potencial destino para la exportación de dichos

productos. En el ejercicio se asigna un valor a los principales países a los que Colombia exporta este producto, donde 1 es deficiente; 2 es regular; 3 aceptable, 4 bueno y 5 Excelente.

Tabla 5 Matriz Selección de Mercados

Producto : 350300 Gelatinas (aunque se presenten en hojas cuadradas o rectangulares, incluso trabajadas en la superficie o coloreadas) y sus derivados; ictiocola; las demás colas de origen animal (excepto las colas de caseína de la partida 3501)							
Valor producto exportado por Colombia en el 2019 (miles de USD)	\$5.519					5	5
Cantidad exportada en 2019 Tonelada	1112 Ton					5	5
Tasa de crecimiento de los valores exportados entre 2018-2019 (% , p.a.)	-4%					5	5
Arancel equivalente ad valorem enfrentado por Colombia	0%					5	5
Número de requisitos no arancelarias enfrentada por Colombia	196	1					1
PIB 2019 (Est. USD)	\$ 5.298.571 M				3		3
PIB PER CAPITA 2019 (Est. USD)	16.185						
Crecimiento en el sector cosmetico 2019	3,4%		2				2
Distancia desde Colombia	4213 km						
Transporte	Aereo				3		3
Duracion	5 h 39 min						
Distancia desde Colombia	4969,45 km						
Transporte	Maritimo				3		3
Duracion	8 Dias 15 horas						
							3,2
Valor producto exportado por Colombia en el 2019 (miles de USD)	\$5.078					4	4
Cantidad exportada en 2019 Tonelada	998 Ton					4	4
Tasa de crecimiento de los valores exportados entre 2018-2019 (% , p.a.)	-31%					4	4
Arancel equivalente ad valorem enfrentado por Colombia	0%					5	5
Número de requisitos no arancelarias enfrentada por Colombia	30					4	4
PIB 2019 (Est. USD)	\$ 1.393.505 M						
PIB PER CAPITA 2019 (Est. USD)	29.586					5	5
Crecimiento en el sector cosmetico 2019	8,8%					5	5
Distancia desde Colombia	8068 km						
Transporte	Aereo				3		3
Duracion	10 h 35 min						
Distancia desde Colombia	8696,94						
Transporte	Maritimo		2				2
Duracion	15 Dias 2 horas						
							3,6
Valor producto exportado por Colombia en el 2019 (miles de USD)	\$1.620	1					1
Cantidad exportada en 2019 Tonelada	316 Ton	1					1
Tasa de crecimiento de los valores exportados entre 2018-2019 (% , p.a.)	-35%	1					1
Arancel equivalente ad valorem enfrentado por Colombia	0,0%					5	5
Número de requisitos no arancelarias enfrentada por Colombia	24					5	5
PIB 2019 (Est. USD)	\$ 78.461 M	1					1
PIB PER CAPITA 2019 (Est. USD)	4.545	1					1
Crecimiento en el sector cosmetico 2019	1,0%	1					1
Distancia desde Colombia	2130						
Transporte	Aereo					5	5
Duracion	3 h 32 min						
Distancia desde Colombia	1933,71						
Transporte	Maritimo					5	5
Duracion	3 Dias 9 horas						
							2,6

Fuente: Creación propia a partir de información tomada de (TRADEMAP, Lista de los mercados importadores para un producto exportado por Colombia, 2020)



Teniendo en cuenta el interés exportador de esta monografía, se observa que el país objetivo es España ya que su PIB per cápita es de \$ 29.586 (2019) anuales, lo que hace que su poder adquisitivo sea mayor, el valor exportado por Colombia de esta partida arancelaria es de \$5.078 millones de dólares, similar a la de Estados Unidos y menor que la de Guatemala; lo que demuestra que ya existen experiencias exitosas en este sector, tomando como beneficio que se cuenta con un mercado ya explorado, se evidencia un arancel del 0%, , un menor número de requisitos a la hora de exportar, haciendo más atractiva la negociación.

Comparado con Estados Unidos, España se caracteriza por contar con importantes medios de transporte tanto aéreo como marítimo, a través de servicios directos y transbordos hacia los principales puertos y aeropuertos con posibilidad de extensión a diferentes sistemas de transporte a ciudades del interior. El crecimiento que ha tenido en las exportaciones del sector cosmético es del 8.8%, durante el primer periodo del 2019, comparado con el periodo homólogo del año anterior (ELPAIS, 2019); lo que lo hace más rentable en comparación a Estados Unidos y Guatemala; teniendo en cuenta, que el producto a exportar tiene una gran participación en este sector que crece con fuerza, ya que para los consumidores es cada vez más importante algunos factores como lo es el medio ambiente, la conciencia social, entre otras (FORBES, 2018), apostando por experiencias con productos naturales, por otro lado se sabe que el colágeno es de numerosa aplicación en el sector cosmético por sus múltiples cualidades y usos (LABORATORIOSKLEIN, 2018) .

Finalmente, se le debe dar relevancia al acuerdo comercial suscrito entre Colombia y la Unión Europea, ya que, con este todo lo negociado es respetado por tiempo indefinido, lo que permite a los empresarios proyectarse con más seguridad en sus negocios (MINCOMERCIO). (Anexo C)



CAPITULO V

5. Regulación y normas de calidad

Con el ánimo de ir de la mano con los estándares de calidad y así reducir al máximo los casos de devolución de mercancía por errores de procedimiento, de documentación o por fallas de manejo fitosanitario que requieren las partes, se considera indispensable consolidar información concreta para manejo de la normatividad aplicada a este ejercicio.

Inicialmente es necesario conocer las principales normas que rigen la pesca y la acuicultura en Colombia, consignadas en la ley 13/90 y el decreto reglamentario 2256/91, en los que trata los temas de los permisos de cultivos que expide en INCODER, a través de la subgerencia de pesca y acuicultura en las oficinas de registro y control. En materia ambiental, el permiso de concesión de aguas y la presentación de planes de manejo ambiental, son exigidos por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), en forma directa o a través del cumplimiento de las guías ambientales. Actualmente se están realizando las de piscicultura, con el apoyo de los consejos regionales de las cadenas productivas, con lo que se persigue que la actividad se realice de manera armónica con el medio ambiente y se busque la sustentabilidad ambiental. En los departamentos y municipios del país se han realizado los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) en los que se han determinado las actividades económicas importantes (FAO, 2005).

5.1 Requisitos para exportar en Colombia

Para exportar en Colombia, es necesario constituir una empresa y legitimar la actividad de exportación, registrarse en el Registro Único Tributario, como exportador, operando bajo el régimen común, tramitando en la Dian la resolución de facturación; así mismo empezar a tener responsabilidades tributarias, estar registrado en la plataforma Muiscas y contar con una firma electrónica. Para empezar a exportar es importante tener definido el producto y su partida



arancelaria, para nuestro caso en concreto, es la partida No. 350300; conociendo la partida arancelaria del producto, se puede dar cumplimiento a los requisitos que certifican la inocuidad y salubridad de los productos para uso o consumo de los seres humanos, así como las restricciones o control por parte de Colombia. Dentro de las principales regulaciones nacionales tenemos:

5.1.1 Norma Técnica Colombiana NTC3750

Que establece los requisitos debe cumplir el colágeno soluble y los métodos de ensayo a los que debe ser sometido. Esta Norma Técnica ha sido la guía de trabajo para el colágeno obtenido a partir de la piel de tilapia, pues el producto encontrado satisface las características que allí se mencionan. A pesar de que la industria cosmética a nivel nacional trabaja con la normatividad internacional y los requerimientos de las organizaciones internacionales, esta norma es de vital importancia puesto que regula el producto en el mercado colombiano, y su cumplimiento es el requisito mínimo para ser utilizado por la industria cosmética nacional y exportado como elemento natural para la industria cosmética. (ICONTEC, 1995) (Anexo D).

5.1.2 Instituto Nacional De Vigilancia De Medicamentos Y Alimentos Invima

Como su nombre lo indica, es la institución encargada de la vigilancia y control de los medicamentos, alimentos, cosméticos y productos de aseo, bebidas alcohólicas, dispositivos médicos, entre otros, para que no afecten la salud pública.

En Colombia, para la comercialización de este tipo de productos es necesario solicitar el registro sanitario con lo cual se lleva un control de los productos que ingresan al mercado y con lo que se vigila el cumplimiento de la normatividad, así el NSO es equivalente a dicho registro, según la Decisión 516. Siendo así, la información que se requiere para solicitar la Notificación Sanitaria Obligatoria es recomendable tener en cuenta los siguientes datos: (Decision516, 2002). En relación a los ingredientes y las restricciones o condicionamientos que se tengan para su uso



en productos cosméticos, el INVIMA, en la página web, específicamente en el área cosmética, tiene un link de información técnica, la cual direcciona la búsqueda a la base de datos de ingredientes cosméticos de la Comisión Europea, CosIng; en esta base de datos se realiza la búsqueda de las restricciones existentes para algún ingrediente, en el caso de su comercialización en el país o su uso en algún producto. Teniendo en cuenta que para la presente investigación se realizó la consulta en dicha base de datos con el término colágeno, es correcto afirmar que hasta el momento no existe ningún tipo de restricción para este ingrediente. (INVIMA, 2020).

Al momento de exportar y teniendo claro los requisitos de salubridad, es importante frente a cualquier procedimiento aduanero celebrar un contrato o acuerdo de compra y venta, precisando los términos y condiciones, incluyendo las normas internacionales INCOTERMS, suscrita la negociación, el exportador se debe inscribir en la ventanilla VUCE donde le proporcionaran la firma digital para exportaciones, ya inscrito en esta podrá, efectuar tramites asociados al comercio exterior.

Para disfrutar de las exenciones o reducciones arancelarias se le exige al exportador la expedición de un certificado de origen, este podrá ser obtenido de dos formas; diligenciando un formulario de auto calificación en la página de la DIAN o podrá ser expedido directamente por él, cuando éste expresamente señalado en los acuerdos comerciales pactados con el país que se está negociando mediante formularios anexos, como es el caso del acuerdo suscrito entre Colombia y la Unión Europea.

Una vez esté lista la mercancía, se deberá anexar la factura comercial, los términos de negociación, tipo de moneda a manejar, descripción completa del producto, cantidad, forma de pago, además de las listas de empaque, vistos buenos, certificados de origen y fichas técnicas del producto en inglés y español de manera clara. Por último, una vez aportado los documentos a las



autoridades aduaneras, se deberá gestionar la solicitud de embarque, proceder al aforo aduanero, para el efecto, la aduana nacional deberá autorizar el embarque de la mercancía siendo necesaria la firma electrónica de la declaración del exportador.

5.2 Regulación en la Unión Europea

En la Unión Europea, los productos cosméticos o elementos naturales para su elaboración, deben cumplir con las siguientes estipulaciones normativas:

Para introducir un producto al mercado europeo se debe designar a una persona física o jurídica como “persona responsable”.

Esta persona responsable deberá: Presentar a la Comisión la información que se establece en el artículo 13 del Reglamento (CE) No 1223/2009 del Parlamento Europeo antes de la introducción del producto al mercado; velar por la evaluación de seguridad del producto cosmético o elemento natural para su elaboración, cooperar con las autoridades en cualquier acción destinada a eliminar los riesgos que plantean los productos cosméticos. Verificar que la presentación de un producto cosmético y, en particular, su forma, olor, color, apariencia, embalaje, etiquetado, volumen o tamaño no deben poner en peligro la salud y la seguridad de los consumidores debido a una confusión con productos alimenticios.

Por otro lado, existen reglamentaciones especiales para: sustancias prohibidas, sustancias sujetas a restricción, colorantes, conservantes; filtros ultravioletas y nanomateriales y los productos no pueden ser probados en animales.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta la Directiva 2004/48/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004 en relación a los derechos de propiedad intelectual.

5.2.1 Etiquetado

La etiqueta debe ser atractiva y un elemento de marketing del producto.



En el etiquetado, comercialización y publicidad de los productos cosméticos no se deben utilizar textos, denominaciones, marcas, imágenes o cualquier otro símbolo que pretenda atribuir características o funciones que realmente el producto no tiene. Como en el etiquetado debe aparecer el nombre de la persona responsable, se recomienda no imprimir un tiraje grande de etiquetas hasta que no se garantice que cumple con toda lo exigido en el Reglamento 1223 de 2009. Se recomienda tener especial cuidado con la traducción del idioma o de los idiomas en que se hace el etiquetado.

En términos generales, los productos cosméticos únicamente se comercializarán si en el recipiente y en el embalaje son fácilmente legibles y visibles, los siguientes ítems: El nombre o la razón social y la dirección de la persona responsable; el contenido nominal en el momento del acondicionamiento, indicado en peso o en volumen; la fecha hasta la cual el producto cosmético, almacenado en condiciones adecuadas, seguirá cumpliendo su función inicial; las precauciones particulares de empleo; el número de lote de fabricación o la referencia que permita la identificación del producto; la función del producto cosmético, salvo si se desprende de su presentación; la lista de ingredientes; los ingredientes deben estar en orden de acuerdo con el porcentaje utilizado en la fabricación del producto, siempre que éste supere el 1%; en caso de contenido de alérgenos se debe incluir la información correspondiente de acuerdo con el reglamento en mención. (PROCOLOMBIA)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que, a través del proceso químico de extracción mediante la hidrólisis básica es posible extraer colágeno de las escamas, piel y espinas de la Tilapia cultivada en el departamento del Meta cumpliendo las especificaciones de la Norma Técnica Colombiana NTC 3750.



Se recomienda optimizar el proceso de extracción del Colágeno producido variando la temperatura y concentración del hidrolizantes para ofrecer un producto más concentrado y aplicar este proceso a la Cachama teniendo en cuenta que se obtienen similares resultados.

Se evidencia que el departamento del Meta tiene condiciones hidrográficas, climáticas y extensión territorial con llanuras óptimas para producir grandes cultivos de Tilapia y Cachama aprovechando el corto ciclo productivo que se requiere producir estos peces hasta la adultez.

Es recomendable tecnificar los procesos tradicionales e implementar la activa participación económica y cognoscitiva del Estado y gremios del sector acuícola en los cultivos de los pequeños productores y campesinos de la zona a fin de incrementar las producciones, implementar la creación de empleos y mejorar la economía del sector.

Se evidenció que la destinación de los residuos para la producción de colágeno disminuye el impacto negativo frente a las malas prácticas ambientales realizadas por los pequeños productores del sector acuícola en el manejo de sus desechos.

