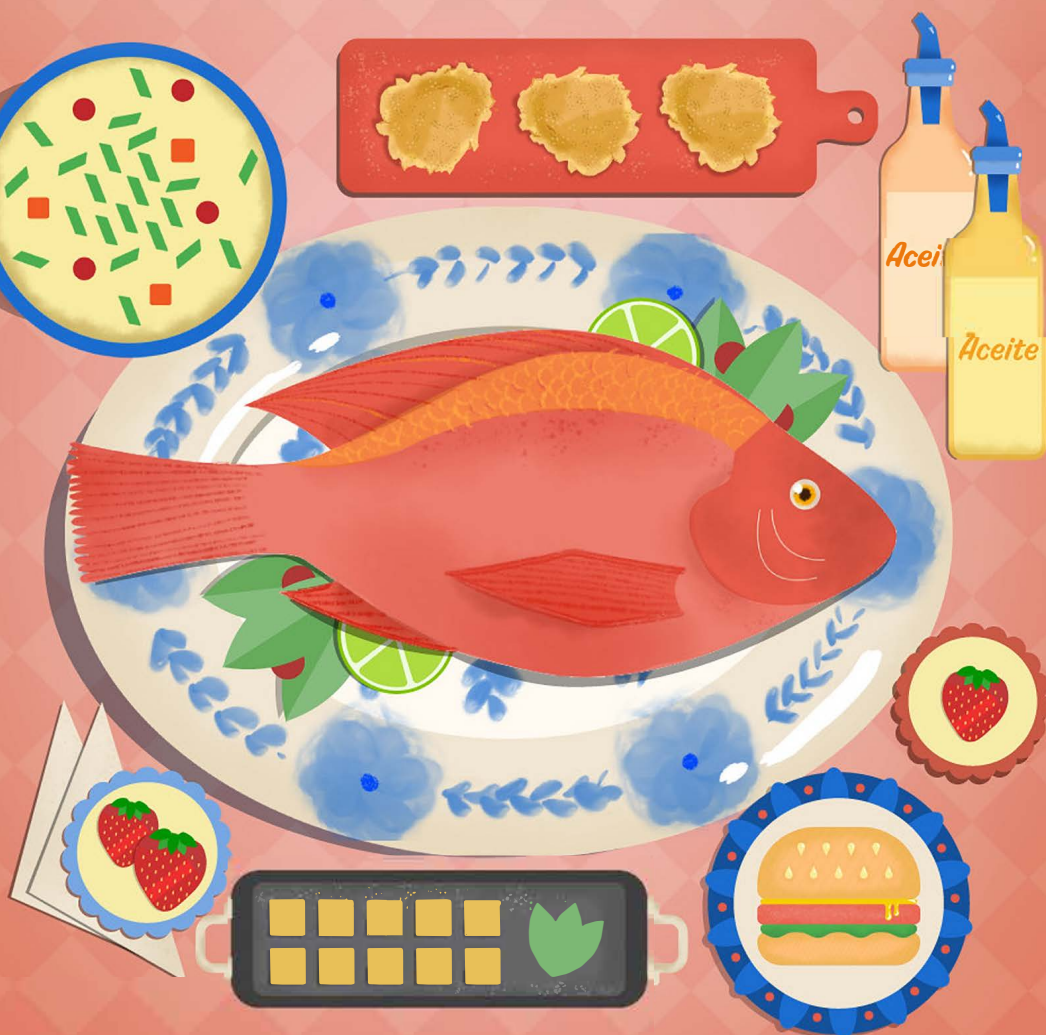


Aprovechamiento en
la transformación de productos y subproductos de

TILAPIA ROJA

para el consumo humano



Carlos Alberto Jaramillo Cruz, Daniel Leonardo Cala Delgado, Juan David Passos Correa, John Eduar Viveros Marín, Mónica Lorena Melo Chávez, Luisa Fernanda Collazos Escobar, Johanna Garavito Jején, Diego Alberto Castellanos Espinosa, Daniela Rojas Mantilla, Jairo Humberto López Vargas, José Wilson Castro Castro, Neyla Zamira Reina Rengifo.





APROVECHAMIENTO EN LA TRANSFORMACIÓN DE PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DE TILAPIA ROJA PARA EL CONSUMO HUMANO

CARLOS ALBERTO JARAMILLO CRUZ
DANIEL LEONARDO CALA DELGADO
JUAN DAVID PASSOS CORREA
JOHN EDUAR VIVEROS MARÍN
MÓNICA LORENA MELO CHÁVEZ
LUISA FERNANDA COLLAZOS ESCOBAR
JOHANNA GARAVITO JEJÉN
DIEGO ALBERTO CASTELLANOS ESPINOSA
DANIELA ROJAS MANTILLA
JAIRO HUMBERTO LÓPEZ VARGAS
JOSÉ WILSON CASTRO CASTRO
NEYLA ZAMIRA REINA RENGIFO

Resumen

El aprovechamiento de los subproductos acuícolas de tilapia para la generación de alimentos funcionales constituye una estrategia innovadora que responde a los retos de sostenibilidad y seguridad alimentaria. Este documento sistematiza protocolos de elaboración de productos comestibles tales como hamburguesas, recubrimientos comestibles, caldos instantáneos, *snacks*, pescado seco y aceite. Cada uno de estos productos fue desarrollado bajo lineamientos técnicos y de calidad, garantizando su potencial como alternativas nutritivas, seguras y de valor agregado.

Frente a ello, la producción de alimentos derivados de subproductos acuícolas no solo plantea una vía para reducir el desperdicio, sino que también fortalece la seguridad alimentaria y amplía la oferta de productos funcionales disponibles para el consumo humano. Estas alternativas constituyen un aporte a la innovación en la industria alimentaria, al tiempo que generan valor en comunidades acuícolas mediante procesos de transformación más eficientes y sostenibles. Además, la incorporación de protocolos estandarizados asegura la replicabilidad y escalabilidad de estas prácticas, ofreciendo un modelo viable para la diversificación de la producción acuícola nacional y para la inserción de nuevos productos en mercados con creciente interés por la salud y el bienestar.

Palabras clave: alimentos funcionales, protocolos, tilapia, subproductos acuícolas, hamburguesa, recubrimientos comestibles, caldo, snack, pescado seco, aceite, economía circular.

¿Cómo citar este libro? / How to cite this book?

Abstract

The use of tilapia aquaculture by-products for the generation of functional foods constitutes an innovative strategy that responds to the challenges of sustainability and food safety. This document systematizes protocols for the production of edible products such as hamburgers, edible coatings, instant broths, snacks, dried fish, and oil. Each of these products was developed under technical and quality guidelines, guaranteeing their potential as nutritious, safe, and value-added alternatives.

Given this, the production of foods derived from aquaculture by-products not only represents a way to reduce waste, but also strengthens food safety and expands the supply of functional products available for human consumption. These alternatives contribute to innovation in the food industry, while generating value in aquaculture communities through more efficient and sustainable processing processes. Furthermore, the incorporation of standardized protocols ensures the replicability and scalability of these practices, offering a viable model for the diversification of national aquaculture production and for the introduction of new products in markets with a growing interest in health and well-being.

Keywords: functional foods, protocols, tilapia, aquaculture by-products, hamburger, edible coatings, broth, snack, dried fish, oil, circular economy..

APROVECHAMIENTO EN LA TRANSFORMACIÓN DE PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DE TILAPIA ROJA PARA EL CONSUMO HUMANO

CARLOS ALBERTO JARAMILLO CRUZ
DANIEL LEONARDO CALA DELGADO
JUAN DAVID PASSOS CORREA
JOHN EDUAR VIVEROS MARÍN
MÓNICA LORENA MELO CHÁVEZ
LUISA FERNANDA COLLAZOS ESCOBAR
JOHANNA GARAVITO JEJÉN
DIEGO ALBERTO CASTELLANOS ESPINOSA
DANIELA ROJAS MANTILLA
JAIRO HUMBERTO LÓPEZ VARGAS
JOSÉ WILSON CASTRO CASTRO
NEYLA ZAMIRA REINA RENGIFO

Aprovechamiento en la transformación de productos y subproductos de tilapia roja para el consumo humano

© Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia,

© Carlos Alberto Jaramillo Cruz, Daniel Leonardo Cala Delgado, Juan David Passos Correa, John Eduar Viveros Marín, Mónica Lorena Melo Chávez, Luisa Fernanda Collazos Escobar, Johanna Garavito Jején, Diego Alberto Castellanos Espinosa, Daniela Rojas Mantilla, Jairo Humberto López Vargas, José Wilson Castro Castro, Neyla Zamira Reina Rengifo.