Finalmente, se concluye que es posible exportar el colágeno producido a partir de la piel, escamas y espinas de la Tilapia y la Cachama ya que mediante los procesos químicos estudiados se puede extraer el producto y optimizar su concentración, cumpliendo con la Norma Técnica Colombiana para su aprobación por ICONTEC, así como los estándares Internacionales para su exportación.

Se recomienda destinar la exportación a España ya que del estudio de mercado se evidenció aspectos muy favorables que facilitan un plan exportador, lo anterior en virtud a que existe un acuerdo comercial internacional que brinda piso a cualquier convenio que se suscriba con éste, por otro lado, el colágeno a exportar tiene un amplio mercado en el sector cosmético que presenta una dinámica de crecimiento en la región española, siendo este un mercado ya



explorado por países exportadores de colágeno, igualmente se advirtió que existen menos requisitos en el proceso de exportación y no cuentan con barreras arancelarias.

REFERENCIAS

Acuicultura, A. V. (2015). *Meta Fish Food Company S. A. - Planta para el proceso de filete fresco de Tilapia Nilótica*. Meta:

<http://sites.google.com/site/aguaverdeacuicultura2/metafishfoodcompanys.a>.

Almeida, s. (2013). *Garantía de calidad y viabilidad económica de un producto innovador obtenido de un subproducto de la industria cárnica en Brasil*.

https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=+Quality+assurance+and+economical+f easibility+of+an+innovative+product+obtained+from+a+byproduct+of+the+meat+indust ry+in+Brazil&author=Almeida+P.+F&author=Silva+J.+R&author=Lannes+S.+C.+S&author=Farias+T.+M.

Amazing. (2018). *Importancia del colágeno en el cuerpo humano* .

<https://noticiasdelaciencia.com/art/27310/importancia-del-colageno-en-el-cuerpo-humano>.

ANDI. (2015). *Informe de Sostenibilidad* .

<http://proyectos.andi.com.co/cica/Documents/Cosmeticos/Informes/InformeSostenibilidad.pdf>.

AUNAP. (2020). *Objeto* . <https://www.aunap.gov.co/index.php/aunap/objeto>.

AUNAP, A. (2013). *Desarrollo de Estrategias para el incremento del consumo de pescado y mariscos provenientes de la acuicultura de Colombia como alternativa viable de comercialización en el mercado doméstico*. <https://www.aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/05/Estrategia-para-incremento-del-consumo.pdf>.



Berezow, A. B. (2015). *Tilapia: Un pez que cura tus Heridas*.

https://www.realclearscience.com/journal_club/2015/02/17/tilapia_a_fish_that_will_heal_your_wounds_109082.html.

Campo castillo , L. f. (2003). *La importancia de la tilapia roja en el desarrollo de la piscicultura en colombia*. valle de cauca:

<https://cals.arizona.edu/azaqua/ista/new/TilapiaColombia.pdf>. Obtenido de <https://cals.arizona.edu/azaqua/ista/new/TilapiaColombia.pdf>

Campo, L. F. (2003). *La importancia de la tilapia roja en el desarrollo de la piscicultura en colombia* . Cauca : <https://cals.arizona.edu/azaqua/ista/new/TilapiaColombia.pdf>.

Campo, L. F. (2006). *Una Evolucion de 25 Años, de la Incertisumbre al Exito*. . Colombia : <https://cals.arizona.edu/azaqua/ista/Colombia/TILAPIAROJA2006.pdf>.

CECODES. (2015). *UNA OPORTUNIDAD PARA LA ACUICULTURA COLOMBIANA*.

<https://www.cecodes.org.co/site/una-oportunidad-para-la-acuicultura-colombiana/>.

COSMETICA, D. (15 de 08 de 2010). *COSMETICA DERMATOLOGICA* . Obtenido de

COSMETICA DERMATOLOGICA : <http://www.cosmetidermatologica.com/231/el-colageno-la-proteina-de-la-juventud/>

DANE. (2018). *generalidades*. <https://www.dane.gov.co/index.php/acerca-del-dane/informacion-institucional/generalidades>.

Darwin J, Prockop , & Guzman , N. (1981). *el colageno*.

<http://www.oc.lm.ehu.eus/Departamento/OfertaDocente/Fundamentos/Contenidos/articulos/Art%C3%ADculos/CL002.pdf>.

Decision516. (2002). *INVIMA*.

<https://www.invima.gov.co/documents/20143/449018/DECISION+516.pdf>.



Dinero. (2018). *se disparan las exportaciones de tilapia colombiana en el 2018*. Colombia :

<https://www.dinero.com/economia/articulo/exportaciones-de-tilapia-colombiana-en-2018/260489>.

DPN, G. d. (2018-2022). *Bases del plan nacional de desarrollo* .

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/PND-2018-2022.pdf>.

DPN, G. d. (2018-2022). *Bases del plan nacional de desarrollo* .

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/PND-2018-2022.pdf>.

ELPAIS. (2019). *La cosmetica Española bate records* .

https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/09/26/fortunas/1569511762_975983.html.

Elsevier. (2019). *Colageno: tipo, composicion, caracteristicasy districucion en tejidos*.

<https://www.elsevier.com/es-es/connect/medicina/colagenos-tipos-composicion-distribucion-tejidos>.

EUROPEO, P. (s.f.). *REGLAMENTO*. [https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R0765-20100101&from=FI)

[content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R0765-20100101&from=FI](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R0765-20100101&from=FI).

FAO. (2003). *Acuicultura: principales conceptos y definiciones* .

<http://www.fao.org/spanish/newsroom/focus/2003/aquaculture-defs.htm>.

FAO. (2005). roma: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_colombia/es.

FAO. (s.f.). *En cuanto a la superación de la pobreza, la acuicultura ha contribuido a reducir los gastos de la población rural por la producción de pescado en sus fincas*. 2020:

http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_colombia/es.

Firti6n, E. S. (2018). *Se disparan exportaciones de tilapia en colombia en el 2018*. colombia :

<http://www.sirhuila.gov.co/index.php/162-medicare/blog/1266-se-disparan-las-exportaciones-de-tilapia-colombiana-en-2018>.



Fisiocampus. (2019). *Colageno ¿ porque lo pierde nuestro cuerpo?¿ como podriamos mantenerlo?* <https://www.fisiocampus.com/articulos/colageno-por-que-lo-pierde-nuestro-cuerpocomo-podriamos-mantenerlo>.

FORBES. (2018). *LA COSMETICA YA NO SOLO ES POR ESTETICA*.

<https://forbes.es/empresas/43235/la-cosmetica-ya-no-solo-tiene-que-ver-con-la-estetica/>.

Gaona, J. C. (2011). *Estandarización de un proceso de extracción de colágeno a partir de los residuos de fileteo de tilapia (Oreochromis sp) y cachama (Piaractus brachypomus)*.

Bogota, Colombia :

<http://bdigital.unal.edu.co/4880/1/jenifercarolinaserranogaona.2011.pdf>.

Garzon, a. (07 de 01 de 2015). *ICA*. Obtenido de INSTITUTO COLOMBIANO

AGROPECUARIO : <https://www.ica.gov.co/Noticias/Pecuaria/2015/Meta-registro-augen-produccion-de-carne-de-pesca.aspx>

GOB.ESPAÑA. (2006). *Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado*.

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2006-82750>.

Gobernacion del Meta . (2017). *Boletin de prensa: Gobernación del Meta y Aunap trabajan articuladamente para fortalecer el sector piscicultor del departamento*. Meta:

<https://www.meta.gov.co/web/blog/gobernaci%C3%B3n-del-meta-y-aunap-trabajan-articuladamente-para-fortalecer-el-sector-piscicultor-del>.

Guerrero, R. (2020). *colageno disminuye con la edad alimentos y suplementos que pueden ayudar* . https://www.cuerpomente.com/alimentacion/nutricion/alimentos-colageno-suplementos_1198.



Hannesson, R. (2003). *las organizaciones de pescadores y su funcion en la ordenacion de la pesca: consideraciones teoricas y eperiencias en los paises industrializados*. Noruega:

<http://www.fao.org/3/t0049s/T0049S01.htm>.

HBS Noticias . (2013). *Se salva empresa que proyecta exportar pescado*.

<http://m.hsbsnoticias.com/noticias/econom%C3%ADa/se-salva-empresa-que-proyecta-exportar-pescado-45167>.

Herrera, M. D. (2018). “*DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS PARA LA EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL COLÁGENO A PARTIR DE PIEL DE TILAPIA (Oreochromis niloticus)*”. Peru:

http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/686/T_0404.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Horizonte, E. (2017). *¿Cómo revertir los problemas asociados a la falta de colágeno?*

<https://d.elhorizonte.mx/escena/como-revertir-los-problemas-asociados-a-la-falta-de-colageno/1835179>.

ICA. (2015). *Produccion de Carne de Pescado* .

<https://www.ica.gov.co/noticias/pecuaria/2015/meta-registro-auge-en-produccion-de-carne-de-pesca.aspx>.

ICONTEC. (1995). *NTC 3750*. <https://www.icontec.org/rules/productos-para-la-industria-cosmetica-colageno-soluble/>.

Innovacion, D. e. (s.f.). *Aprovechamiento y utilización de los desperdicios del pescado*.

Aprovechamiento y utilización de los desperdicios del pescado.

INVIMA. (2020). <https://www.invima.gov.co/cosmeticos>.



ITC, T. M. (2020). *Estadística de Comercio para el Desarrollo Internacional de las Empresas*.

https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c%7c210690%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1.

Iwashita, M., Ohta, H., Fujisawa, T., Minyoung, C., Ikeya, M., Kidoaki, S., & Kosodo, Y.

(2019). *El gel del colágeno de la tilapia que imita la rigidez cerebral promueve la inducción de neuronas corticales dorsales a partir de células madres pluripotentes humanas*. corea: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-38395-5#Bib1>.

Kittiphattanabawon, P. (2005). *Characterisation of acid-soluble collagen from skin and bone of bigeye snapper (Priacanthus tayenus)*.

https://www.researchgate.net/publication/221986331_Characterisation_of_acid-soluble_collagen_from_skin_and_bone_of_bigeye_snapper_Priacanthus_tayenus.

LABORATORIOSKLEIN. (2018). *Colágeno marino en cosmética*.

<https://laboratoriosklein.com/blog/2018/10/17/el-colageno-marino-en-cosmetica/>.

Liu, H., & Huand. (2016). *Características estructurales del colágeno extraído del hueso de la tilapia (Oreochromis mossambicus): efectos de la solución de ácido etilendiaminotetraacético y el tratamiento con ácido clorhídrico*.

[https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Structural+Characteristics+of+Extracted+Collagen+from+Tilapia+\(Oreochromis+mossambicus\)+Bone:+Effects+of+Ethylendiaminetetraacetic+Acid+Solution+and+Hydrochloric+Acid+Treatment&author=Liu+H&author=Huand+K&p](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Structural+Characteristics+of+Extracted+Collagen+from+Tilapia+(Oreochromis+mossambicus)+Bone:+Effects+of+Ethylendiaminetetraacetic+Acid+Solution+and+Hydrochloric+Acid+Treatment&author=Liu+H&author=Huand+K&p).

Liu, H., & Huang, K. (2016). *Características estructurales del colágeno extraído del hueso de tilapia (Oreochromis mossambicus): efectos de la solución de ácido*



etilendiaminotetraacético y el tratamiento con ácido clorhídrico.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2014.951939>.

Maciel, E. (2017). *Escama de pez: la revolucionaria tecnica que recupera la piel de las quemaduras* . Brazil :

<https://www.infobae.com/tendencias/innovacion/2017/07/25/escamas-de-pez-la-revolucionaria-tecnica-que-recupera-la-piel-de-las-quemaduras/>.

Merino, M. C. (2018). *Acuicultura en colombia* .

<https://www.aunap.gov.co/images/convenio/presentacion-tecnica-acuicultura-en-colombia.pdf>.

Merlino, M. C., Leon, D. G., & Salazar , G. (2006). *Guia Practica de Psicultura en Colombia*.

Bogota D. C: <https://www.aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/Guia-Practica-de-Piscicultura-en-Colombia.pdf>.

Min Agricultura . (2020). *Funciones* . Bogota :

<https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/quienes-somos/Paginas/Funciones.aspx>.

MinAgricultura. (2018). *Sistema de informacion de gestion y desempeño de organizaciones de cadena SIOC*. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Pages/default.aspx>.

MinAgricultura. (2019). *Estrategias para el sector de pesca y acuicultura*. Colombia:

<https://sioc.minagricultura.gov.co/Documentos/6.%20Documento%20de%20Politica%20pesca%20y%20acuicultura%20Abril8de2019%2031%20Jul%202019.pdf>. Obtenido de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Documentos/6.%20Documento%20de%20Politica%20pesca%20y%20acuicultura%20Abril8de2019%2031%20Jul%202019.pdf>

MINCOMERCIO. (s.f.). *el ABC del acuerdo comercial con la union europea*.

<http://www.tlc.gov.co/acuerdos/vigente/union-europea/contenido/acuerdo->



comercial/texto-final-del-acuerdo-comercial/abc-del-acuerdo-comercial-con-la-union-europea.

- Mojica, P., Cuellar, S., & Medina, C. (2018). *Boletín Tecnológico Trucha y Tilapia, Aprovechamiento de subproductos*. Cauca:
https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Propiedad%20Industrial/Boletines_Tecnologicos/Trucha_tilapia_boletin.pdf.
- Nagai, T., & Suzuki, N. (1999). *Aislamiento de colágeno del material de desecho de pescado: piel, huesos y aletas*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814699001880>.
- OPINION, L. (2019). *Los 4 mejores productos de colágeno para prevenir las arrugas*. (P. Merida, Ed.) <https://laopinion.com/guia-de-compras/los-4-mejores-productos-de-colageno-para-prevenir-las-arrugas/>.
- PARLAMENTO EUROPEO. (s.f.). *Información Jurídica*. <http://www.informatica-juridica.com/anexos/legislacion-union-europea-directiva-98-34-ce-del-parlamento-europeo-y-del-consejo-de-22-de-junio-de-1998-nbsp-por-la-que-se-establece-un-procedimiento-de-informacion-en-materia-de-las-normas-y-reglame/>.
- Pinto, C. M. (2017). *“EXTRACCIÓN DE COLÁGENO DE LAS ESCAMAS DE PESCADO UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE RENNINA*. ECUADOR :
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7774/1/27T0374.pdf>.
- PND. (2018). *plan nacional de desarrollo pacto por Colombia, pacto por la equidad*.
https://www.sic.gov.co/sites/default/files/documentos/122018/Bases_Plan_Nacional_de_Desarrollo_2018-2022.pdf.



Portafolio. (2018). *Exportaciones de pescado nacional aumentaron 34%*.

<https://www.portafolio.co/economia/exportaciones-de-pescado-nacional-aumentaron-34-527384>.

Prado, L. A. (2017). *Piel de Pescado* . Costa Rica :

<https://www.biblioteca.org.ar/libros/cueros/pescado.htm>.

Pressreader. (2019). *Los mil beneficios del colageno* . <https://www.pressreader.com/chile/la-hora-mujeres/20191017/281736976222088>.

PROCOLOMBIA. (2010). *Colombia trabaja con CBI de Holanda para mejorar servicios a empresarios*. <https://procolombia.co/archivo/proexport-trabaja-con-cbi-de-holanda-para-mejorar-servicios-empresarios>.

PROCOLOMBIA. (2011). *Acuerdo comercial Colombia- Union Europea* .

<https://ue.procolombia.co/oportunidad-por-sector/manufactura-y-prendas-de-vestir/cosmeticos>.

PROCOLOMBIA. (s.f.). *Recomendaciones para exportar cosmeticos a la union europea*.

<https://www.colombiaproductiva.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=5115b518-2f2f-48cb-a1e5-d42711ac936a>.

Qualinova. (2018). *Colageno X edad ;que causa la disminucion del colageno a lo largo de los años?* https://www.qualinova.com.py/BlogView_33/COLAGENO-X-EDAD-QUE-CAUSA-LA-DISMINUCION-DEL-COLAGENO-A-LO-LARGO-DE-LOS-AOS.html.

Quintero , J., & Zapata , J. (2017). *Optimización de la Extracción del Colágeno Soluble en Ácido*. Medellín:

https://www.researchgate.net/publication/315326524_Optimizacion_de_la_Extraccion_d



el_Colageno_Soluble_en_Acido_de_Subproductos_de_Tilapia_Roja_Oreochromis_spp_
mediante_un_Diseño_de_Superficie_de_Respuesta.

Radio, R. (2017). *Se salvó Meta Fish and Food, planta para el procesamiento de tilapia llanera.*

Bogotá : <https://www.rcnradio.com/colombia/llanos/se-salvo-meta-fish-and-food-planta-procesamiento-tilapia-llanera>.

Rodriguez Peña , M. A. (2009). *piel de tilapia y cachama la mina de colageno.*

<https://www.vanguardia.com/judicial/piel-de-la-tilapia-y-cachama-la-mina-del-colageno-FDVL31997>.

Rueda Barrios , G., Bohorquez Farfan , L., Reyes Figueroa , J., & Gomez Diaz , D. (2019).

Diagnostico en las unidades productivas en el sector piscicola de santander . santander :

<https://revistaespacios.com/a19v40n28/a19v40n28p25.pdf>.

Salazar Ariza G. (2005). *Vision general del sector acuicola nacional .* Roma :

http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_colombia/es.

Semana. (2019). *Oportunidades en el sector acuícola y pesquero.*

<https://www.semana.com/nacion/articulo/oportunidades-en-el-sector-acuicola-y-pesquero/644828>.

SENA. (2011). *EN TIEMPOS DE CAMBIO, QUIENES ESTÉN ABIERTOS AL APRENDIZAJE*

SE ADUEÑARÁN DEL FUTURO, MIENTRAS QUE AQUELLOS QUE CREEN

SABERLO TODO ESTARÁN BIEN EQUIPADOS PARA UN MUNDO QUE YA NO

EXISTE. [http://mujeresdegestion.blogspot.com/p/la-piscicultura-en-colombia-y-en-](http://mujeresdegestion.blogspot.com/p/la-piscicultura-en-colombia-y-en-el.html)

[el.html](http://mujeresdegestion.blogspot.com/p/la-piscicultura-en-colombia-y-en-el.html).

SEPEC. (2019). *Producción de la acuicultura en el área monitoreada por el SEPEC durante el*

período agosto-diciembre de 2018. Santa Marta :



<http://sepec.aunap.gov.co/Archivos/Boletines->

2018/Boletin_produccion_acuicultura_area_monitoreada_SEPEC_agosto_diciembre_2018.pdf.

SEPEC, S. E. (2018). *Producción de la acuicultura en el área monitoreada por el SEPEC durante el período agosto-diciembre de 2018.*

<http://sepec.aunap.gov.co/Archivos/Boletines->

2018/Boletin_produccion_acuicultura_area_monitoreada_SEPEC_agosto_diciembre_2018.pdf.

SEPEC, S. E. (2019). *PRODUCCIÓN ANUAL DE ACUICULTURA POR TIPO DE*

PRODUCCIÓN. El 80% de esta producción se deriva del abastecida de los municipios como Villavicencio, Guamal, Acacias, Lejanías, Castilla, San Carlos, Barranca, Restrepo y Puerto López, .

Serrano Gaona , J. (2011). *Estandarización de un proceso de extracción de colageno a partir de los residuos de la tilapia y cachama*. Bogota:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/8297/jenifercarolinaserranogaona.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Serrano, J. C. (2011). *Estandarizacion de un proceso de extraccion de colageno a partir de los residuos del fileteo de la tilapia y cachama*. colombia:

<http://bdigital.unal.edu.co/4880/1/jenifercarolinaserranogaona.2011.pdf>.

Solari, A., & Córdova, J. S. (2015). *EXTRACCIÓN DE COLÁGENO PROVENIENTE DE RESIDUOS DEL PROCESAMIENTO DE Engraulis ringens “ANCHOVETA”*.

<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:->



j9TOpmX31oJ:https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/download/13609/12017/+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=co.

Tiempo, E. (2007). *Montan planta para procesar tilapia*. Meta :

<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-2369848>.

tinto arandes, j. a. (2013). *El análisis de contenido como herramienta de utilidad*. Venezuela:

file:///C:/Users/CARGAEXPRESS/Downloads/art%C3%ADculo_redalyc_55530465007.pdf.

Torres Choez , B., & Falconi Tarira , F. (2018). *EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COLÁGENO A PARTIR DE PIELES DE TILAPIA ROJA (OREOCHROMIS SP.) Y ALBACORA (THUNNUS ALALUNGA)*. Guayaquil:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/33451/1/401-1334%20-%20Extrac%20y%20caracterizac%20de%20colageno.pdf>.

Torres, Q. E. (2012). *PISCICULTURA EN EL DEPARTAMENTO DEL META: PLANEACIÓN CONJUNTA UNIVERSIDAD EMPRESA ESTADO*.

https://www.academia.edu/8216210/PISCICULTURA_EN_EL_DEPARTAMENTO_DE_L_META_PLANEACI%C3%93N_CONJUNTA_UNIVERSIDAD_EMPRESA_ESTADO.

TRADEMAP. (2020). *Lista de los mercados importadores para un producto exportado por Colombia*.

https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx?nvpm=3%7c170%7c%7c%7c%7c350300%7c%7c%7c6%7c1%7c2%7c2%7c1%7c1%7c2%7c4%7c1.

TRADEMAP. (2020). *REQUISITOS LEGALES* . <https://www.macmap.org/en/query/regulatory-requirement?reporter=724&partner=170&product=350300&level=6&rtype=I>.



UCO. (s.f.). *Sectores economicos de colombia* .

<https://www.uco.edu.co/ova/OVA%20Economia%20Colombiana/Objetos%20informativos/Unidad%201/2.%20SECTORES%20PRODUCTIVOS%20EN%20COLOMBIA.pdf>.

Urquijo, S. (20 de 10 de 2017). *UDEA NOTICIA*. Obtenido de CIENCIA:

http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia!/ut/p/z0/nZBBT8MwDIX_Chx6rOJ1XVeOUbVNmlYxYIw2F2RloTO0SZdmFT-fhAMa48YlenY-vWebCVYxoXGkBh0Zja2va5G95ndFMuEpbCBLM-DZNp3Nk9V0twe2ZuISWD2uCw8UfDF_2k-gyIJDYsuibJjo0R1j0m-GVdJopzQdvMShU

Urquijo, S. a. (2017). http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia!/ut/p/z0/fYyxDsIwDER_haVj5VBCgLFiQEIMDAi1XpDVRsWQxi0NiM8nhQUWltPd-fkAoQD09OCGAosnF3OJ5rRcrbNprtVOGW1UbvZ6vsg2s8NRwRbwPxAX-NL3mANW4oN9Big6uQVy99pSomj4TWdp7cePOvESuGIaEvX-9lzLSH3Vb.

Vargas, H. J., & Medina Molano , Y. E. (2018). *Estudio de Viabilidad para la produccion de tilapia en el municipio de Restrepo Meta y la comercializacion en la ciudad de Bogota* . . Villavicencio :

<https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/1012/1/RUNILLANOS%20ADN%20089%20ESTUDIO%20DE%20VIABILIDAD%20PARA%20LA%20PRODUCCI%C3%93N%20DE%20TILAPIA%20EN%20EL%20MUNICIPIO%20DE%20RESTREPO%20Y%20LA%20COMERCIALIZACION%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20BOGOTA.p>.

VOGUE. (2018). *8 marcas de cosmética natural que querrás conocer si quieres dar el salto a la belleza ECO*. (A. Morales, Ed.)



<https://www.vogue.es/belleza/tendencias/articulos/cosmeticos-naturales-organicos-marcas/33283>.

Zuluaga, J. G. (2020). *Plan de Gobierno* . Villavicencio:

[https://sites.google.com/site/aguaverdeacuicultura2/metafishfoodcompanys.a. .](https://sites.google.com/site/aguaverdeacuicultura2/metafishfoodcompanys.a.)



ANEXOS

Anexo A Estandarización de un proceso de extracción de colágeno a partir de los residuos de fileteo de tilapia (*Oreochromis sp*) y cachama (*Piaractus brachypomus*)

4. Estandarización del proceso de extracción y purificación de colágeno

4.1 Metodología

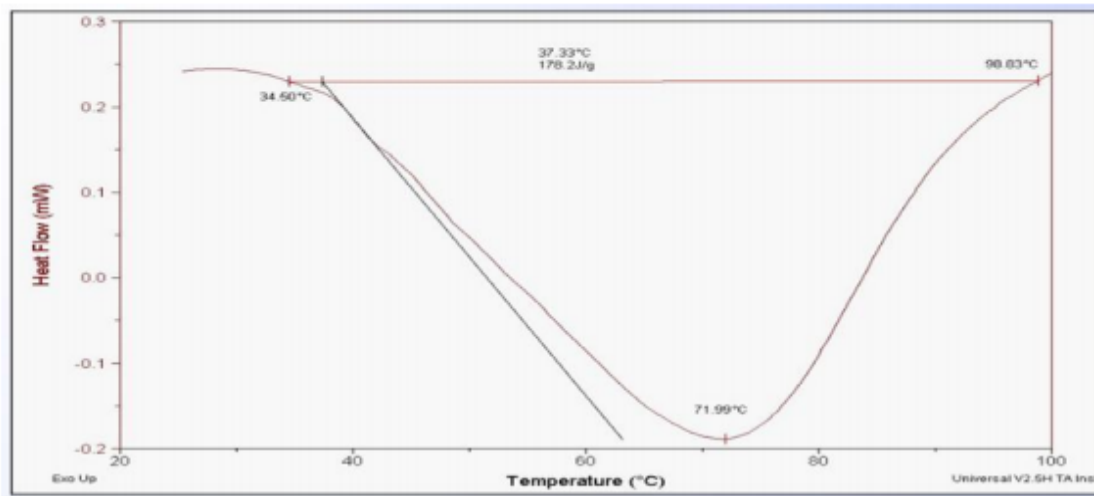
Con base en la revisión bibliográfica y en los resultados del análisis proximal de las pieles, se realizaron ensayos preliminares que permitieron la definición de las etapas del proceso y fijar algunas condiciones como la agitación y la relación peso de piel : volumen líquido para todas las etapas. Así mismo se definieron para cada etapa del proceso, los factores de estudio y variables de respuesta para formular los distintos diseños experimentales.

En los artículos consultados se manejan relaciones peso de piel : volumen de solución de 1:8 (p/v) (Duan *et al.* 2009) y hasta 1:30 (p/v) (Zeng *et al.* 2009) para las primeras etapas y para la etapa de solubilización ácida desde 1:30 (p/v) hasta 1:100 (p/v) (Wang *et al.* 2008). Durante los ensayos preliminares se observó que trabajar con relación de peso de piel : volumen de solución igual a 1:10 (p/v) para todas las etapas de extracción permite que las pieles entren en completo contacto con la solución respectiva de cada etapa.

El intervalo de temperatura estudiado no coincide con los datos reportados en distintos artículos (Nagai and Suzuki 1999; Sadowska *et al.* 2003; Zeng *et al.* 2009; Zhang *et al.* 2009) donde el proceso se desarrolla a temperaturas iguales o menores a 4 °C, con el fin de prevenir la desnaturalización total o parcial del colágeno. Teniendo en cuenta los reportes encontrados de la temperatura de desnaturalización del colágeno obtenido a partir de pieles de distintas especies de pescado y que el colágeno obtenido de peces que habitan aguas cálidas es térmicamente más estable que el obtenido de especies de aguas frías, en este trabajo fue posible trabajar a temperaturas superiores a 4 °C y superiores a las ambientales con el fin de disminuir los costos de operación reflejo de la refrigeración y los tiempos de reacción.

El colágeno obtenido en los ensayos preliminares fue analizado mediante la técnica de calorimetría diferencial de barrido (DSC), el resultado fue un termograma, donde se observa la temperatura de desnaturalización, Figura 4-1.

Figura4-1: Termograma paracolágeno obtenido de piel de tilapia – pruebas preliminares.



De este termograma se obtuvo que la temperatura de desnaturalización de la proteína es igual a 37,33 °C, y aproximado a los datos reportados por otras investigaciones (Potaros *et al.*,2009; Zeng *et al.*,2009). Con este dato preliminar se posible definir la temperatura máxima de trabajo durante el proceso.

4.1.1 Montaje utilizado para las pruebas

El montaje empleado para la definición del proceso de extracción se compone de un reactor de vidrio enchaquetado con volumen nominal de 400 ml sin deflectores, un agitador de paletas planas inclinadas, un motor con indicador digital IKA RW-20 (Alemania) y un Criotermostato de Circulación Julabo - F12 (USA).