ISBN (PDF): 978-958-760-581-5

Colección General de Investigación

Libro de divulgación

Fondo editorial

Director Nacional Editorial, Julián Pacheco Martínez

Especialista en Edición de Libros, Karen Grisales Velosa

Especialista en Edición de Revistas Científicas, Andrés Felipe Andrade Cañón

Especialista en Gestión Editorial, Daniel Urquijo Molina

Especialista en Administración Editorial, Claudia Carolina Caicedo Baquero

Proceso editorial

Corrección de estilo y lectura de pruebas, María Elvira Mejía

Ilustración de portada y diagramación, Daniela Garzón

Diagramación y diseño de portada, Maria Paula Berón

Depósito legal según el Decreto 460 de 1995.

Este libro fue financiado por el sistema general de regalías bajo el proyecto "Fortalecimiento de capacidades conocimientos y herramientas en CTel para el mejoramiento de la productividad en cultivos acuícolas en el departamento de Arauca", identificado con el código BPIN 2021000100164

Nota legal

Se permite copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre que se dé el crédito adecuado a los autores, no se utilice con fines comerciales y no se realicen modificaciones, adaptaciones ni obras derivadas.

El contenido de este libro es responsabilidad exclusiva de sus autores y no representa necesariamente la posición de la institución editora.



Sobre la ilustración de portada

Esta ilustración es una invitación a la mesa, como muestra de la versatilidad de los productos comestibles que se derivan de la acuicultura, en específico del cultivo de tilapia roja. El pescado es el eje central y a su alrededor las comidas y productos derivados cuyas formas de preparación se encuentran al interior del libro.

Es una ilustración con altos contrastes, con tonos rojizos y azules que evocan el pez protagonista y el agua.

Daniela Garzón.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.	
APROVECHAMIENTO EN LA TRANSFORMACIÓN DE PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DE TILAPIA ROJA PARA EL CONSUMO HUMANO.	19
Referencias	21
I. PROTOCOLO PARA LA ELABORACIÓN DE PESCADO SECO	23
Objetivo	23
Alcance	24
Materiales y Equipos	24
Condiciones Previas / Requisitos	25
Procedimiento	27
Parámetros Críticos de Control	32
Criterios de Aceptación/Rechazo del Producto	35
Referencias	37
Anexos	38
II. PROTOCOLO DE EXTRACCIÓN Y REFINAMIENTO DE ACEITE CRUDO DE TILAPIA ROJA POR PENSADO HÚMEDO	41
Objetivo	41
Alcance	41
Materiales y Equipos	42
Condiciones Previas / Requisitos	43
Procedimiento paso a paso	45
Parámetros Críticos de Control	52
Criterios de Aceptación/Rechazo del Producto	55

Anexos	56
III. PROTOCOLO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE CRUDO DE TILAPIA ROJA MEDIANTE ENSILADO QUÍMICO CONTROLADO	59
Objetivo	59
Alcance	59
Materiales y Equipos	60
Condiciones Previas / Requisitos	61
Procedimiento Paso a Paso	63
Parámetros Críticos de Control	73
Criterios de Aceptación/Rechazo del Producto	75
Anexos	77
IV. PROTOCOLO DE OBTENCIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DE COLÁGENO DE ESCAMAS DE TILAPIA ROJA	81
Objetivo	81
Alcance	81
Materiales y Equipos	82
Condiciones Previas / Requisitos	83
Procedimiento Paso a Paso	84
Parámetros Críticos de Control	91
Criterios de Aceptación/Rechazo del Producto	94
Anexos	95
V. PROTOCOLO PARA LA OBTENCIÓN DE CALDO INSTANTÁNEO EN POLVO A PARTIR DE CARCASAS DE TILAPIA ROJA	99
Objetivo	99
Alcance	100
Materiales y Equipos	100
Condiciones Previas / Requisitos	101

Procedimiento Paso a Paso	102
Parámetros Críticos de Control	106
Criterios de Aceptación/Rechazo del Producto	106
Anexos	108

VI. PROTOCOLO PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO TIPO 'SNACK' A BASE DE TILAPIA ROJA

Objetivo	111
Alcance	111
Materiales y equipos	112
Condiciones Previas / Requisitos	115
Procedimiento	117
Parámetros críticos de control	126
Criterios de aceptación o rechazo del producto	130
Referencias	131
Anexos	132

VII. PROTOCOLO PARA LA OBTENCIÓN DE HAMBURGUESAS A BASE DE TILAPIA ROJA

Objetivo	135
Alcance	135
Materiales y equipos	136
Condiciones Previas / Requisitos	139
Procedimiento	141
Parámetros críticos de control	152
Criterios de Aceptación y rechazo del producto	156
Referencias	158

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Materia prima: Tilapia roja.	27
Figura 2. Descamado y eviscerado de la materia prima.	28
Figura 3. Lavado de tilapia roja y corte mariposa.	28
Figura 4. Pesaje de la tilapia roja	30
Figura 5. Salado de tilapia roja.	30
Figura 7. Tilapia roja seca.	32
Figura 8. Diagrama de Flujo del proceso - Pescado seco.	32
Figura 9. Subproductos frescos de tilapia roja molidos	45
Figura 10. Cocción de subproductos y liberación de grasa	46
Figura 11. Separación de fase grasa por decantación (izq.) y centrifugación (der.)	47
Figura 12. Decantación de aceite desgomado	49
Figura 13. Microburbujas por humedad (izq.) y aceite seco (der.)	49
Figura 14. Aceite de tilapia roja neutralizado y seco	51
Figura 15. Diagrama de flujo del proceso - Aceite por prensado húmedo.	53
Figura 16. Subproductos de tilapia roja molidos	63
Figura 17. Mezcla de subproductos y ácido fórmico al 85%	64
Figura 18. Apariencia del ensilaje durante el monitoreo	65
Figura 19. Inicio de la separación de la fase oleosa en el ensilaje	66
Figura 20. Separación de sobrenadante oleoso en el ensilaje	66
Figura 21. Lavado inicial de aceite de tilapia roja	67

Figura 22. Lavado de impurezas residuales en el aceite de tilapia	68
Figura 23. Centrifugado de aceite para eliminar residuos de agua o proteínas	69
Figura 24. Aceite de tilapia desgomado y seco	69
Figura 25. Formación de jabones por neutralización del aceite de tilapia	71
Figura 26. Separación de jabones por centrifugado	72
Figura 27. Aceite de tilapia neutralizado y seco	72
Figura 28. Diagrama de flujo del proceso - Aceite por ensilado químico.	74
Figura 29. Lavado de escamas (izq.), escamas limpias y desinfectadas (der.)	85
Figura 30. Escamas cocidas (izq.) y licuado de escamas (der.)	85
Figura 31. Gelatina resultante del colágeno de tilapia parcialmente hidrolizado	86
Figura 32. Gelatina deshidratada de tilapia roja	86
Figura 33. Solución de recubrimiento comestible	89
Figura 34. Aplicación de la solución de recubrimiento comestible a fresas frescas	90
Figura 35. Secado y formación de película de recubrimiento comestible en fresas	91
Figura 36. Diagrama de flujo del proceso - Recubrimiento comestible.	92
Figura 37. Diagrama de flujo del proceso - Caldo instantáneo.	107
Figura 38. Carne molida de tilapia, empacada y congelada a -18°C	118
Figura 39. Ingredientes de las formulaciones de snacks de tilapia con inclusión de harina de trigo, almidón de maíz y almidón de yuca.	123

Figura 40. Etapas de la formación de Snacks de tilapia	123
Figura 40. Etapas de la formación de Snacks de tilapia	124
Figura 40. Etapas de la formación de <i>Snacks</i> de tilapia	124
Figura 37. Diagrama de flujo del proceso - <i>Snack</i> .	125
Figura 38. Obtención de la carne de tilapia.	142
Figura 39. Carne molida de tilapia.	142
Figura 40. Materias primas no cárnicas.	143
Figura 41. Pasta de hamburguesa.	147
Figura 42. Formado de hamburguesa	148
Figura 43. Hamburguesas de las tres formulaciones con inclusión de almidón de maíz y yuca, y harina de trigo.	148
Figura 44. Empacado al vacío	149
Figura 45. Proceso de escaldado de la hamburguesa	150
Figura 46. Diagrama de flujo de proceso- Hamburguesa.	151
Figura 47. Recepción de pescado fresco y verificación de características y calidad del pescado	153