Algunas características geométricas importantes del tanque reactor y del agitador son:

- Diámetro del tanque, $D_t = 10$ cm
- Altura del líquido en el tanque, $H = 10$ cm
- Diámetro del agitador, $D_a = 5$ cm
- Altura del agitador sobre el fondo del tanque, $E = 5$ cm

- Ancho de las paletas del agitador, $W = 1 \text{ cm}$
- Largo de las paletas del agitador, $L = 2,25 \text{ cm}$

La agitación de todas las etapas debe asegurar que el líquido se encuentre en régimen turbulento para aumentar la transferencia de calor y de masa y de esta manera hacer un proceso más eficiente. Aunque no se realizó un diseño del tanque y del sistema de agitación fue necesario mantener la velocidad de agitación en 650 rpm para que el sistema permaneciera en flujo turbulento. Con esto se asegura que esta condición del proceso sea escalable en un futuro.

La Ec. 6-155 {Perry, 2008 #45} ilustra el cálculo del Número de Reynolds para tanques agitados, la densidad y la viscosidad del medio se aproxima a los valores para el agua ya que se trabajan soluciones a bajas concentraciones:

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \{Perry, 2008 \#45\}$$

$$\mu = 0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s} \{Perry, 2008 \#45\}$$

$$N = 650 \text{ rpm} = 68,07 \text{ rad/s}$$

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 N \rho}{\mu} = \frac{(0,05\text{m})^2 \left[650 \text{rpm} * \left(\frac{2\pi}{60\text{s}} \right) \right] 1000 \text{kg/m}^3}{0,1 \text{Pa} \cdot \text{s}} = 1701,7$$

Este N_{Re} indica que en las inmediaciones del agitador el flujo es turbulento mientras en los lugares más alejados de este en el reactor el flujo es laminar, teniendo en cuenta que el reactor es un tanque pequeño de 10 cm de diámetro y 12 cm de altura es posible suponer que el sistema se encuentra en flujo turbulento. La potencia P consumida por el impulsor se comprende sin dimensiones en un grupo llamado el número de potencia, Ec. 6-156 {Perry, 2008 #45}:

$$N_p = \frac{P}{\rho N^3 D^5}$$

La Figura 10.5c de {Walas, 1988 #47} relaciona N_{Re} con el Número de potencia, N_p , para diferentes tipos de agitadores. Se seleccionó en esta Figura la curva 13 para un agitador

de paletas planas inclinadas sin deflectores, si $N_{Re} \approx 1700$ el N_p es aproximadamente igual a 2 y la potencia requerida del motor es:

$$P = 2 * 1000 \frac{kg}{m^3} * (68,07 \text{ rad/s})^3 * (0,05m)^5 = 197,13W$$

4.1.2 Decoloración

Durante los ensayos preliminares no se realizó ninguna etapa de blanqueamiento de las pieles, y se observó que el producto obtenido tenía un color grisáceo no aceptado según la NTC 3750. Fue necesario entonces, incluir una etapa de blanqueamiento, como agente blanqueador se selecciono el hipoclorito de sodio, $NaClO$, por ser de los más económicos en el mercado. Así mismo se aprovecha la propiedad desinfectante de este producto, el cual permite eliminar los microorganismos que puedan estar en las pieles y posiblemente alteren algunas etapas posteriores del proceso.

En esta etapa son factores de tratamiento importantes la concentración de $NaClO$, el tiempo de reacción, la temperatura y la relación peso de piel : volumen de solución (p/v), de estos factores se estudiaron los tres primeros y la relación se mantuvo constante en 1:10 (p/v). En el caso del tiempo este fue incorporado al diseño de experimentos como un factor – bloque, que es apropiado cuando el objetivo del experimento es comparar los efectos de diferentes tratamientos promediados sobre un rango de condiciones experimentales distintas.

Debido a que en las pieles y el sobrenadante de la etapa están presentes muchos compuestos entre ellos grasa y proteína, así como microorganismos y células cromatóforas, las células que proporcionan el color a la piel, se decidió que la variable respuesta fuera el porcentaje de sólidos totales presentes en el sobrenadante ya que permite de manera rápida cuantificar estos compuestos y células. La determinación de sólidos totales se realizo siguiendo el método oficial de la AOAC No. 950.46 del año 1998.

Para el diseño experimental se utilizo el diseño de tipo factorial, donde se analizan todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores en cada réplica del experimento. Para el factor temperatura se tienen 3 niveles, 10 - 20 - 30 °C, estas

Figura 4-1. Mientras para la concentración de NaClO son dos, 0,525% y 0,262% (p/v), se evaluaron estas bajas concentraciones para evitar que permanezcan trazas en el producto final. El diseño experimental se muestra en el Anexo B.

4.1.3 Hidrólisis en medio básico

La función de esta etapa es eliminar las proteínas distintas al colágeno presentes en la piel de pescado. En los artículos consultados, esta eliminación se realiza con hidróxido de sodio, igualmente puede realizarse con enzimas proteolíticas específicas o no para el colágeno. En este trabajo se realizó la comparación de la capacidad de eliminación de proteínas del hidróxido de sodio, de la enzima Protex 6L y la enzima Tan G Plus.

- Tratamiento con hidróxido de sodio, NaOH: este producto es un agente irritante que al entrar en contacto con las proteínas de los tejidos vivos produce su rompimiento por efectos de hidrólisis. Luego de la hidrólisis los aminoácidos y péptidos más pequeños se liberan al medio acuoso, pero al ser una base fuerte podría así mismo hidrolizar la molécula de colágeno a pesar de ser una molécula fibrosa y resistente, por esta razón no se manejaron altas temperaturas ni concentraciones de la solución.

Los factores de tratamiento relevantes para esta etapa son la concentración de la solución de NaOH, el tiempo de reacción, la temperatura y la relación peso de piel : volumen de solución (p/v), de estos factores se estudiaron los tres primeros y la relación se mantuvo constante en 1:10 (p/v). En la revisión se encontró que el tiempo para esta etapa es de aproximadamente 6 horas (Nagai, T., *et al.* 2000), se realizaron ensayos preliminares y se encontró que luego de 3 horas de hidrólisis la concentración de la solución de NaOH no varía sustancialmente. Por esta razón el tiempo de cada ensayo será de 3 horas, y se tomarán muestras cada 30 minutos para realizar la agrupación por bloques del diseño de experimentos, que se muestra en el Anexo C.

Para el diseño experimental se utilizó el diseño de tipo factorial, para el factor temperatura se estudiaron los niveles, 10 - 20 - 30 °C, valores menores a la temperatura de desnaturalización encontrada para el producto obtenido de ensayos preliminares, y para la concentración de NaOH, se evaluaron los niveles 0,1 – 0,2 – 0,3 N.

cada enzima es diferente, estas mismas actividades indican diferentes cantidades de enzima. Para el análisis de los resultados se cuantificó la proteína total y la hidroxiprolina presente en las pieles tratadas luego de ser lavado con abundante agua (1:10 (p/v)) por 10 minutos, con estas determinaciones se reconoció cual de las relaciones E:S estudiadas para las dos enzimas disminuyo el contenido de proteínas diferentes al colágeno en la piel.

4.1.4 Solubilización de colágeno

En esta etapa se solubiliza en medio ácido el colágeno presente en la matriz de la piel, con esta etapa termina el proceso de extracción. Los reportes indican al ácido acético como el agente utilizado para solubilizar el colágeno, (Nagai and Suzuki 1999; Wang *et al.* 2008; Duan *et al.* 2009) en concentraciones cercanas a 0,5 M.

Los factores de tratamiento importantes para esta etapa son la concentración de la solución ácida, el tiempo de reacción, la temperatura y la relación peso piel : volumen de solución (p/v), de estos factores se estudiaron los tres primeros y la relación se mantuvo constante en 1:10 (p/v). Se aplico un diseño D-optimal, donde la temperatura se evaluó entre 15 °C y 35°C, y la concentración de ácido acético entre 0,1 M y 0,5 M. El diseño de experimentos, se muestra en el Anexo F.

En la revisión bibliográfica se encontró que el tiempo para esta etapa es de hasta 3 días a 4 °C utilizando ácido acético 0,5 M (Zeng *et al.* 2009; Zhang *et al.* 2009), en los ensayos preliminares a 25 °C se observo que luego de 5 horas las pieles se habían solubilizado por lo que en el diseño se tomaron muestras de solución en la hora 2 y 5 de cada ensayo.

La respuesta de estos ensayos fue la cuantificación de proteína total por el método de Bradford, usando albumina de suero bovino (BSA), como patrón de calibración. El procedimiento para la determinación de proteínas por este método se muestra en el Anexo G.

4.1.5 Filtración

Para eliminar los sólidos no disueltos en la solución de ácido acético se utilizo un filtro de acero inoxidable de malla No. 20 según la norma ASTM E11-09.

4.1.6 Precipitación salina

En esta etapa se recupera el colágeno de la solución ácida precipitándolo con una solución de cloruro de sodio a un pH determinado, gracias a las cargas iónicas que esta sal proporciona a la proteína permitiendo su precipitación.

Se estudio el efecto de la concentración de cloruro de sodio en la solubilidad del colágeno. 2,5 mililitros de la solución de colágeno 0,5 g/l en ácido acético al 0,5 M se mezcla con 5 mililitros de una solución de cloruro de sodio en ácido acético a diferentes concentraciones, 6%, 9% y 18% (p/v), para obtener una concentración final de cloruro de sodio igual a 4%, 6% y 12% (p/v) respectivamente. Las soluciones se agitan y se disuelven 2 ml en 4 ml de agua desionizada, 1 ml de esta nueva solución se colorea con 1 ml de reactivo de Bradford, para realizar la medición siguiendo el protocolo del Anexo G.

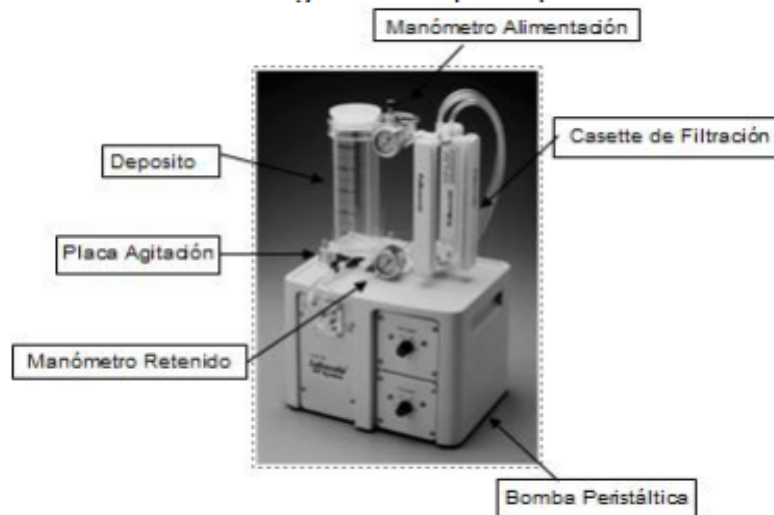
4.1.7 Diafiltración

La diafiltración es una modificación de la ultrafiltración en la cual se adiciona agua o solución diluyente a la alimentación con el fin de facilitar el permeado de algunos componentes a través de la membrana.

El precipitado producto de la etapa de precipitación salina se re-disuelve en una solución de ácido acético 0,5M hasta obtener una concentración de 0,05% de colágeno, esta nueva solución de colágeno se pre-filtra utilizando una membrana de celulosa de 0,22 μm en un tanque de presurización en acero inoxidable 316 marca Millipore Corp.

La solución pre-filtrada se diafiltra, para eliminar los iones cloruro y sodio de la solución de colágeno, utilizando el sistema de filtración tangencial Millipore, tipo *Lab-Scale*, que se observa en la siguiente Figura 4-2. Este sistema está compuesto por un deposito con capacidad de 500 ml, bomba peristáltica, placa agitadora y los manómetros requeridos para controlar la presión de alimentación, P_1 , y de salida de permeado del cassette de filtración, P_2 . Este sistema de filtración fue proporcionado por Purificación y Análisis de Fluidos S.A.

Figura 4-2: Sistema de Filtración Tangencial Millipore tipo Lab-Scale.



El cassette de filtración Pellicon XL50 marca Millipore, contiene una membrana de polietersulfona, compuesto de celulosa y fluoruro de polivinilideno hidrofílico (PVDF), con un peso molecular de corte de 50 kDa y 50 cm² de área de filtración.

Es necesario antes de utilizar estos casetes de filtración realizar la prueba de integridad que consiste en hallar la permeabilidad normalizada del cassette de filtración con agua para tener control del nivel de taponamiento de la membrana. Luego se realizó la excursión de presión, que es la determinación de la presión trans-membranal óptima, por sus siglas en inglés, TMP óptima.

$$TMP_{optima} = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

Se estudiaron diferentes presiones de alimentación y de permeado, pero manteniendo una diferencia de presión, ΔP fija e igual a 10 psi. La TMP óptima es aquella donde el flux es máximo e indica la menor área de filtración. Se alimenta la solución de colágeno en ácido acético al tanque de alimentación, el nivel de este tanque permanecerá constante durante la prueba adicionando solución 0,5M de ácido acético, manteniendo constante la TMP óptima se inicia la diafiltración. Se reportan los datos: P_1 , P_2 , tiempo, volumen de permeado y conductividad en el retenido.

Se calculó posteriormente el flux de permeado (L/m².h) para cada ensayo y con el promedio de ellos se calcula el área de filtración necesaria para el volumen real de corrido. Teniendo en cuenta que las pruebas se realizaron con 5 diavolumenes.

4.2 Materiales y equipos

Además del montaje mencionado al inicio de la sección anterior se utilizaron los reactivos: hipoclorito de sodio (13%) grado técnico marca Campota, hidróxido de sodio, ácido acético y cloruro de sodio todos estos de grado analítico marca Merck.

En la etapa enzimática se utilizaron las enzimas Protex 6L y TanG Plus de Genencor, suministradas por Merquiand Ltda, las soluciones tampón se prepararon a partir de bicarbonato de sodio, carbonato de sodio, tetraborato de sodio y fosfato biácido de potasio grado analítico marca Merck S.A. registrando con el medidor de pH *Thermo Scientific – Orion4 Star* (Dinamarca). Además patrón de L-Tirosina de Merck S.A., patrones de albumina de sérica bovina (BSA) de Bio-Rad (USA) y Reactivo de Bradford de Bio-Rad (USA).

La determinación de proteína total por el método de Kjeldhal requirió de solución de ácido sulfúrico 97%, catalizador de sulfato de potasio (97% p/p) y sulfato cúprico (3% p/p), solución de hidróxido de sodio 10 M, solución de ácido bórico 4% p/v, indicador de Tashiro (rojo de metilo y azul de metileno), los reactivos necesarios para la preparación de estas soluciones fueron grado analítico de Merck S.A. Estas pruebas se realizaron en los equipos: Digestor de Proteína *Foss - Tecator 2006* (Dinamarca) y Unidad de Destilación *Foss - Kjeltex System 1002*(Dinamarca) ubicados en el Laboratorio de Análisis Físico-Químico del ICTA y en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la UN.

Para cuantificar el aminoácido Hidroxiprolina se utilizaron los reactivos: ácido sulfúrico 3,5 N y 3 N, sulfato de cobre 0,05 M, hidróxido de sodio 2,5 M, peróxido de hidrogeno 6%, p-dimetil amino benzaldehído al 5% en n-propanol, los reactivos necesarios para la preparación de estas soluciones fueron grado analítico de Merck S.A. Se utilizó como patrón de hidroxiprolina (trans-4-Hydroxy-L-proline) de Aldrich. Los equipos utilizados fueron Autoclave, Espectrofotómetro *Thermo Scientific - Genesys UV10* (USA) y Criotermostato de Circulación Julabo - F12 (USA). Estas pruebas se realizaron en el Laboratorio de Ingeniería Bioquímica del LIQ en la UN.

6. Conclusiones

Según los resultados de este trabajo las pieles de tilapia y cachama provenientes del proceso de fileteo son una fuente alternativa a las pieles de bovinos y porcinos para la extracción de colágeno tipo I.

Se caracterizaron las pieles de tilapia y cachama provenientes de MetaFish Food Company S.A. en el Departamento del Meta, y se encontró que la piel de cachama presenta un mayor contenido de grasa y de hidroxiprolina que la piel de tilapia. Estas características la hacen más elástica y resistente a los tratamientos del proceso.

Se estandarizó un proceso de extracción y purificación de colágeno a partir de pieles de tilapia y cachama. Este proceso se evaluó por separado para cada especie pero es posible aplicarlo a una mezcla de pieles de ambas especies siguiendo la metodología que se estableció para las pieles de cachama.

Durante el estudio de las etapas del proceso se observó la importancia de incluir una etapa de blanqueamiento de las pieles cuando estas sean de color oscuro con el fin de eliminar las células cromatóforas, este blanqueo es necesario para obtener un producto que cumpla con el requerimiento de color de la NTC 3750.

El uso de enzimas proteolíticas en lugar de hidróxido de sodio en la etapa de eliminación de proteínas no colágenas ofrece mejores resultados, especialmente cuando se utilizan enzimas selectivas al colágeno.

Se obtuvo colágeno a partir de las pieles de tilapia y de cachama. El colágeno obtenido es del tipo I según los resultados de electroforesis y cumple con los requisitos físico-químicos y microbiológicos de la normatividad colombiana.

El rendimiento del proceso se calculó en 1 g de colágeno por 10 g de piel que se procesen, lo cual indica un 33,3 % en base seca.

Se comprobó que cuando las pieles evaluadas presentan un mayor contenido de hidroxiprolina el colágeno obtenido a partir de esta piel es térmicamente más estable, para nuestro caso de estudio el colágeno obtenido de piel de cachama presenta una temperatura de desnaturalización superior al colágeno obtenido de piel de tilapia.

*Anexo A. Optimización de la Extracción del Colágeno Soluble en Ácido de Subproductos de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*) mediante un Diseño de Superficie de Respuesta*

Julian Quintero y José E. Zapata*

Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias, Grupo de Nutrición y Tecnología de Alimentos, Universidad de Antioquia, Calle 67 No. 53-103, Medellín, Colombia
(jquintero0627@gmail.com; jedgar_4@yahoo.es)

MATERIALES Y MÉTODOS

Se describe la materia prima usada, el análisis fisicoquímico de las matrices, la hidrólisis de las proteínas del tejido conectivo y la eliminación del extracto etéreo. Luego se explica la descalcificación y la obtención de colágeno para finalmente presentar el análisis estadístico realizado.

Manejo de Materiales

Se utilizaron espinas, escamas y piel de tilapia roja (*Oreochromis spp*) suministradas por la piscícola el Gaitero, Sopetran, Antioquia-Colombia con menos de 24 horas de faenado. Las cuales se transportaron refrigerados (4 a 6°C) hasta el laboratorio del grupo de investigación en Nutrición y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Antioquia, donde las espinas, escamas y pieles fueron lavadas con hipoclorito de sodio (NaClO) a 250 ppm. Las pieles se cortaron en trozos de 0,5 cm * 0,5 cm y las espinas 0,5 cm de largo, se les realizó los análisis fisicoquímicos a las tres partes anatómicas (humedad, grasa, cenizas y proteína total) y las muestras restantes fueron almacenadas a -20°C hasta su uso. En el momento de realizar las pruebas posteriores a la congelación de las matrices, estas fueron descongeladas transfiriéndolas a refrigeración 24 horas antes de su uso. Todos los reactivos usados fueron grado analítico.

Análisis fisicoquímico de las matrices

El contenido de humedad, grasa, cenizas y proteína total (N x 6,25), fueron determinados siguiendo la metodología descrita en la AOAC, 1995 (AOAC, 1995).

Cuantificación de hidroxiprolina

La hidroxiprolina es el aminoácido característico del colágeno, es producido por la hidroxilación en presencia de la prolina y la glicina (El et al., 2015). Su cuantificación se realizó aplicando el método colorimétrico descrito en la Norma Técnica Colombiana NTC 3750 (ICONTEC, 2002). Las muestras fueron sometidas a una hidrólisis ácida con HCl 6,0 M durante 12 horas a 90 °C, posteriormente se diluyó una alícuota del hidrolizado en relación 1:20 con agua destilada. 1 ml de la solución se mezcló con una relación igual de sulfato cúprico 0.01N, hidróxido de sodio 2,5 M, peróxido de hidrógeno al 6% y 0,1 ml de sulfato ferroso 0.05 M. luego de agitar vigorosamente la muestra hasta que desaparecieran las burbujas de gas, se adicionó 4,0 ml de ácido sulfúrico 3N y 2 ml de la solución de p-dimetilaminobenzaldehído al 5%. Se calentó durante 16 min a 70 °C con un posterior choque térmico en un baño de hielo, se midió la absorbancia en un espectrofotómetro UV/VIS Genesys 10s marca Thermo a 540nm (Tang et al., 2015). La curva de calibración se realizó usando seis soluciones estándar de trans-4-Hydroxy-L-proline $\geq 99\%$ marca Sigma.

Extracción de colágeno ácido soluble

El proceso completo desde el material crudo hasta el colágeno, comprende varias etapas a saber: Extracción de proteínas de tejido conectivo, desengrasado, descalcificación y extracción de colágeno. Las cuales se aplicaron a cada matriz según el requerimiento, como se describe a continuación.

Hidrolisis de las proteínas del tejido conectivo

Este proceso se realizó a las tres matrices y se requiere para eliminar las proteínas distintas al colágeno presentes en la muestra y que pueden convertirse en contaminantes del colágeno al final del proceso (Serrano, 2011). Se realiza con hidróxido de sodio (NaOH), el cual es un agente irritante y al entrar en contacto con las proteínas de los tejidos vivos produce su rompimiento por efectos de hidrólisis (Liu et al., 2015). Luego de la hidrólisis los aminoácidos y péptidos más pequeños se liberan al medio acuoso, pero al ser una base fuerte podría así mismo hidrolizar la molécula de colágeno a pesar de ser una molécula fibrosa y resistente, por esta razón no se recomienda usar altas temperaturas o altas concentraciones de NaOH (Serrano, 2011; Pal et al, 2015). Se usó un reactor de vidrio con camisa de circulación de agua para regular la temperatura y un sistema con agitación constante de 450 rpm y en proporción muestra/solución de 1:10 (w/v) para cada región anatómica estudiada, durante 12 horas continuas. Posteriormente las matrices se lavaron con agua destilada hasta obtener pH neutro en el agua de lavado (Pal et al, 2015).

Eliminación del extracto etéreo

Se realizó solo a las pieles debido a su alto contenido de grasa, para reducir el contenido de grasa en el colágeno final. Para ello se utilizó una solución de n-Butanol al 10% (v / v) en proporción muestra/solución de 1:10 (w / v) durante 12 h con agitación suave (Zeng et al., 2009). La piel desgrasada se lavó con agua destilada y se almacenó a -20°C hasta la siguiente etapa.

Descalcificación

Se realizó en las espinas y escamas por su alto contenido de calcio que afectaría significativamente la pureza del colágeno. Se utilizó con una solución de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) 0,5 M con hidróxido de sodio (NaOH) a un pH de 8 en proporción muestra/solución de 1:10 (w / v) durante 48 h con una agitación suave. Las espinas y escamas descalcificadas se lavaron con agua destilada (Muyonga et al., 2004).

Obtención de colágeno

En esta etapa se busca liberar, solubilizar y recuperar en medio ácido el colágeno presente en cada una de las matrices. Para ello se aplicó una solución de ácido acético ($\text{CH}_3\text{-COOH}$), en un reactor de vidrio con camisa de circulación de agua para regular la temperatura, en un sistema con agitación constante de 450 rpm y en proporción muestra/solución de 1:10 (w / v) para cada matriz estudiada durante 12 horas para las espinas y escamas, 5 horas para la piel. Posteriormente a la solución ácida se le adicionó una solución de 12% en NaCl, para precipitar el colágeno por la acción que esta sal tiene sobre la fuerza iónica, posteriormente se filtró en embudo de polisulfona, para su análisis posterior (Liu et al., 2013; Liu et al., 2015; Liu et al., 2014; Yu et al., 2014).

Análisis estadístico

Se desarrollaron dos diseños experimentales factorial central compuesto (DOE) en cada matriz, uno en la etapa hidrolisis de las proteínas del tejido conectivo (NaOH) y otro en la obtención de colágeno en la fase con ácido acético ($\text{CH}_3\text{-COOH}$). En ambos se tomó como factores la concentración de la solución y la temperatura (tem), en los niveles que se presentan en la [Tabla 1](#). A partir de estas condiciones se establecieron 13 corridas experimentales en cada DOE, las cuales se presentan en forma aleatoria en la [Tabla 2](#), en la forma siguiente. Variables respuesta DOE hidrólisis alcalina: % proteína en la matriz sólida al final, en base seca (%Pm), % colágeno en la matriz sólida al final en base seca (%Cm) y la concentración proteínas hidrolizadas en la fase líquida (Cph). Variable respuesta DOE hidrolisis acida: % colágeno liberado (%Cl).

Tabla 1. Niveles de los factores para los DOE en cada etapa

Factor	DOE hidrólisis alcalina		DOE hidrólisis acida	
	Nivel inferior	Nivel superior	Nivel inferior	Nivel superior
Concentración NaOH (M)	0,10	0,40	-----	-----
Concentración $\text{CH}_3\text{-COOH}$ (M)	-----	-----	0,30	0,70
Tem ($^{\circ}\text{C}$)	10,00	25,00	10,00	25,00

Tabla 2. Diseño factorial central compuesto implementado en las etapas de hidrolisis de las proteínas del tejido conectivo y obtención de colágeno en cada una de las matrices.

Ensayo	Concentración NaOH (M)	Concentración $\text{CH}_3\text{-COOH}$ (M)	Tem ($^{\circ}\text{C}$)
1	0,25	0,50	17,50
2	0,04	0,22	17,50
3	0,25	0,70	17,50
4	0,25	0,50	17,50
5	0,25	0,70	17,50
6	0,10	0,50	25,00
7	0,40	0,78	10,00
8	0,10	0,50	10,00
9	0,25	0,30	28,11
10	0,46	0,30	17,50
11	0,25	0,50	6,89
12	0,25	0,50	17,50
13	0,40	0,50	25,00

Para el análisis de los resultados se desarrolló el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95%, la cual incluye la significancia estadística de cada uno de los términos del modelo ajustado (Valor -P), los efectos estimados en cada término, el coeficiente de determinación del modelo (R^2) y la carencia de ajuste, con el fin de establecer la exactitud del modelo para representar los datos experimentales. Se utilizó el software Design Expert Versión 8.0.6 (Stat-Ease, EE.UU).

Optimización.

A los modelos obtenidos del ANOVA se les aplicó un método de optimización multicriterio, en el cual se determinaron los niveles de las variables que entregan los máximos o mínimos valores de las respuestas según el caso. En el caso de la hidrolisis de las proteínas del tejido conectivo, se buscó los niveles de los factores que maximizaban el % colágeno en la matriz

sólida al final en base seca y la concentración proteínas hidrolizadas en la fase líquida. En el caso de la obtención del colágeno soluble en ácido se buscaron los niveles que maximizaran la variable respuesta % de colágeno extraído.

Caracterización parcial del colágeno obtenido optimizado.

Se tomaron muestras de los ensayos realizados para el proceso de optimización de los dos procesos, hidrolisis de eliminación de proteínas del tejido conectivo y la hidrolisis acida donde se libera el colágeno. Posterior a las hidrolisis se recuperó el colágeno de la solución ácida precipitándolo con una solución de cloruro de sodio como ya se describió. Al colágeno obtenido por el proceso de optimización estandarizado se le cuantifico la hidroxiprolina presente, el contenido de sólidos y el pH.

RESULTADOS Y DISCUSION

La composición química proximal en base seca, de las matrices evaluadas se expone en la [Tabla 3](#). El contenido de colágeno reportado en dicha tabla se cuantifico a partir del contenido del hidroxiprolina con un factor de 7,45 (ICONTEC, 2002). Este resultado para piel, está por encima del reportado por Serrano en 2011 (7,46 %), trabajando con piel de tilapia roja (*Oreochromis spp*) (Serrano, 2011). En general los valores están en el rango de los reportes de literatura para escamas de otras especies, que han fluctuado entre 41-84% (Chalamaiah et al., 2012; Minh Thuy et al., 2014; Sankar et al., 2008), mientras que las espinas y esqueletos han oscilado entre 14-67% (Chuesiang, 2015; Hemung, 2013), en algunos de los cuales se han realizado mejoras genéticas o cruces entre especies con el objetivo de aumentar la productividad de músculo para la producción de filetes (FAO, 2006). A demás es posible explicar los amplios rangos de las características fisicoquímicas reportados en la literatura, con especial énfasis en el contenido del colágeno y proteína, debido que estos están influenciados por los diferentes procesos de extracción, las distintas especies, el lugar de cultivo de los animales y con gran influencia el tipo de alimentación y la temperatura de su medio de crecimiento; como lo reporta Torres et al en el 2008, los cuales afirman que el contenido de colágeno en el músculo del pescado es mayor en especies con temperaturas más elevadas de cultivo (Torres et al., 2008).