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Criterios de aceptación	35
Tabla 2. Criterios de rechazo	36
Tabla 3. Requisitos específicos del aceite de tilapia por prensado húmedo	56
Tabla 4. Requisitos específicos del aceite de tilapia - Ensilado	77
Tabla 5. Formulación recubrimiento comestible a base de tilapia roja	87
Tabla 6. Requisitos específicos del recubrimiento comestible	95
Tabla 7. Formulación en dos fases para la obtención del caldo de tilapia en polvo a partir de carcasas de tilapia molidas - formulación estandarizada	103
Tabla 8. Propiedades fisicoquímicas	108
Tabla 9. Propiedades microbiológicas	109
Tabla 10. Formulación de <i>snack</i> de tilapia	118
Tabla 11. Formulación por composición	120
Tabla 12. Clasificación del <i>snack</i> según NTC 1325	121
Tabla 13. Índice tecnológico de consumo	121
Tabla 14. Clasificación de la hamburguesa según NTC 1325 (Quinta edición - 2008)	144
Tabla 15. Índice tecnológico de consumo	144
Tabla 16. Formulación por composición - Hamburguesa.	145
Tabla 17. Formulación de hamburguesa con inclusión de carbohidrato.	146
Tabla 18. Características de frescura y deterioro del pescado	153



INTRODUCCIÓN

APROVECHAMIENTO EN LA TRANSFORMACIÓN DE PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DE TILAPIA ROJA PARA EL CONSUMO HUMANO

La producción acuícola a nivel internacional, produjo 185 millones de toneladas de animales acuáticos en el 2022, el 51 % (94 millones de toneladas) en acuicultura y el 49 % (91 millones de toneladas) a la pesca de captura (FAO, 2024). Esta misma organización señala que en el mismo año, la producción acuícola alcanzó la segunda mayor cifra anual registrada, superada únicamente por los más de 96 millones de toneladas derivados de la pesca de captura en 2018. En cuanto a la distribución geográfica, los países asiáticos concentraron el 70 % de la producción total, seguidos por Europa y América Latina y el Caribe (9 % cada región), África (7 %), América del Norte (3 %) y Oceanía (1 %) (FAO, 2024).

Según la FAO (2024) América Latina y el Caribe se han consolidado como una región con gran potencial acuícola, donde especies como el camarón, la trucha y la tilapia tienen un papel relevante en la seguridad alimentaria y la economía local. A partir de los datos del DANE (2025), el sector pesquero colombiano reportó un crecimiento del 18,2 %

en el primer trimestre de 2025, en comparación con el mismo periodo del año anterior. En el país, la tilapia representa aproximadamente el 58 % de la producción nacional de pescado, gracias a su rápida reproducción, adaptabilidad y aceptación en el mercado por su excelente sabor (García-Hernández et al., 2024). La acuicultura nacional se encuentra en constante crecimiento, favorecida por condiciones climáticas, topográficas e hidrológicas adecuadas; sin embargo, regiones con alto potencial como Arauca enfrentan limitaciones relacionadas con el manejo técnico y la disponibilidad de insumos de calidad, lo que restringe el aprovechamiento integral de esta actividad (Burgos-Cañas et al., 2024) lo que reafirma la pertinencia de impulsar estrategias de transformación sostenible en territorios emergentes como Arauca.

Uno de los principales retos de la cadena productiva es la alta generación de residuos durante el procesamiento primario, ya que la obtención de filetes produce cerca del 60 % de desechos orgánicos, los cuales constituyen un foco de contaminación ambiental si no se gestionan adecuadamente (Hernández-Medina et al., 2025). Este problema se inscribe en un escenario más amplio, vinculado al crecimiento poblacional y a la intensificación de los procesos agroindustriales, que generan grandes volúmenes de residuos cuya gestión compromete la sostenibilidad ambiental, económica y social (Ospina Ferro, 2025).

Frente a ello, surge la necesidad de aprovechar los subproductos de la tilapia mediante la creación de alimentos funcionales y de valor agregado, este documento presenta un conjunto de protocolos desarrollados y sistematizados para su posterior elaboración en alimentos o productos comestibles como: hamburguesas, recubrimientos comestibles, caldos instantáneos, *snacks*, pescado seco y aceite. Estas alternativas representan una oportunidad de innovación, al tiempo que contribuyen a disminuir la presión ambiental y fortalecer la economía circular.

Referencias

- FAO. 2024. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción. Roma.
- Burgos-Cañas, D., Correa-Nuñez, A. C., & Piza-Jerez, A. C. (2024). Estudio de mercado de alevinos en el departamento de Arauca como estrategia de fortalecimiento de la acuicultura. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 27(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v27.n2.2024.2726>
- García-Hernández, N., Lizarazo-Osorio, A. S., Villamil-Díaz, L. M., Cobo-Ángel, M. I., & Montes-Rodríguez, C. D. (2024). Modelo de crecimiento de tilapia en sistemas de recirculación para acuicultura. In *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2024*. <https://doi.org/10.26507/paper.3828>
- Hernández-Medina, A. M., PÉREZ-LEÓN, M. I., Hernández-Bautista, J., Rodríguez-Ortiz, G., De los Santos-Romero, R. B., & Rodríguez-Magadán, H. M. (2025, 08). CARACTERIZACIÓN NUTRIMENTAL Y SITUACIÓN DE LOS RESIDUOS DE PESCADO EN PUERTO ÁNGEL, OAXACA. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 12(2). <https://doi.org/10.60158/bcnvpq56>
- Ospina Ferro, L. J. (2025). Valoración del ensilado de vísceras de Cachama (*Colossoma macropomum*) y residuales (cáscara y semilla) de Aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass), como suplemento nutricional en Cerdos (*Sus scrofa domesticus*) para la fase de levante [El uso de ensilados provenientes de recursos agrícolas o pecuarios como alimento alternativo para los cerdos es un campo relativamente nuevo. Esta estrategia, surge como una opción viable para incrementar el valor nutricional de materias primas que, de otr]. In *TESIS Y DISERTACIONES*. UTP. <https://repositorio.utp.edu.co/entities/publication/c4201aea-e71b-4fd1-bcb4-3ea2f91563b6>



I. PROTOCOLO PARA LA ELABORACIÓN DE PESCADO SECO

CARLOS ALBERTO JARAMILLO CRUZ
JUAN DAVID PASSOS CORREA
JOHN EDUAR VIVEROS MARÍN
MÓNICA LORENA MELO CHÁVEZ
LUISA FERNANDA COLLAZOS ESCOBAR¹

Objetivo

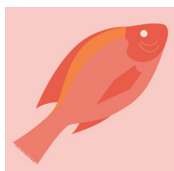
Documentar y divulgar un protocolo técnico estandarizado para el secado de la tilapia roja, con el fin de promover su vida útil, disminuir las pérdidas y aportar valor agregado a los pequeños y medianos productores acuícolas del departamento de Arauca. Esto, en el marco del proyecto “Fortalecimiento de capacidades, conocimientos y herramientas en CTeI para el mejoramiento de la productividad en cultivos acuícolas en el departamento de Arauca”.

1 Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira.

Alcance

Este protocolo fue desarrollado a partir de pruebas repetidas, así como de análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales, con el propósito de estandarizar el proceso de secado de tilapia roja. Está dirigido a pequeños y medianos productores del departamento de Arauca que se dedican al cultivo y transformación de pescado mediante técnicas artesanales. El protocolo abarca todas las etapas del proceso: desde la selección de la materia prima, el prelistamiento y la transformación, hasta el empaque y almacenamiento del producto final..

Materiales y Equipos



Materias primas:

- Pescado entero
- Sal gruesa.



Materiales e insumos

- Recipientes plásticos.
- Cuchillos.
- Tablas para cortar alimentos.
- Hilo.
- Bolsas plásticas o de papel para empaque.
- Jabón desengrasante sin olor.
- Jabón para manos sin olor.
- Hipoclorito de sodio.
- Esponjas.

- Atomizador.
- Bolsas plásticas para residuos.



Equipos

- Estructura soporte para secado de pescado y/o secador solar artesanal.
- Balanza o gramera.
- Termohigrómetro

Condiciones Previas / Requisitos

Higiene personal y buenas prácticas de manufactura

Como se indica en la resolución 2674 de 2013 y decreto 3075 de 1997 se debe dar cumplimiento a los siguientes requisitos de manipulación con el fin de garantizar la inocuidad del producto final:

- El uso de gorro o cofia, tapabocas y guantes limpios es obligatorio durante todo el proceso.
- Está prohibido el uso de accesorios personales como relojes, anillos, pulseras o cualquier tipo de joyería.
- Las uñas deben mantenerse cortas, limpias y sin esmalte.
- Se debe utilizar vestimenta de colores claros, exclusiva para el desarrollo del proceso.
- Es obligatorio el lavado frecuente de manos, antes, durante y después de la manipulación del producto.
- Se debe evitar toser, estornudar o hablar directamente sobre la materia prima, el producto en proceso o el producto terminado.