Tabla 3: Composición fisicoquímica de escamas, piel y espinas de tilapia roja (*Oreochromis spp*) usadas para la extracción de colágeno. * Calculados en base seca.

Composición	Escamas			Piel			Espinass		
% colágeno	6,54	±	0,73	15,57	±	0,17	5,65	±	0,12
% Humedad	15,18	±	0,27	69,94	±	0,04	53,46	±	0,07
% Extracto etéreo*	1,05	±	0,17	18,37	±	0,13	7,36	±	0,09
% cenizas*	32,08	±	0,23	1,26	±	0,10	22,91	±	0,09
% Proteína*	67,96	±	0,19	82,27	±	0,66	55,54	±	0,22

Los resultados del presente estudio concuerdan con los de Ikoma et al en el 2003 trabajando con colágeno de piel de *Oreochromis niloticus*. Quienes reportaron que la piel tiene un contenido de aminoácidos superior (hidroxiprolina y prolina) que las escamas de dicha especie (Ikoma et al., 2003) los cuales están directamente relacionados con el contenido de colágeno y su estabilidad, porque son esenciales para la formación de enlaces hidrogeno intermoleculares (El et al., 2015; Huang et al., 2016). La menor solubilización del colágeno en escamas y espinas se puede deber a la presencia de enlaces cruzados entre cadenas de colágeno (enlaces covalentes) formados a través de la reacción de

condensación de aldehído con lisina e hidroxilisina en la región de telopéptido (Pal et al, 2015). Esto podría resolverse utilizando enzimas como la pepsina, ya que esta tiene la capacidad de dividir esas regiones telopéptidas exponiendo el resto de la hélice al medio ácido sin dañar la integridad de la triple hélice (Pal et al, 2015). Por otra parte, los porcentajes de proteínas colagenadas obtenidos en las regiones anatómicas de esta especie con respecto al total de proteína bruta (9,62% escamas; 13,41% espinas y 18,93% piel) son menores que los encontrados en zonas anatómicas de otras especies como la piel de cerdo y las patas de pollo, con 30% y 62%, respectivamente (Almeida, et al., 2013), sin embargo, estos materiales tienen usos alimentarios, mientras que los residuos piscícolas no lo tienen.

Efecto de los factores en la Hidrolisis de las proteínas de tejido conectivo.

Con el objetivo de evaluar el efecto que los factores (Concentración NaOH y Tem) tienen sobre las variables respuesta (%Pm, %Cm y Cph), se desarrolló el DOE que se presenta en la [Tabla 2](#), con las corridas experimentales en forma aleatoria, mientras que en la [Tabla 4](#) se presentan los valores obtenidos para las variables respuesta en cada corrida. Estos datos se emplearon en el ajuste de un modelo polinomial, cuyos coeficientes fueron calculados por regresión múltiple.

Tabla 4: resultados obtenidos para él %Pm, %Cm y Cph en la hidrolisis de las proteínas del tejido conectivo en la piel, escamas y espinas de tilapia roja aplicando un diseño factorial central compuesto (DOE).

Ensayo	Escamas			Espinass			Piel		
	% Pm	% Cm	Cph (mg/mL)	% Pm	% Cm	Cph (mg/mL)	% Pm	% Cm	Cph (mg/mL)
1	79,49	9,70	19,10	16,89	7,99	124,48	35,74	6,91	147,92
2	82,97	9,26	15,10	17,74	7,40	119,62	38,00	6,37	117,71
3	79,93	9,96	18,92	16,83	8,01	124,13	31,13	7,19	147,22
4	81,62	10,02	21,70	16,90	8,03	126,04	35,38	7,76	145,49
5	79,83	10,21	19,62	16,99	7,99	124,31	33,36	7,73	146,18
6	82,74	12,40	21,70	16,72	7,84	127,08	35,85	7,31	132,12
7	73,61	10,13	21,88	15,79	8,08	126,39	27,72	7,42	171,88
8	77,44	8,95	20,49	17,71	7,31	125,69	51,49	6,50	129,51
9	79,48	12,33	19,62	17,24	8,58	124,83	27,55	8,14	191,49
10	77,43	11,21	28,65	16,26	8,96	133,68	33,06	7,98	173,09
11	72,12	9,52	17,01	16,57	7,53	122,40	34,47	6,82	125,52
12	79,49	10,48	19,44	16,90	8,08	124,13	37,07	7,42	145,66
13	75,15	12,89	23,61	16,08	9,16	129,17	31,59	8,25	182,12

En la [Tabla 5](#), se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el DOE, donde se entrega el valor P para cada factor en cada uno de los sustratos evaluados y en las ecuaciones 1-9, los modelos ajustados con los términos significativos para cada respuesta, en cada matriz. En ella se observa la significancia del modelo, y la no significancia de la carencia de ajuste, lo cual indica un buen manejo, independencia y homogeneidad de las variables.

Tabla 5: ANOVA para las dos variables respuestas del diseño factorial central compuesto en la etapa de la eliminación de la proteína del tejido conectivo para la piel, escamas y espinas de la tilapia roja.

Factor	Valor P								
	Escamas			Espinass			Piel		
	% Pm	% Cm	Cph (mg/mL)	% Pm	% Cm	Cph (mg/mL)	% Pm	% Cm	Cph (mg/mL)
Modelo	<0,0001	0,0001	0,0004	< 0,0001	< 0,0001	0,0040	0,0015	< 0,0001	< 0,0001
A- NaOH	0,0002	0,0097	0,0468	< 0,0001	< 0,0001	0,0003	0,0006	0,0001	< 0,0001
B-Tem	0,0004	<0,0001	-----	0,0004	< 0,0001	0,0862	0,0185	0,0005	< 0,0001
AB	-----	-----	-----	< 0,0001	< 0,0001	0,6153	0,0059	-----	0,0568
A ²	-----	-----	0,0010	-----	0,0007	0,0232	0,0148	-----	0,9244
B ²	0,0004	0,0166	-----	0,8524	-----	0,9766	-----	-----	0,0001
A ² x B	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	< 0,0001
A x B ²	-----	-----	-----	0,0053	-----	0,0036	-----	-----	0,0239
Error de ajuste	0,2544	0,1041	0,4027	0,1622	0,4501	0,0644	0,3740	0,9661	0,0573
R ²	0,9156	0,894	0,8558	0,9906	0,997	0,9235	0,8952	0,8818	0,9981
Ajuste R ²	0,8875	0,8586	0,8198	0,9827	0,995	0,8471	0,8353	0,8555	0,9954

$$\%Pm \text{ (Escamas)} = + 66,385 - 16,034 * \text{Concentracion NaOH} + 1,725 * \text{Tem} - 0,041 * \text{Tem}^2 \quad (1)$$

$$\%Cm \text{ (Escamas)} = + 9,204 + 3,684 * \text{Concentracion NaOH} - 0,158 * \text{Tem} + 9,388E-003 * \text{Tem}^2 \quad (2)$$

$$Cph \text{ (Escamas)} = + 25,815 - 58,823 * \text{Concentracion NaOH} + 134,611 * \text{Concentracion} \quad (3)$$

$$\%Pm \text{ (Espinass)} = + 17,610 - 4,834 * \text{NaOH} + 0,147 * \text{Tem} - 0,462 * \text{NaOH} * \text{Tem} - 7,794E-003 * \text{Tem}^2 + 0,031 * \text{NaOH} * \text{Tem}^2 \quad (4)$$

$$\%Cm \text{ (Espinass)} = + 6,974 - 0,252 * \text{NaOH} + 0,021 * \text{Tem} + 0,123 * \text{NaOH} * \text{Tem} + 3,349 * \text{NaOH}^2 \quad (5)$$

$$Cph \text{ (Espinass)} = + 158,372 - 160,929 * \text{NaOH} - 4,376 * \text{Tem} + 18,051 * \text{NaOH} * \text{Tem} + 66,840 * \text{NaOH}^2 + 0,126 * \text{Tem}^2 - 0,506 * \text{NaOH} * \text{Tem}^2 \quad (6)$$

$$\%Pm \text{ (Piel)} = + 80,432 - 206,542 * \text{NaOH} - 1,443 * \text{Tem} + 4,336 * \text{NaOH} * \text{Tem} + 173,583 * \text{NaOH}^2 \quad (7)$$

$$\%Cm \text{ (Piel)} = + 5,450 + 3,454 * \text{NaOH} + 0,058 * \text{Tem} \quad (8)$$

$$Cph \text{ (Piel)} = + 200,574 - 813,366 * \text{NaOH} - 5,165 * \text{Tem} + 46,732 * \text{NaOH} * \text{Tem} + 2083,177 * \text{NaOH}^2 + 0,011 * \text{Tem}^2 - 19,187 * \text{NaOH}^2 * \text{Tem} + 0,416 * \text{NaOH} * \text{Tem}^2 \quad (9)$$

Se observa que el factor NaOH en su forma lineal es el más influyente en la liberación o hidrolizado de proteínas del tejido conectivo (Cph) en las tres matrices estudiadas, mientras la Tem, solo fue influyente para Cph en piel y espinass. Esto debido que el NaOH siendo un agente irritante que al entrar en contacto con las proteínas de los tejidos vivos produce su rompimiento, al estar más concentrado en el medio se aceleraría la reacción, sin embargo no se puede exceder en la concentración del agente hidrolizante, ya que luego de la hidrólisis los aminoácidos y péptidos más pequeños se liberan al medio acuoso, pero al ser una base fuerte podría también hidrolizar la molécula de colágeno a pesar de ser una molécula fibrosa y resistente (Magrama, 2012). Este efecto acompañado de un incremento de la Tem puede afectar las moléculas de colágeno presentes en la matriz (Mohammadi et al., 2016). Por otro lado Tem tanto en su forma cuadrática como lineal, al igual que NaOH y algunas interacciones entre ellas, si fueron influyentes en el contenido de proteína (%Pm) y colágeno (%Cm) presente en las matrices luego del proceso de hidrolizado, variables respuesta que son de relevancia para continuar con el proceso de obtención del colágeno.

Optimización de la extracción de las proteínas de tejido conectivo.

Los modelos de las ecuaciones 1-9 se sometieron a un proceso de optimización para predecir los valores de los factores que maximizaban el parámetro Cph y %Cm, debido que estos representan las proteínas del tejido conectivo hidrolizadas por el NaOH y el colágeno que permanece en la matriz sólida, que son los objetivos de esta etapa del proceso (Liu et

al., 2015). En la [Tabla 6](#) se presentan los valores máximos locales de la variable Cph y los predichos para %Pm y % Cm, los valores de cada uno de los factores que los definen con su respectiva deseabilidad, la cual es un compromiso entre los valores extremos de cada respuesta. También se presentan los resultados experimentales obtenidos a las condiciones óptimas predichas, junto con el sesgo relativo obtenido.

Tabla 6: máximos locales predichos en la optimización de la hidrólisis básica de proteínas del tejido conectivo en piel, escamas y espinas de tilapia roja aplicando un diseño factorial central compuesto.

Muestra		NaOH	Tem	% Pm	% Cm	Cph (mg/mL)	Deseabilidad
Piel	Predicho	0,39	25,00	32,39	8,25	182,26	0,951
	Experimental	0,40	25,00	37,46	7,03	191,67	
	Sesgo relativo (%)	16,22	-14,58	4,96			
Escamas	Predicho	0,40	25,00	77,42	12,57	23,83	0,92
	Experimental	0,40	25,00	74,42	12,34	23,68	
	Sesgo relativo (%)	-3,86	-1,84	-0,53			
Espinass	Predicho	0,40	24,99	17,57	9,166	128,10	1,00
	Experimental	0,40	25,00	16,39	8,94	128,44	
	Sesgo relativo (%)	-7,15	-2,52	0,26			

Los datos obtenidos en el sesgo relativo demuestran que los datos simulados por el modelo optimizado en el diseño experimental se ajustan a los datos experimentales, deduciendo que los modelos ajustados son válidos para la predicción del comportamiento del hidrolizado de las proteínas del tejido conectivo en las pieles, escamas y espinas de tilapia roja. Por otro lado es de interés que se hayan obtenido los mismos rangos de los factores para las tres matrices, a pesar de que el rango de dichos factores era suficientemente amplio, lo cual indica la apropiada selección del rango de estudio, particularmente en el caso del NaOH. En este caso se requiere que se tenga máximo Cph y máximo % Cm, mientras que % Pm, por contener proteínas del tejido conectivo y colágeno, no se puede maximizar. El hecho de que la deseabilidad se aleje de la valor 1 en algunos casos, se debe a que no es posible alcanzar los valores deseados para todas las respuestas simultáneamente, por lo que se observan sesgos negativos en variables en las que lo deseable es cero o sesgo positivo. Debido a que este parámetro define qué tanto se pudo lograr lo que se deseaba en el ensayo.

Efecto de los factores en la Hidrólisis acida para obtención de colágeno.

El diseño de experimentos planteado en esta etapa permitió estudiar el efecto de la Tem y CH₃-COOH en la liberación del colágeno presente en la piel, escama y espinas de la tilapia roja. En la [Tabla 7](#) se muestran los resultados del % de colágeno obtenidos después del tiempo de hidrólisis acida en cada matriz. Estos resultados se emplearon en el ajuste de modelos polinomiales para cada respuesta en cada matriz, cuyos coeficientes fueron calculados por regresión múltiple. En la [Tabla 8](#), se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el diseño factorial, donde se entrega el valor P para cada uno de los modelos obtenidos en cada respuesta para cada matriz evaluada; y en las ecuaciones 10, 11 y 12 , los modelos ajustado con los términos significativos.

Tabla 7: Porcentaje de colágeno extraído en la hidrólisis acida en la piel, escamas y espinas de tilapia roja aplicando un diseño factorial central compuesto.

Ensayo	Concentración CH ₃ -COOH (M)	Tem (°C)	% Cl		
			Escamas	Espinas	Pieles
1	0,50	17,50	2,15	0,45	0,57
2	0,22	17,50	1,66	0,38	0,36
3	0,70	10,00	3,16	0,51	0,41
4	0,50	17,50	2,60	0,42	0,65
5	0,70	25,00	2,12	0,56	0,55
6	0,50	17,50	2,50	0,44	0,61
7	0,78	17,50	2,81	0,62	0,88
8	0,50	6,89	2,50	0,42	0,34
9	0,30	10,00	1,82	0,44	0,41
10	0,30	25,00	2,98	0,44	0,57
11	0,50	17,50	2,30	0,46	0,66
12	0,50	28,11	2,11	0,49	0,57
13	0,50	17,50	2,40	0,45	0,56

Tabla 8: ANOVA para las dos variables respuestas del diseño factorial central compuesto en la etapa de obtención de colágeno para la piel, escamas y espinas de la tilapia roja.

Ensayo	Concentración CH ₃ -COOH (M)	Tem (°C)	% Cl		
			Escamas	Espinas	Pieles
1	0,50	17,50	2,15	0,45	0,57
2	0,22	17,50	1,66	0,38	0,36
3	0,70	10,00	3,16	0,51	0,41
4	0,50	17,50	2,60	0,42	0,65
5	0,70	25,00	2,12	0,56	0,55
6	0,50	17,50	2,50	0,44	0,61
7	0,78	17,50	2,81	0,62	0,88
8	0,50	6,89	2,50	0,42	0,34
9	0,30	10,00	1,82	0,44	0,41
10	0,30	25,00	2,98	0,44	0,57
11	0,50	17,50	2,30	0,46	0,66
12	0,50	28,11	2,11	0,49	0,57
13	0,50	17,50	2,40	0,45	0,56

En la [Tabla 8](#) se observa que hay efecto estadísticamente significativo para CH₃-COOH y Tem tanto en sus términos lineales como en la interacción cuadrática entre ellos, para las tres matrices estudiadas; escamas, espinas y piel de tilapia roja. En la [Figura 1^a](#) se observa el comportamiento gráfico de la variable respuesta en función de los factores, para cada matriz. La [Figura 1A](#) representa el comportamiento en escamas, en esta figura al seguir el curso sobre el eje de Tem mínima la respuesta crece con el aumento de la concentración de ácido (CH₃-COOH), mientras que en el eje de máxima concentración de ácido, la respuesta crece con el descenso en la Tem. En las zonas intermedias de la superficie se tiene una concavidad hacia abajo, indicando que en las regiones intermedias de ambas variables se pueden alcanzar valores altos de la respuesta, esto se debe a que el término de segundo orden tiene signo contrario que el de los términos lineales (ecuación 10). El comportamiento de los términos lineales en dicha ecuación, se pueden explicar porque en el rango de trabajo, al aumentar la Tem o el agente hidrolizante, se puede acelerar la reacción de rompimiento favoreciendo la extracción, por otro lado, si se aumentan simultáneamente la Tem y el agente hidrolizante, se podría generar el rompimiento de la molécula de colágeno (Nagai , 2000).

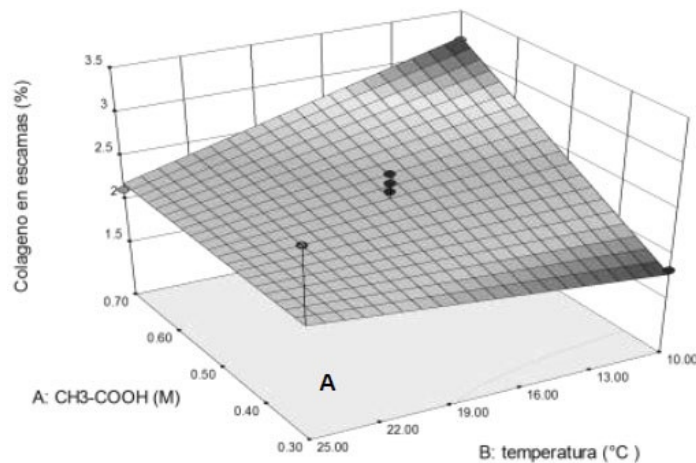
$$CI (\text{Escamas}) = -0,208 + 5,820 * CH_3\text{-COOH} + 0,0923 * Tem - 0,227 * CH_3\text{-COOH} * Tem \quad (10)$$

$$CI (\text{Espinas}) = +0,44 + 0,084 * CH_3\text{-COOH} + 0,036 * Tem + 0,022 * CH_3\text{-COOH}^2 \quad (11)$$

$$CI (\text{Piel}) = + 0,60 + 0,18 * CH_3\text{-COOH} + 0,081 * Tem - 5,206E-003 * CH_3\text{-COO} * Tem - 0.090 * Tem^2 - 0,019 * CH_3\text{-COOH} * Tem^2 \quad (12)$$

En el caso de las espinas se observa un comportamiento similar al de las escamas, solo que en este caso se tiene un efecto de segundo orden de la concentración de ácido (ecuación 11), lo cual se puede explicar del mismo modo que en las escamas, porque ambas variables ejercen efecto positivo sobre la extracción de colágeno, como puede apreciarse en la [Figura 1B](#). Es decir en esta matriz al igual que en las escamas, al incrementar la Tem y la concentración de ácido se favorece la liberación de colágeno desde la fase sólida.

En la piel se observa un comportamiento con mayor grado de complejidad que en las dos matrices anteriores, ambos factores tienen efectos positivos en sus términos lineales, pero se presentan una serie de interacciones de segundo y tercer orden, con signos contrarios, que se traduce en lo que se observa en la [Figura 1C](#), en la cual aparecen regiones con puntos de máximos y regiones con puntos de mínimos. En general el ácido favorece la liberación del colágeno, pero en la región de bajas concentraciones se observa un mínimo en los valores intermedios de Tem, mientras que en los valores altos de la concentración de ácido, se obtiene un punto de máxima también en los valores medios de Tem, el cual se puede explicar si se asume que la Tem y el ácido pueden favorecer la liberación del colágeno, pero a altas concentraciones de ácido, existe un valor de Tem por encima de la cual el colágeno puede verse afectado de manera negativa, es decir, aunque se libere en mayor medida de la matriz sólida, puede estar acercando a Tem de desnaturalización (Nagai, 2000), bajo esas condiciones de acidez. En relación al efecto de la Tem sobre la desnaturalización del colágeno, es importante considerar que la Tem de desnaturalización del colágeno de peces de aguas fría es menor que la que presenta los peces de aguas tropicales, por ejemplo en el caso de escamas de *Labeo rohita* (Rohu) y *Catla catla* (Catla), se pueden alcanzar Tem de hasta 36,5°C (Nagai, 2000; Pati, 2010).



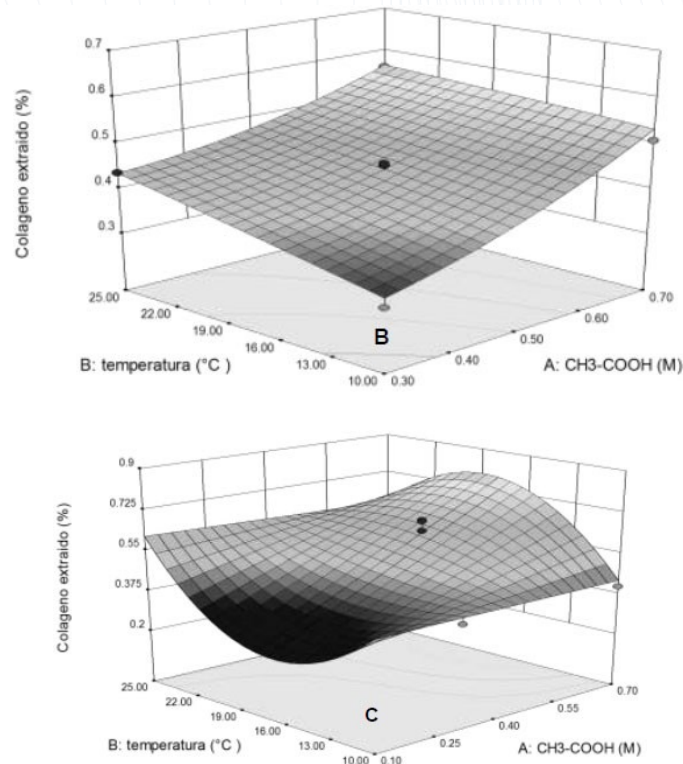


Fig. 1: Superficie de respuesta para los efectos de Tem ($^{\circ}\text{C}$) y concentración de ácido acético (M) sobre: (A) % de colágeno extraído en escamas de tilapia roja; (B) % de colágeno extraído en espinas de tilapia roja y (C) % de colágeno extraído de pieles de tilapia roja.

Optimización de la extracción de colágeno.

Los modelos de las ecuaciones 10, 11 y 12 se sometieron a un proceso de optimización para predecir los valores de los factores que maximizaran la variable respuesta % de colágeno extraído (%CI). En la [Tabla 9](#) se presentan los valores máximos locales de la variable respuesta y los valores de cada uno de los factores que los definen con su respectiva deseabilidad, además, se presentan los resultados experimentales obtenidos a las condiciones óptimas predichas, junto con el sesgo relativo obtenido.

Tabla 9: máximos locales predichos en la optimización de la extracción de colágeno a partir de piel, escamas y espinas de tilapia roja aplicando un diseño factorial central compuesto.

Muestra		CH ₃ -COOH	Tem	Cl (%)	Deseabilidad
Piel	Predicho	0,70	18,52	1,49	0,84
	Experimental	0,70	18,50	1,59	
	Sesgo relativo (%)			6,87	
Escamas	Predicho	0,70	10,33	2,16	0,99
	Experimental	0,70	10,00	1,56	
	Sesgo relativo (%)			-19,48	
Espinas	Predicho	0,70	21,47	0,57	0,85
	Experimental	0,70	21,50	0,54	
	Sesgo relativo (%)			-5,06	

Los datos obtenidos en el sesgo relativo demuestran que los datos simulados por el modelo optimizado en el diseño experimental se ajustan a los datos experimentales, deduciendo que los modelos obtenidos son válidos para la predicción del comportamiento de la liberación de colágeno en las pieles, escamas y espinas de tilapia roja.

Caracterización parcial del colágeno obtenido.

El colágeno obtenido presentaba una consistencia viscosa y un color blanco, mientras la solución filtrada era transparente. Los valores obtenidos en la caracterización fisicoquímica en los parámetros de humedad, hidroxiprolina y pH del colágeno, se muestran en la [Tabla 10](#), en la que cada valor se expresa media \pm Desviación estándar. Se observó que los resultados para la hidroxiprolina, el contenido de sólidos y el pH del colágeno obtenido tanto de las escamas, espinas y piel de tilapia roja cumplen con los parámetros establecidos por la NTC 3750 (ICONTEC, 2002).

Tabla 10: Caracterización parcial del colágeno obtenido a partir de escamas, piel y espinas de tilapia roja (*Oreochromis spp*)

Composición	Escamas			Piel			Espinas		
Hidroxiprolina (%)	0,23	\pm	0,07	0,30	\pm	0,09	0,29	\pm	0,12
Humedad (%)	96,01	\pm	0,04	95,14	\pm	0,10	95,67	\pm	0,05
pH	3,12	\pm	0,08	3,50	\pm	0,06	3,02	\pm	0,04

CONCLUSIONES

Es posible optimizar el proceso de obtención de colágeno a partir de escamas, espinas y pieles de tilapia roja, en función de la temperatura y la concentración de los agentes químicos utilizados (NaOH y CH₃-COOH). El colágeno obtenido de las tres zonas anatómicas de la tilapia roja (*Oreochromis spp*) bajo las condiciones del presente trabajo, cumple con la norma técnica colombiana (NTC) 3750.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo dan las gracias a la Gobernación de Antioquia, al Sistema General de Regalías de Colombia, a COLCIENCIAS y a la estrategia de sostenibilidad 2014-2015 del Comité para el Desarrollo de la Investigación en la Universidad de Antioquia (CODI), por el apoyo financiero entregado.



LEY No. 1669 **16 JUL 2013**

Por medio de la cual se aprueba el "ACUERDO COMERCIAL ENTRE COLOMBIA Y EL PERÚ, POR UNA PARTE, Y LA UNIÓN EUROPEA Y SUS ESTADOS MIEMBROS, POR OTRA", firmado en Bruselas, Bélgica, el 26 de junio de 2012.

El Congreso de la República

Visto el texto del **"ACUERDO COMERCIAL ENTRE COLOMBIA Y EL PERÚ, POR UNA PARTE, Y LA UNIÓN EUROPEA Y SUS ESTADOS MIEMBROS, POR OTRA, firmado en Bruselas, Bélgica, el 26 de junio de 2012, que a la letra dice:**

(Para ser transcrito: Se adjunta copia del texto íntegro del Convenio mencionado en un disco compacto (CD), certificada por la Coordinadora del Grupo Interno de Trabajo de Tratados de la Dirección de Asuntos Jurídicos Internacionales del Ministerio de Relaciones Exteriores, documento que reposa en los archivos de ese Ministerio).

II. OBJETO DE LA LEY

a. Estrategia de Colombia en la economía globalizada

La integración de las economías y su creciente internacionalización son fenómenos en los cuales Colombia es protagonista activo. Este accionar no es nuevo, hace parte de una estrategia adoptada por el país desde comienzos de la década de los noventa, tendencia acentuada en los últimos años y soportada en los Planes de Desarrollo.

En 1991, Colombia tenía acuerdos comerciales con países que representaban el 0,5% del PIB mundial y un acceso a una población de 60 millones. En el año 2002, sólo se contaba con comerciales profundos con los países de la Comunidad Andina (CAN), con México y Venezuela (G3); es decir, con apenas cinco de nuestros principales socios comerciales.

En el desarrollo de la política de internacionalización se concluyeron los siguientes acuerdos: Acuerdo de Complementación Económica suscrito entre los Estados Partes del MERCOSUR y los Países Miembros de la Comunidad Andina (vigente desde el 2005); Acuerdo de Libre Comercio entre la República de Colombia y la República de Chile (Protocolo adicional al Acuerdo de Complementación Económica para el Establecimiento de un Espacio Económico Ampliado Entre Colombia y Chile (ACE 24) del 6 de diciembre de 1993), fue suscrito el 27 de noviembre de 2006 y entró en vigor el 8 de mayo de 2009.

El Tratado de Libre Comercio entre la República de Colombia y las Repúblicas de El Salvador, Guatemala y Honduras (Triángulo Norte Centroamericano) se firmó el 9 de agosto de 2007; con Guatemala entró en vigor el 12 de noviembre de 2009, con El Salvador el 1 de febrero de 2010 y con Honduras el 27 de marzo de 2010.