- No se debe utilizar maquillaje ni fragancias durante las actividades de producción.

Limpieza y desinfección de utensilios, superficies y equipos

- Todos los utensilios (recipientes plásticos, cuchillos, tablas de corte, entre otros) deben lavarse cuidadosamente con agua potable y jabón antes y después de su uso.
- Posterior al lavado, desinfectar los utensilios mediante inmersión en una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm durante 5 minutos (OIRSA, 2020), con el propósito de eliminar microorganismos, virus y bacterias. Luego, enjuagar con agua potable.
- Las superficies y estructuras utilizadas para el secado del pescado deben ser lavadas con agua potable y jabón. Posteriormente, desinfectarlas aplicando hipoclorito de sodio a 100 ppm mediante aspersión con atomizador. Dejar actuar la solución por 10 minutos y luego enjuagar.

Área de trabajo y/o zona de proceso

- Desinfectar el ambiente mediante aspersión de una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm, como mínimo dos veces: una antes de iniciar el proceso y otra al finalizar.
- Los residuos generados deben ser dispuestos adecuadamente en bolsas y canecas herméticas.
- Se deben implementar medidas preventivas para evitar el ingreso o anidamiento de plagas en el área de trabajo.

Procedimiento

1. Recepción de materia prima

Se debe seleccionar tilapia roja fresca, sin signos evidentes de descomposición (ver figura 1). Las características sensoriales como el olor, color y textura deben corresponder al pescado fresco (Codex Alimentarius, 1989).

Figura 1. Materia prima: Tilapia roja.



Fuente: Elaboración propia.

2. Descamado y eviscerado

Utilizando un cuchillo y una tabla de corte, retirar las escamas raspando desde la cola hacia la cabeza. Posteriormente, realizar una incisión ventral evitando perforar las vísceras; cortar hacia la cabeza para facilitar su extracción. Abrir el opérculo y extraer manualmente las branquias (Pardo Pardo, Borrás Reyes, & Villa Navarro, 2005) (ver figura 2).

Figura 2. Descamado y eviscerado de la materia prima.



Fuente: elaboración propia.

3. Lavado y Corte

Lavar el pescado con abundante agua potable para eliminar completamente las escamas, restos de sangre y vísceras. Luego, realizar un corte en mariposa para facilitar el secado, y hacer incisiones adicionales en el lomo que permitan una mejor penetración de la sal (NTC 5338, 2007). Dejar escurrir el pescado adecuadamente para remover el exceso de agua (ver figura 3).

Figura 3. Lavado de tilapia roja y corte mariposa.



Fuente: Elaboración propia.

4. Pesaje y cálculo de sal

Pesar el pescado pre-alistado utilizando una balanza o gramera (ver figura 4). Calcular del 25 - 30% del peso obtenido (Herrera Ramírez & Elizondo Almeida, 1986), lo cual corresponde a la cantidad de sal que se debe aplicar durante el proceso de salado.

5. Salado

Una vez el pescado esté bien escurrido, abrirlo completamente y aplicar la sal de forma uniforme sobre toda la superficie (ver figura 5), incluyendo el interior de los cortes en el lomo, no usar sal fina o de cristal pequeño ya que puede generar costras impidiendo que la sal entre

al interior de la carne del pescado (NTC 5338, 2007). Colocar el pescado en recipientes preferiblemente con sistema de drenaje para permitir la salida de líquidos. Mantener en refrigeración a una temperatura entre 0 °C y 4 °C durante 12 horas. En ausencia de refrigeración, conservar en recipientes sellados por un periodo de 2 a 4 horas antes de que inicien procesos de descomposición (Huss, 1995), protegiendo el producto del ingreso de plagas, debe evitarse que se posen moscas en el pescado ya que este se puede invadir de gusanos (NTC 5338, 2007).

Figura 4. Pesaje de la tilapia roja



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Salado de tilapia roja.

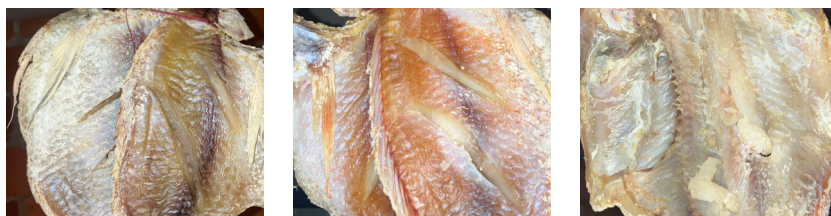


Fuente: Elaboración propia.

6. Secado

Antes del secado, escurrir nuevamente el pescado para eliminar líquidos residuales. Colgar el pescado mediante hilo resistente o suspenderlo en la estructura destinada para este fin. El secado (ver figura 6) debe realizarse en un área protegida de lluvia y plagas, con buena ventilación, a temperatura ambiente entre 35 °C y 40 °C (Herrera Ramírez & Elizondo Almeida, 1986), con humedad relativa inferior al 65% (Pardo Pardo, Borrás Reyes, & Villa Navarro, 2005), durante 3 a 5 días, dependiendo de las condiciones climáticas. El proceso puede ejecutarse en secadores solares o sobre rejillas, en cuyo caso se debe voltear el pescado con regularidad para lograr un secado homogéneo. Monitorear constantemente la temperatura y la humedad con la ayuda de un termohigrómetro.

Figura 6. Tilapia roja durante el proceso de secado.



Fuente: Elaboración propia.

7. Empaque

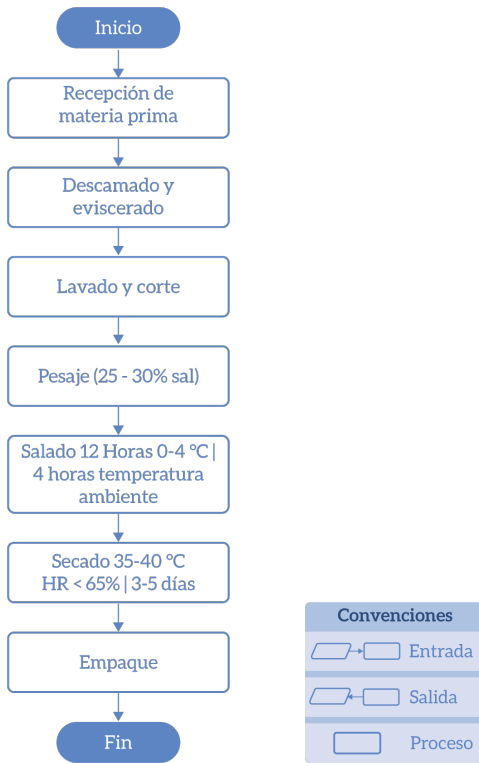
Una vez seco (ver figura 7), dejar enfriar el producto antes de empacar. Utilizar bolsas de papel o plástico herméticas. Para mayor durabilidad, se recomienda el empaque al vacío. Almacenar el pescado en un lugar fresco, seco y protegido del polvo, de la luz directa, insectos, plagas, roedores y contaminantes (Codex Alimentarius, 1989). El diagrama de flujo del proceso se puede ver en la figura 8.

Figura 7. Tilapia roja seca.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Diagrama de Flujo del proceso - Pescado seco.



Fuente: elaboración propia.

Parámetros Críticos de Control

A continuación, se relacionan las variables a controlar en cada etapa del proceso de secado de tilapia roja, para asegurar la calidad, inocuidad y estabilidad del producto final:

Recepción de Materia Prima

Variables para controlar:

- Temperatura del pescado fresco debe estar entre 0 - 4 °C.
- Olor, color y textura deben ser característicos del pescado fresco (olor marino suave, color brillante, carne firme).
- Ausencia de signos de descomposición como ojos hundidos, mucosidad abundante, manchas oscuras o textura blanda.

Garantiza una materia prima apta para transformación, evitando la contaminación microbiológica y cambios sensoriales negativos del producto final.

Descamado y Eviscerado

Variables para controlar:

- Técnica de corte: evitar perforación de vísceras para prevenir contaminación cruzada.
- Integridad de la carne: no causar rupturas excesivas que afecten la presentación del producto.

Reduce carga microbiana y evita contaminación con contenido intestinal o branquial, adicional se obtendrá un producto integro.