El TLC con Canadá está vigente desde el 15 de agosto de 2011, mientras que con los países de la Asociación Europea de Libre Comercio – AELC, en particular con Suiza rige desde el 1 de julio de 2011.

El Acuerdo comercial entre la República de Colombia y los Estados Unidos de América entró en vigor el 15 de mayo de 2012.

Actualmente, luego de desarrollar una ambiciosa agenda de negociaciones; Colombia ha celebrado acuerdos de libre comercio con países que participaron del 32,3% del PIB mundial, garantizando acceso a 850 millones de personas. El acuerdo con la Unión Europea, incrementará la participación de nuestros socios al 56% del PIB global y nos brindará acceso a 1.350 millones de personas.

Sin embargo, el hecho de tener la posibilidad de ampliar la frontera en población y economías, no garantiza de *per se* una diversificación inmediata de la oferta exportable;

pues se requieren adecuaciones institucionales, infraestructura y la mayor productividad de la economía.

La estrategia que comprende la política de internacionalización de la economía debe ser complementada con una política de desarrollo empresarial que facilite instrumentos efectivos con el fin de generar una economía más diversificada.

En ese sentido, la Política de Desarrollo Empresarial de Colombia cuenta con programas como Transformación Productiva (PTP) que busca a través de alianzas público-privadas fortalecer el aparato productivo de Colombia, aprovechar las oportunidades que surgen de los Acuerdos Comerciales y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida. En general, busca elevar la competitividad y productividad de la economía nacional.

En la actualidad, el PTP en el sector manufacturero incluye la industria editorial y de la comunicación gráfica; Sistema de moda; industria de autopartes y vehículos; cosméticos y aseo; metalmecánico y siderúrgico. En el sector agro se incluye el sector de chocolatería, confitería y materias primas; carne bovina; palma, aceites, grasas, vegetales y biocombustibles; camaronicultura; lácteos; hortofrutícola. En Servicios se incluye la tercerización de procesos de negocios BPO&O; software y tecnologías de la información; turismo de salud; turismo de naturaleza; energía eléctrica, bienes y servicios conexos.

Así mismo, se ha fortalecido a PROEXPORT con el fin de brindar apoyo a los empresarios en la promoción de la producción colombiana en el exterior mediante ruedas de negocios en los principales mercados del mundo, de tal forma que se abran de manera sostenida oportunidades de mercado a la producción colombiana, al igual que promocionar al país como un destino seguro de inversión.

De otra parte, un ambiente macroeconómico positivo, con variedad de acuerdos comerciales y una política de desarrollo empresarial activa, genera un entorno favorable para incrementar la inversión nacional y extranjera y fomentar el turismo nacional. En 2011, la Inversión Extranjera Directa (IED) en el país fue de US\$13.298 millones (4% del PIB), para un aumento de 97,1% con respecto al 2010. Este es el valor histórico más alto de IED presentado en Colombia.

b. Plan Nacional de Desarrollo

En el Plan de Desarrollo 2010 – 2014 “Prosperidad para todos” en el Capítulo VII – Soportes transversales de la prosperidad democrática” en el literal B sobre la Relevancia Internacional se enuncia la estrategia del Gobierno en materia de acuerdos internacionales.

En sus apartes, se reafirma que *“Colombia le ha apostado de manera consistente a un proceso de internacionalización sobre la base de reglas claras, estables y predecibles que*

gobiernen el comercio internacional”². Adicionalmente, “resaltan la necesidad de mejorar el acceso a otros destinos de exportación”, para lo cual es importante la negociación y suscripción de nuevos acuerdos de libre comercio.....estos acuerdos permitirá diversificar el destino de las exportaciones y contribuir al incremento de la oferta exportable”³

Por último, en el Plan de Desarrollo se enuncia la necesidad de consolidar la inserción y relevancia internacional del país, para lo cual es clave implementar los TLC con Canadá, EFTA, Estados Unidos y la Unión Europea. Mejorar las condiciones de acceso a la producción colombiana de bienes y servicios es una prioridad del país en este contexto.

Plan Estratégico del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

El Plan Estratégico Sectorial – PES 2011 -2014, identificó los siguientes ejes que sustentan el acuerdo con la Unión Europea: i) internacionalización de la economía, con el objetivo de aumentar y diversificar el comercio exterior de bienes y servicios y los flujos de inversión extranjera directa; ii) desarrollo empresarial, orientado a generar un ambiente propicio para que Colombia pueda fortalecer su estructura productiva de bienes y servicios, que la convierta en competitiva e innovadora, y que además contribuya a la generación de empleos formales y sostenibles; y iii) Colombia destino Turístico de Clase Mundial, mediante el desarrollo sostenible y el mejoramiento de la competitividad regional.

c. Impacto Fiscal

De acuerdo con la DIAN⁴, la implementación de un TLC con la Unión Europea implicaría que los ingresos tributarios del Gobierno Nacional se disminuyen aproximadamente en \$398.705 millones en términos de recaudo por arancel y \$32.023 millones en términos de recaudo por IVA, para un costo fiscal total de \$430.728 millones en el año 2013.

Los cálculos anteriores incluyen el impacto fiscal sobre el IVA dado que el gravamen hace parte de la base gravable para calcular dicho tributo y no contempla la incidencia que esta medida pueda tener sobre el crecimiento económico y el efecto positivo sobre la tributación derivado de dicho cambio.



**NORMA TÉCNICA
COLOMBIANA**

**NTC
3750**

1995-10-18

ANEXO 1. NTC 3750

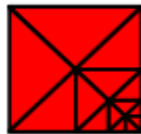
**PRODUCTOS PARA LA INDUSTRIA COSMÉTICA.
COLÁGENO SOLUBLE**



E: PRODUCTS FOR COSMETIC INDUSTRY. SOLUBLE
COLLAGEN

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: proteína animal; colágeno; proteína;
cosmético.



MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO

I.C.S.: 71.100.70

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

Editada 2002-09-16

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es **fundamental** soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas **competitivas** interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización **es** garantizada por los Comités Técnicos y el periodo de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 3750 fue ratificada por el Consejo Directivo de 1995-10-18.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que **responda** a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta **norma** de su participación en el Comité Técnico.

INSTITUTO NACIONAL DE VIGILANCIA Y
CONTROL DE ALIMENTOS Y
MEDICAMENTOS
UNILEVER ANDINA

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de **las** siguientes empresas:

HENKEL COLOMBIANA
JOHN SIMÓN

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los **intereses** internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

PRODUCTOS PARA LA INDUSTRIA COSMÉTICA. COLÁGENO SOLUBLE

1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el colágeno soluble y los métodos de ensayo a que debe ser sometido.

2. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se establecen las siguientes:

2.1.1 Colágeno soluble: proteína nativa no hidrolizada obtenida de los tejidos conectivos (piel, tendones y huesos) de los animales jóvenes.

3. REQUISITOS

3.1 REQUISITOS GENERALES

El colágeno soluble debe ser un líquido viscoso claro o ligeramente turbio de color blanco amarillento, de olor propio no desagradable, completamente soluble en agua e insoluble en aceite.

El colágeno soluble no debe causar irritaciones ni alergia en la piel.

Nota. Para diferenciar el colágeno soluble de la gelatina se adicionan gotas de una solución de NaCl al 5 % a una solución de colágeno soluble de pH 4.5. La aparición de un precipitado blanco fibroso indica la presencia de gelatina.

3.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Requisitos fisicoquímicos

En la Tabla 1 se presentan los requisitos que debe cumplir el colágeno soluble.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3750

Tabla 1. Requisitos fisicoquímicos

Requisitos	Valor
pH	3 - 4
Contenido de sólidos (%)	5 máx.
Hidroxi prolina (%)	0,134 mín.
Colágeno soluble (%)	1 mín.
Cenizas (%)	1 máx.

3.2.2 Requisitos microbiológicos

En la Tabla 2 se presentan los requisitos que debe cumplir el colágeno soluble.

Tabla 2. Requisitos microbiológicos

Requisito	Valor
Recuento total de mesófilos	< 100 UFC/g
Microorganismos patógenos	Ausentes
Hongos y levaduras	< 10 UFC/g

4. TOMA DE MUESTRAS Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

4.1 TOMA DE MUESTRAS

La toma de muestras se efectuará de acuerdo con la NTC 217, en la fábrica o en el receptor del producto.

4.2 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en esta norma, se considerará no clasificada. En caso de discrepancia se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en segundo caso, será motivo para rechazar el lote.

5. ENSAYOS

5.1 DETERMINACIÓN DE HIDROXIPROLINA

5.1.1 Reactivos

- Ácido Clorhídrico 6 N
- Solución de sulfato cúprico 0,01 M

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3750

- Solución de hidróxido de sodio 2,5 N
- Solución de peróxido de hidrógeno al 6 %
- Solución de sulfato ferroso 0,05 M
- Ácido sulfúrico 3 N
- Solución de p-dimetilaminobenzaldehído en n-propanol al 5 % (solución estable por un período limitado de tiempo).

5.1.2 Procedimientos

Se hidroliza 1 ml de colágeno con 1 ml ácido clorhídrico 6 N durante 3 h a 132 °C y una presión métrica de 204 kPa (29,6 psig). Para ello puede emplearse una autoclave.

Posteriormente se toma 1 ml de la mezcla hidrolizada y se diluye con agua destilada para tener una relación 1:20, tal que contenga una concentración de 7,5 µg/ml de hidroxiprolina.

Se toma 1 ml de esta dilución, al cual se le adicionan 1 ml de solución de sulfato cúprico 0,01 M y hidróxido de sodio 2,5 N y se agita suavemente, se adiciona 1 ml de peróxido de hidrógeno al 6 % y se agita vigorosamente. Se agrega 0.1 ml de solución de sulfato ferroso 0,05 M en un agitador magnético hasta que aparezcan burbujas de gas.

Se adicionan 4 ml de ácido sulfúrico 3 N y 2 ml de la solución de p-dimetilaminobenzaldehído al 5 % de porcelana en el tubo de ensayo. Se calienta durante 60 min en un baño de agua, con continua agitación. Se enfría en un baño de hielo y se mide la coloración roja resultante empleando un espectrofotómetro a 540 nm, comparándolo con agua destilada tratada siguiendo el procedimiento descrito anteriormente.

5.1.3 Preparación de la curva de calibración

Solución de hidroxiprolina patrón: se pesan 100,0 mg de hidroxiprolina pura y se diluyen en agua destilada hasta 1 000 ml, empleando un balón aforado. Se hacen diluciones 1:20; 1:50 y con agua destilada de la solución anterior, lo que corresponde a contenido de 5,10 µg y 15 µg de hidroxiprolina por litro. Es recomendable hacer las determinaciones por duplicado o triplicado y curva periódicamente.

5.2 DETERMINACIÓN DE COLÁGENO

Método A

Este se calcula partir de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de colágeno} = 5,5 \times \% \text{ nitrógeno}$$

El porcentaje de nitrógeno se determina empleando el método indicado en la GTC 1, numeral 11.3.1.

Método B:

A partir del contenido de hidroxiprolina:

$$\% \text{ de colágeno} = 7.46 \times \% \text{ de hidroxiprolina.}$$

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3750

El porcentaje de hidroxiprolina se determina de acuerdo con lo indicado en el numeral presente norma.

5.3 DETERMINACIÓN DEL pH

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la GTC 1, numeral 1.7.2.

5.4 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la GTC 1, numeral 1.14.2.

5.5 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la GTC 1, numeral 3.4.1.

5.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

5.6.1 Preparación de la muestra

Para el colágeno soluble no se elabora dilución.

5.6.2 Determinación de mesófilos

Se toma 1 ml de la dilución y se transfiere a una caja petri estéril y se agregan 5 ml de ~~agua~~ papa soya o agar plate count. El cultivo se realiza por duplicado.

Una vez solidificado el medio de cultivo, las cajas petri se incuban por 48 h a una ~~temperatura~~ 28°C y 30 °C. En algunos casos es necesario incubar las cajas 24 h - 48 h ~~de manera~~ para visibles.

5.6.3 Determinación de hongos y levaduras

Se toma 1 ml de la dilución y se transfiere a una caja petri estéril y se agregan 15 ml de ~~bebidas~~ agar extracto de malta o agar OGYE. Cuando se trabaja con agar extracto de ~~malta~~ se agrega al medio de cultivo después de haberlo esterilizado, un 3,5 % de solución ~~de ácido~~ 10 % con el fin de obtener un pH ácido. El pH final del medio es de 3,5. El ~~realiza~~ por duplicado.

Cuando se trabaja con agar rosa bengala se debe agregar 1 ml de antibiótico por cada ~~50 ml~~ cultivo preparado, después de haberlo esterilizado. Como antibiótico se utiliza ~~solución~~ de oxitetraciclina en agua destilada (250 mg/100 ml). Se incuba a 25 °C de 3 d - 5 d.

5.6.4 Determinación staphilococos aureus

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la GTC 3 parte 2, p 36.

5.6.5 Determinación de bacilo cereous

Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la GTC 3 parte 2, p 39.

5.6.6 Determinación de enterobacterias patógenas

Se toman 5 ml de la dilución y se transfiere a una caja petri estéril, se agrega el medio de cultivo de cristal violeta rojo neutro billis glucosa (VRBG). Una vez solidificado, se agrega una capa del medio de cultivo para evitar el crecimiento masivo en la superficie del medio y al mismo tiempo proporcionar condiciones de semianaerobiosis. El tiempo de incubación a 37 °C.

Al realizar la lectura se deben contar las colonias típicas de color rojo profundo y de 0,5 más con halo rojo de precipitación. Si el pH de la muestra es muy ácido o alcalino, se debe neutralizar antes de hacer el análisis.

6. ROTULADO

En el rótulo del producto deberá incluirse, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre comercial del producto
- Nombre del fabricante y dirección
- Número del lote
- Método de almacenamiento
- Contenido expresado en sistema internacional

7. APÉNDICE

7.1 NORMAS O GUÍAS QUE DEBEN CONSULTARSE

Las siguientes normas contienen disposiciones que, mediante la referencia dentro de este texto, constituyen la integridad del mismo. En el momento de su publicación eran ediciones vigentes. Todas las normas están sujetas a actualización; los participantes, mediante acuerdos basados en esta norma, deben investigar la posibilidad de aplicar la última edición de las normas mencionadas a continuación.

GTC 1, Manual de métodos analíticos para el control de calidad en la industria alimentaria.

GTC 3 Parte 2, Control microbiológico de la leche y productos lácteos.

NTC 217, Grasas y aceites. Extracción de muestras.