Lavado y Corte

Variables para controlar:

- Calidad del agua: usar agua potable.
- Tiempo y cantidad de agua en el lavado: suficiente para eliminar residuos.
- Tipo de corte (mariposa y lomo): debe permitir buena exposición al salado y secado sin comprometer la estructura.

Permite una limpieza profunda, buena penetración de la sal y favorece el secado uniforme.

Pesaje y Cálculo de Sal

Variables para controlar:

- Exactitud en el pesaje: uso de balanza calibrada.
- Cálculo preciso de la sal 25 - 30%: según peso total del pescado prealistado.
- Tipo de sal: sal gruesa sin aditivos, preferiblemente sal marina (mejor deshidratación y penetración rápida).

Controla la actividad de agua (A_w) y mejora la conservación mediante salado uniforme.

Salado

Variables para controlar:

- Distribución de la sal: uniforme en todas las superficies, incluyendo cortes.

- Condiciones de reposo: Refrigerado: 0 – 4 °C durante 12 horas.
No refrigerado: ambiente fresco, recipiente sellado, 2 a 4 horas.
- Tiempo de salado: según método seleccionado.
- Tipo de recipiente: con drenaje para evitar acumulación de líquidos.

Reduce la carga microbiana y favorece la deshidratación.

Secado

Variables para controlar:

- Temperatura ambiente: 35 – 40 °C.
- Humedad relativa (HR): menor al 65%.
- Duración del secado: 3 a 5 días, según condiciones ambientales.
- Ventilación del área: debe haber circulación de aire constante.
- Protección contra plagas y lluvias: uso de estructuras cubiertas o secadores solares.
- Método de colocación: colgado o en rejillas con volteo regular.
- Monitoreo ambiental: uso de termohigrómetro calibrado.

Evita el crecimiento microbiano, garantiza un secado homogéneo y evita deterioro del producto.

Empaque y Almacenamiento

Variables para controlar:

- Enfriamiento previo al empaque: temperatura ambiente, sin exposición al sol directo.

- Tipo de empaque: bolsas herméticas de papel o plástico, preferiblemente al vacío.
- Condiciones de almacenamiento: lugar seco, fresco, sin exposición a luz directa.
- Rotulación del producto: fecha de elaboración, lote, peso.

Prolonga la vida útil, conserva características sensoriales y evita absorción de humedad y contaminación del producto seco.

Criterios de Aceptación/Rechazo del Producto

Estos criterios aseguran que el producto final sea inocuo, de buena calidad sensorial y apto para el consumo humano. En la tabla 1 se describen los criterios de aceptación y en la tabla 2, los criterios de rechazo.

Tabla 1. Criterios de aceptación

Parámetro	Requisito
Apariencia externa	Color uniforme (rosado a marrón claro), sin manchas oscuras o verdosas.
Textura	Firme, sin señales de ablandamiento ni fragmentación.
Olor	Característico del pescado seco, sin aromas rancios, ácidos ni a putrefacción.
Contenido de humedad	≤ 30%
Actividad de agua (Aw)	≤ 0.85
Presencia de moho o plagas	Ausente
Residuos de escamas o vísceras	Ausentes
Salinidad	Agradable, sin exceso ni deficiencia perceptible
Integridad del producto	Producto entero, sin rupturas significativas.

Tabla 2. Criterios de rechazo

Parámetro	Motivo de rechazo
Color	Presencia de manchas negras, verdes o blancas por moho.
Olor	Olor rancio, ácido, putrefacto o a descomposición.
Textura	Blanda, viscosa, desintegrada.
Presencia de plagas o excretas	Cualquier evidencia de contaminación biológica.
Crecimiento fúngico visible	Hongos visibles en cualquier parte del producto.
Humedad excesiva	Humedad > 30%, textura blanda o presencia de exudados.
Restos de vísceras o branquias	Presencia de residuos internos mal retirados.
Contaminación cruzada	Contacto con superficies sucias o productos no aptos.

Referencias

- Codex Alimentarius. (1989). Codex standard for salted fish and dried salted fish (CXS 167-1989). FAO/WHO. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- Decreto 3075 de 1997. (1997). Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 9 de 1979 en lo relacionado con las condiciones sanitarias de alimentos. Ministerio de Salud de Colombia.
- Herrera Ramírez, C., & Elizondo Almeida, L. J. (1986). Producción de pescado seco-salado utilizando secadores solares. *Uniciencia*, 3(1-2), 101–105. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Huss, H. H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper No. 348. FAO. NTC 5338. (2007). Productos de la pesca. Pescado seco salado. Requisitos. Icontec.
- OIRSA – Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2020). Guía para el uso de cloro como desinfectante en establecimientos de alimentos. <https://www.oirsa.org/contenido/2020/Guia%20para%20uso%20de%20cloro%20como%20desinfectante%20en%20establecimientos%2023.06.2020.pdf>
- Pardo Pardo, G. I., Borrás Reyes, L. E. del P., & Villa Navarro, F. A. (2005). Manual técnico en piscicultura. Tecnimpresos Litografía.
- Resolución 2674 de 2013. (2013). Por la cual se establecen los requisitos sanitarios de alimentos y bebidas para consumo humano. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia.

Anexos

1. Preparación solución desinfectante

En este ejemplo se preparará 1 litro de solución desinfectante de hipoclorito de sodio a 100 ppm. Información que se requiere para hacer los cálculos:

Datos:

Fórmula: $Cd \times Vd = Cc \times V$ y al despejar $V = Cd \times Vd / Cc$

- Concentración deseada (Cd): 100 ppm
- Concentración conocida (Cc): 52,500 ppm (solución de hipoclorito de sodio al 5,25%)
- Volumen de la solución deseada (Vd): 1000 ml


Cálculo del volumen de hipoclorito requerido:

Fórmula: $V = (Cd \times Vd) / Cc$

- Cálculo: $V = (100 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}) / 52,500 \text{ ppm}$
- $V = 1.9 \text{ ml}$

Para preparar 1 litro de solución desinfectante a 100 ppm, debes agregar 1,9 ml de hipoclorito de sodio comercial o de uso doméstico al 5,25% a 1000 ml de agua potable.

I. Protocolo para la elaboración de pescado seco



II. PROTOCOLO DE EXTRACCIÓN Y REFINAMIENTO DE ACEITE CRUDO DE TILAPIA ROJA POR PRENSADO HÚMEDO

JOHANNA GARAVITO JEJÉN
DIEGO ALBERTO CASTELLANOS ESPINOSA²

Objetivo

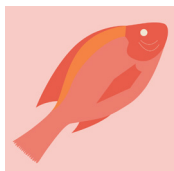
Documentar y divulgar el proceso para la obtención de aceite crudo y parcialmente refinado a partir de subproductos de tilapia roja, empleando cocción húmeda, prensado y separación física.

Alcance

Este protocolo establece el proceso de extracción y refinamiento inicial de aceite a partir de subproductos de tilapia roja, utilizando prensado húmedo como técnica principal. Este procedimiento define el uso de métodos físicos y mecánicos accesibles para obtener una fracción oleosa bajo condiciones de procesamiento controladas.

2 Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos - ICTA. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

Materiales y Equipos



Materiales

- Subproductos de tilapia frescos: cabezas, carcasas de pescado y piel
- Hipoclorito 5%
- Agua potable
- NaOH 0.1%
- NaOH 14%
- Ácido cítrico 10%
- Antioxidante BHT (butilhidroxitolueno)



Equipos

- Olla metálica
- Prensa mecánica o hidráulica
- Tela filtrante (muselina)
- Pipetas, espátulas y cucharones
- Recipientes de vidrio ámbar
- Embudo decantador
- Balón aforado para preparación de soluciones
- Molino con disco de 6 mm
- Centrífuga
- Balanza, termómetro
- Equipo titulador ó bureta
- Placa calefactora o estufa

Condiciones Previas / Requisitos

Desinfección de superficies, utensilios y equipos:

- Antes de iniciar el procedimiento, todas las superficies de trabajo, instrumentos (espátulas, cucharones, recipientes), y equipos (ollas, prensas, licuadoras, moldes, etc.) deben ser lavados con detergente neutro, enjuagados con agua potable y posteriormente desinfectados con una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm dejándola actuar durante 5 minutos y enjuagando con agua potable si el contacto es directo con el alimento.

Preparación de soluciones desinfectantes:

- Para uso general: disolver 10 mL de hipoclorito comercial al 5% en 5 litros de agua potable para obtener una concentración de 100 ppm.
- Se debe preparar la solución desinfectante diariamente o antes de cada jornada de trabajo.

Condiciones ambientales del área de trabajo:

- El procedimiento debe realizarse en un área limpia, libre de polvo, insectos y sin presencia de contaminantes. Se recomienda trabajar a temperatura ambiente controlada (15-20 °C) y evitar exposición directa a la luz solar.

Uso de elementos de protección personal (EPP):

- Guantes de nitrilo o látex
- Mascarilla
- Gafas de seguridad

- Bata y delantal limpio
- Cofia o redecilla para el cabello

Verificación del estado de la materia prima:

- Todos los subproductos (cabezas, pieles, escamas, carcasas) deben estar frescos, sin signos de descomposición, con olor y color característicos. El material debe mantenerse refrigerado (0–4 °C) si no se procesa inmediatamente.

Preparación de soluciones para el tratamiento del aceite:

Solución de ácido cítrico al 10% (p/p) para desgomado:

Facilita la hidratación y remoción de fosfolípidos. Se utiliza diluido para garantizar buena dispersión y evitar emulsiones fuertes. Para su preparación utilizar balón aforado, disolver 10 g de ácido cítrico anhidro en 80 mL de agua destilada, aforar hasta 100 mL con agua y almacenar en recipiente tapado.

Solución de NaOH a 20°Bé (~14% p/p) para neutralización:

Actúa como agente neutralizante para eliminar los ácidos grasos libres presentes en el aceite crudo. Para su preparación, pesar 14 g de NaOH en hojuelas y disolver lentamente en 60 g de agua destilada fría, agitando suavemente, ya que la reacción es exotérmica y genera calor. Una vez disuelto, completar el volumen hasta 100 mL con agua destilada. Si se elabora en cantidades mayores, mantener el balón aforado en un baño de agua fría durante la adición del NaOH para controlar la temperatura.

Procedimiento paso a paso

1. Preparación de la materia prima

- Seleccionar subproductos frescos de tilapia roja (cabezas, carcasas y pieles), sin signos de descomposición.
- Lavar los subproductos con agua potable fría para eliminar sangre, escamas y residuos.
- Moler el material en un molino equipado con disco de 6 mm. Pesar la masa molida (ver figura 9).

Figura 9. Subproductos frescos de tilapia roja molidos



Fuente: Elaboración propia.

2. Cocción húmeda

- Colocar la masa molida en una olla metálica de fondo grueso.
- Añadir 20% de agua potable respecto al peso de la muestra. Ejemplo: para 1 kg de masa molida, agregar 200 mL de agua.
- Cocinar a fuego medio hasta alcanzar una temperatura interna de 100 ± 5 °C.

- Mantener la cocción durante 45 minutos, removiendo ocasionalmente para evitar que se adhiera. Evitar ebullición fuerte.
- Observar liberación de grasa y formación de caldo turbio (ver figura 10).

Figura 10. Cocción de subproductos y liberación de grasa



Fuente: elaboración propia.

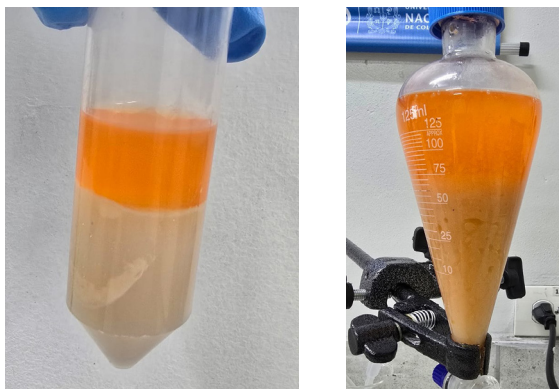
3. Filtrado y prensado

- Retirar la mezcla cocida y verterla aún caliente sobre tela filtrante (tipo muselina), es conveniente que este en forma de saco o bolsillo para evitar la salida de material sólido sobre el líquido a recolectar.
- Colocar el saco dentro de un cilindro perforado o estructura de prensado.
- Aplicar presión mecánica progresiva hasta detener el goteo (entre 5-10 min).
- Recolectar el líquido filtrado (licor de prensa) en un recipiente limpio y desinfectado, preferiblemente transparente para observar la separación de fases.

4. Separación del aceite

- Dejar reposar el licor de prensa durante 30 a 60 minutos hasta observar la separación de la capa oleosa color naranja y la capa acuosa blanquecina que contiene principalmente proteínas.
- Retirar cuidadosamente la fase oleosa superior con ayuda de un embudo de decantación, cucharón o pipeta dependiendo de la cantidad.
- Dejar reposar nuevamente por 60 minutos y repetir el retiro de aceite si se ha acumulado más.
- Centrifugar el aceite recuperado a 2500 rpm durante 10 minutos.
- Separar el sobrenadante que corresponde al aceite del sedimento turbio.
- Volver a centrifugar de una o dos veces más si el aceite aún presenta turbidez o emulsiones visibles (ver figura 11).

Figura 11. Separación de fase grasa por decantación (izq.) y centrifugación (der.)



Fuente: elaboración propia.

5. Desgomado

- Medir el volumen de aceite recolectado en un recipiente volumétrico
- Calentar el aceite crudo a 70 ± 2 °C con agitación suave, evitando superar esta temperatura
- Realizar un lavado inicial con agua destilada a $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ agregando lentamente y de manera uniforme un 10% respecto al volumen de aceite.
- Sin retirar el agua del lavado anterior, agregar 0.2%** del volumen del aceite en solución de ácido cítrico al 10%. Ejemplo: para 200 mL de aceite, añadir 0.4 mL de ácido cítrico al 10%.
- Agitar durante 15 a 20 minutos.
- Transferir el aceite desgomado a un embudo decantador, permitir reposo de 30 minutos hasta separación total de fase acuosa (agua de lavado + ácido cítrico) y fase oleosa (aceite de tilapia desgomado)
- Recuperar la fase oleosa, calentarla nuevamente a 70 ± 2 °C y añadir agua caliente equivalente al 10% del volumen del aceite para favorecer la separación de impurezas residuales.
- Agitar suavemente por 5 minutos.
- Nuevamente dejar reposar en embudo de decantación hasta que se separen las fases. Retirar el aceite (fase superior) y centrifugar nuevamente para eliminar cualquier residuo de agua de limpieza (ver figura 12)

** El volumen de ácido cítrico al 10% añadido para el proceso de desgomado puede ajustarse entre 0.2% y 0.5% del volumen de aceite, incrementándolo si se observa alta turbidez inicial.

Figura 12. Decantación de aceite desgomado

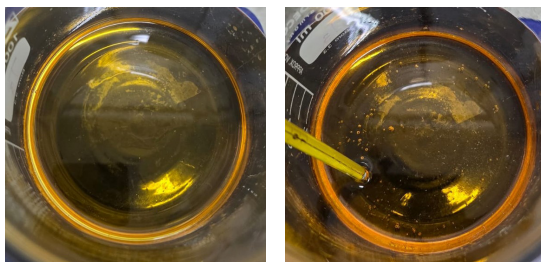


Fuente: elaboración propia.

6. Secado del Aceite

- Calentar el aceite desgomado a 100 °C durante 10 minutos para evaporar la humedad residual. Las microburbujas significan hervor del agua dentro de la fracción oleosa, agitar suavemente cada 2 minutos para permitir el asentamiento del agua y la posterior evaporación.
- Finalizar cuando no haya producción de burbujas (indicio de agua) y que el aceite sea cristalino (ver figura 13).

Figura 13. Microburbujas por humedad (izq.) y aceite seco (der.)



Fuente: Elaboración propia.

7. Neutralización

- Determinar el porcentaje de ácidos grasos libres (%FFA) por titulación ácido-base. Pesar 2 a 5 g de aceite desgomado, disolver en 25-50 mL de una mezcla de agua y etanol caliente (50 °C), añadir 2 a 3 gotas de fenolftaleína y titular con NaOH 0.1 N hasta obtener un color rosado pálido persistente por al menos 30 segundos.

$$\%FFA = \frac{V_{NaOH} * 28,2}{m_{aceite}} (1)$$

N = normalidad del NaOH (0.1 normalmente).

28.2 = factor para expresar como % de ácido oleico.

- Calentar el aceite seco a 60 ± 5 °C.
- Una vez determinada la acidez del aceite (% de ácidos grasos libres, FFA) mediante titulación ácido-base, se puede calcular la masa de hidróxido de sodio (NaOH) necesaria para neutralizar los ácidos grasos libres presentes, y a partir de esta, obtener el volumen correspondiente de la solución alcalina al 14% p/p a adicionar:

$$g_{NaOH} = \frac{\%FFA}{100} * m_{aceite} * \frac{40}{282} * (2)$$

%FFA: porcentaje de ácidos grasos libres (obtenido por titulación)

maceite: masa de aceite en gramos

40 = peso molecular del NaOH

282 = peso molecular del ácido oleico (ácido graso de referencia)

- Una solución al 14% p/p contiene aproximadamente 14 g de NaOH por cada 100 g de solución. Dado que su densidad es de aproximadamente 1.16 g/mL, su concentración en g/mL es:

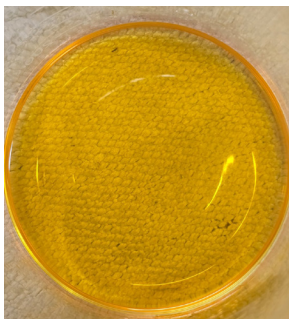
$$\frac{14 \text{ g NaOH}}{116 \text{ ml}} = 0.121 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \quad (3)$$

- Agregar cuidadosamente y de manera uniforme el volumen de solución preparada de NaOH al 14% calculado según la ecuación:

$$V(\text{ml}) = \frac{\text{g Na OH calculados}}{0.121} \quad (4)$$

- Agitar durante 10 minutos a 60 °C máximo 65°C.
- Reposar y dejar separar el jabón formado (fase inferior).
- Separar o decantar el aceite.
- Lavar el aceite con agua caliente (70 °C, 10 a 15% del volumen de aceite) para eliminar restos de jabón.
- Repetir el lavado si es necesario hasta que el agua de enjuague tenga pH entre 6.5–7.5
- Secar nuevamente el aceite final a 100°C ± 5°C hasta eliminar microgotas de agua y turbidez (ver figura 14).
- Para evitar rancidez prematura adicionar el 0.01% de BHT respecto al volumen de aceite.

Figura 14. Aceite de tilapia roja neutralizado y seco



Fuente: elaboración propia

8. Almacenamiento del Aceite

- Envasar el aceite neutralizado en frascos de vidrio oscuro, acero inoxidable o plástico grado alimenticio opaco.
- Almacenar en lugar fresco (15 a 25 °C), seco y protegido de la luz y el oxígeno.
- Para conservación prolongada, puede almacenarse en congelación a -18 °C.

El diagrama de flujo del proceso se puede observar en la figura 15.

Parámetros Críticos de Control

Temperatura de cocción de la masa molida:

- Debe mantenerse entre 95 y 105 °C durante al menos 45 minutos, asegurando la desnaturalización de proteínas y liberación de la fase oleosa.

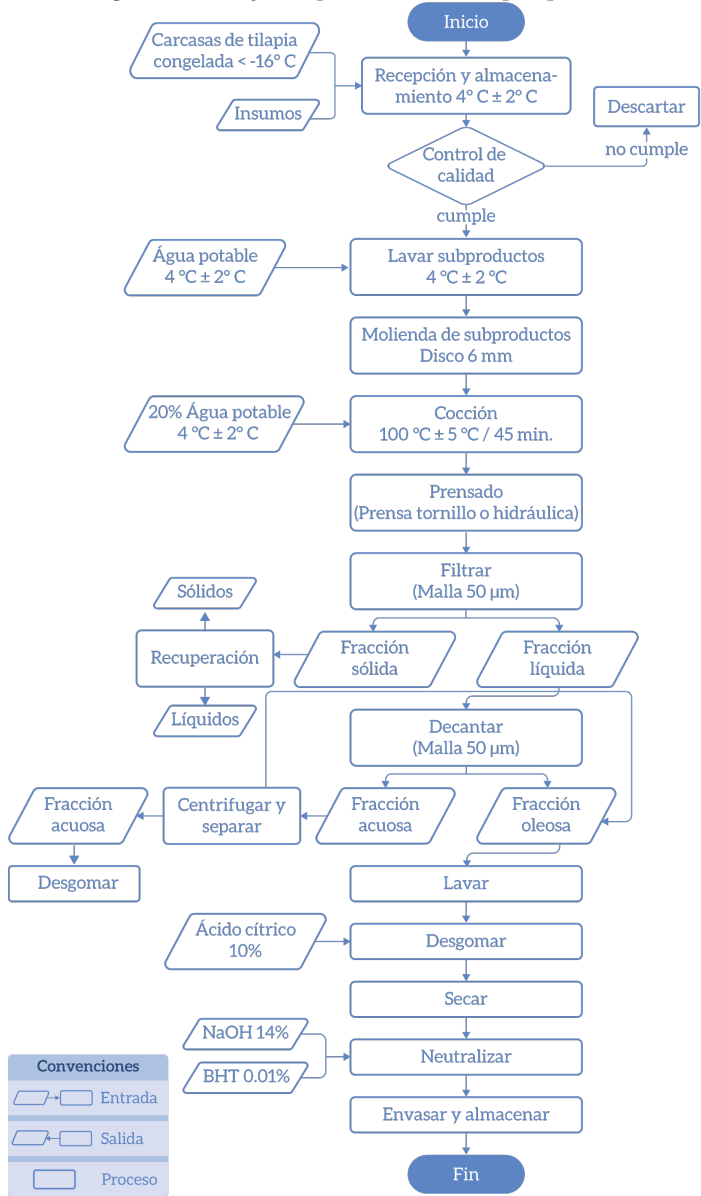
Relación agua: materia prima en cocción:

- Debe ser de 20% (v/p) respecto al peso de la masa molida. Un exceso diluye el aceite excesivamente, y un déficit dificulta la transferencia térmica.

Tiempo y presión de prensado:

- La presión debe ser sostenida hasta que cese el goteo (5–10 minutos) para maximizar la recuperación del licor oleoso sin arrastrar sólidos.

Figura 15. Diagrama de flujo del proceso - Aceite por prensado húmedo.



Fuente: elaboración propia.

Tiempo de decantación inicial:

- Debe ser de al menos 30 minutos, permitiendo la separación de la fase oleosa del licor de prensa sin agitación.

Temperatura durante el desgomado y lavados:

- El aceite debe mantenerse a una temperatura de 70 ± 2 °C durante la adición de ácido cítrico y agua caliente. Este rango evita un choque térmico que podría generar una reacción violenta, como salpicaduras, formación de espuma o emulsiones difíciles de separar, especialmente si el aceite está por encima de 75 °C.

Concentración y volumen del ácido cítrico (10% p/p):

- Debe agregarse entre 0.2% y 0.5% del volumen del aceite, dependiendo de la turbidez observada.

pH del agua de enjuague final (post-neutralización):

- Debe estar entre 6.5 y 7.5. Un pH ácido o básico residual puede afectar la estabilidad del aceite.

Temperatura de secado final del aceite:

- Debe alcanzar $100^{\circ}\text{C} \pm 5$ °C durante 10 minutos para eliminar toda traza de agua antes del envasado.

Pureza del aceite (observación visual):

- El aceite debe ser translúcido, sin emulsiones visibles ni micro-burbujas antes del almacenamiento.

Criterios de Aceptación/Rechazo del Producto

- **Color:** se acepta cuando es naranja-dorado a ámbar claro y homogéneo, sin fases turbias o separadas; se rechaza si presenta color anormal, turbidez persistente o separación visible de fases.
- **Olor:** se acepta cuando es característico de grasa de pescado fresca; se rechaza si presenta olores rancios, ácidos o extraños.
- **Transparencia:** se acepta cuando el aceite es translúcido, sin partículas suspendidas ni emulsiones visibles; se rechaza si presenta partículas, emulsiones o aspecto opaco.
- **Ausencia de humedad:** se acepta cuando no se observan burbujas ni gotas de agua en el fondo del envase; se rechaza si se detecta presencia de humedad visible.
- **pH del último lavado:** se acepta cuando está entre 6.5 y 7.5, indicando la correcta eliminación de residuos alcalinos o ácidos; se rechaza si el valor está fuera de este rango.
- **Acidez (%FFA):** se acepta cuando está dentro de los rangos esperados según la materia prima y etapa de neutralización idealmente <3%; se rechaza si supera este valor o no cumple especificación técnica.
- **Estabilidad física:** se acepta cuando no presenta separación de fases después de 24 horas de reposo a temperatura ambiente; se rechaza si se observa separación visible de fases en ese periodo.

Anexos

1. Ficha Técnica

Nombre Comercial:

Aceite de Tilapia - Prensado Húmedo

Cumple con la Resolución 2154 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social para aceites y grasas comestibles, y demás normas vigentes que la modifiquen, sustituyan o adicionen. Las especificaciones de la presente ficha técnica prevalecen sobre cualquier norma técnica referenciada.

Generalidades:

Aceite de origen animal obtenido por cocción húmeda y prensado mecánico de subproductos de tilapia roja, seguido de procesos de desgomado y neutralización. Producto destinado a consumo humano o uso industrial conforme normativa INVIMA.

Requisitos Generales:

Estado líquido color ámbar claro, olor característico, sin turbidez ni separación de fases tras 24 horas.

Requisitos Específicos:

Tabla 3. Requisitos específicos del aceite de tilapia por prensado húmedo

Parámetro	Valor
Índice Peróxidos (meq O2/kg)	3.548 ± 2.142
Índice Yodo (g I2/100g)	84.275 ± 2.963
Índice Saponificación (mg KOH/g)	184.753 ± 2.398
Acidez (% ácido oleico)	0.077 ± 0.051
Índice Refracción (20°C)	1.462 ± 0.000
Densidad (g/mL 20°C)	0.926 ± 0.002
Humedad (%)	ND

Parámetro	Valor
Cenizas (%)	0.023 ± 0.015
Recuentos mesófilos aerobios (ufc/g)	<10
Estafilococo coagulasa (+) (ufc/g)	<100
Salmonella sp. (25g)	Ausencia
Escherichia coli (ufc/g)	<10

Empaque y Rotulado

Envase primario: botella de vidrio ámbar o plástico grado alimenticio. Rotulado conforme Resolución 2154 de 2012 y normativa INVIMA para aceites comestibles.

Conservación y Transporte

Almacenar a 15-25°C, protegido de la luz y humedad. Transporte en vehículos con concepto sanitario vigente, sin contacto con el piso. Para extender la vida útil se puede conservar en refrigeración 4°C ± 2°C o congelación -18°C.

Vida Útil

En envase cerrado y protegido de la luz:

- 3 meses en refrigeración (4°C)
- Hasta 6 meses en congelación (-18°C)

Una vez abierto, consumir en un plazo máximo de 15 días, manteniendo refrigerado y bien cerrado.

Presentación

Botellas ámbar de 450g y 900g; formatos mínimos de 400g.



III. PROTOCOLO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE CRUDO DE TILAPIA ROJA MEDIANTE ENSILADO QUÍMICO CONTROLADO

JOHANNA GARAVITO JEJÉN
DIEGO ALBERTO CASTELLANOS ESPINOSA³

Objetivo

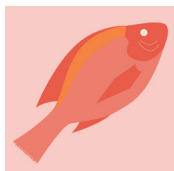
Documentar y divulgar el proceso de obtención de aceite estabilizado a partir de subproductos de tilapia roja mediante ensilado químico controlado, complementado con desgomado y neutralización, para mejorar su claridad, estabilidad y uso en aplicaciones industriales o alimentarias.

Alcance

Aplica a subproductos frescos (cabezas, pieles, carcasas, agallas) obtenidos de procesos de fileteo de tilapia roja. Este protocolo se puede implementar en plantas piloto, centros de acopio o laboratorios que dispongan de capacidad básica de procesamiento químico.

3 Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos - ICTA. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

Materiales y Equipos



Materiales

- Subproductos de tilapia frescos: cabezas, carcasas, viseras de pescado, y piel
- Ácido fórmico concentrado (85%)
- Antioxidante BHT (butilhidroxitolueno)
- Solución de ácido cítrico al 10%
- Solución de NaOH al 14% (preparada)
- Agua potable



Equipos

- Recipiente o caneca plástica con tapa hermética
- Molino de disco 6mm
- Termómetro
- Balanza digital
- Centrífuga
- Embudo de decantación
- Pipetas o jeringas
- Recipientes ámbar
- Agitador manual o espátula
- Frascos volumétricos y de vidrio

Condiciones Previas / Requisitos

Desinfección de superficies, utensilios y equipos:

- Antes de iniciar el procedimiento, todas las superficies de trabajo, utensilios (espátulas, cucharones, recipientes) y equipos utilizados en la preparación de la mezcla de ensilado (balanzas, cuchillos, licuadoras o molinos, contenedores plásticos) deben ser lavados con detergente neutro, enjuagados con agua potable y posteriormente desinfectados con una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm. Esta solución debe dejarse actuar durante al menos 5 minutos. Enjuagar con agua potable únicamente si los elementos entrarán en contacto directo con la mezcla ensilada.

Preparación de soluciones desinfectantes:

- Para uso general: disolver 10 mL de hipoclorito comercial al 5% en 5 litros de agua potable para obtener 100 ppm.
- Se debe preparar la solución desinfectante diariamente o antes de cada jornada de trabajo.

Condiciones ambientales del área de trabajo:

- El procedimiento debe realizarse en un área limpia, libre de polvo, insectos y sin presencia de contaminantes cruzados. Se recomienda trabajar a temperatura ambiente controlada (25 a 35 °C) y evitar exposición directa a la luz solar.

Uso de elementos de protección personal (EPP):

- Guantes de nitrilo o látex
- Mascarilla

- Gafas de seguridad
- Bata y delantal limpio
- Cofia o redecilla para el cabello

Verificación del estado de la materia prima:

- Todos los subproductos (cabezas, pieles, escamas, carcasas) deben estar frescos, sin signos de descomposición, con olor y color característicos. El material debe mantenerse refrigerado (0–4 °C) si no se procesa inmediatamente.

Preparación de soluciones para el tratamiento del aceite

Solución de ácido cítrico al 10% (p/p) para desgomado:

Facilita la hidratación y remoción de fosfolípidos. Se utiliza diluido para garantizar buena dispersión y evitar emulsiones fuertes. Para su preparación utilizar balón aforado, disolver 10 g de ácido cítrico anhidro en 80 mL de agua destilada, aforar hasta 100 mL con agua y almacenar en recipiente tapado.

Solución de NaOH a 20°Bé (~14% p/p) para neutralización:

Actúa como agente neutralizante para eliminar los ácidos grasos libres presentes en el aceite crudo. Para su preparación, pesar 14 g de NaOH en hojuelas y disolver lentamente en 60 g de agua destilada fría, agitando suavemente, ya que la reacción es exotérmica y genera calor. Una vez disuelto, completar el volumen hasta 100 mL con agua destilada. Si se

elabora en cantidades mayores, mantener el balón aforado en un baño de agua fría durante la adición del NaOH para controlar la temperatura.

Procedimiento Paso a Paso

1. Preparación de la Materia Prima

- Seleccionar subproductos frescos de tilapia roja (cabezas, agallas, viseras, pieles, carcasas, espinas), sin signos de descomposición.
- Lavar con agua potable fría para eliminar sangre, mucosidad y restos de escamas.
- Moler los subproductos con molino equipado con disco 6mm hasta obtener una pasta homogénea (ver figura 16).

Figura 16. Subproductos de tilapia roja molidos



Fuente: elaboración propia.

2. Acondicionamiento Químico

- Pesar la masa obtenida.

- Añadir ácido fórmico concentrado al 85% en proporción de 3 a 4% v/p sobre el peso total. Ejemplo: para 1 kg de masa, agregar 30 a 40 mL de ácido fórmico.
- Incorporar BHT en una concentración de 0.1% p/p (1 g por kg de masa).
- Mezclar completamente con espátula o agitador manual hasta obtener una mezcla uniforme (ver figura 17).

Figura 17. Mezcla de subproductos y ácido fórmico al 85%



Fuente: elaboración propia.

3. Ensilado y Fermentación Controlada

- Transferir la mezcla a un recipiente plástico con tapa hermética, preferiblemente una caneca tapa-aro.
- Compactar ligeramente para eliminar bolsas de aire.
- Medir y registrar el pH inicial (esperado entre 3.5 y 4.0).
- Tapar bien y almacenar a temperatura ambiente controlada (25°C a 35 °C).

- No abrir ni agitar durante el proceso
- Monitorear el pH cada 2 días durante los primeros 8 días del proceso de ensilado. Si el pH se encuentra por encima de 4.0, ajustar agregando alícuotas de 20 mL de ácido fórmico concentrado al 85% directamente a la mezcla, agitando suavemente después de cada adición, hasta lograr que el pH descienda por debajo de 4.0 (ver figura 18).
- Mantener el ensilado al menos 25 a 30 días para permitir la liberación espontánea de aceite.

Figura 18. Apariencia del ensilaje durante el monitoreo



Fuente: elaboración propia.

4. Recolección del Aceite Crudo

- A partir del día 20 del ensilado, revisar visualmente la parte superior del recipiente. Observar la aparición de una fase oleosa flotante de color ámbar o naranja (ver figura 19).

Figura 19. Inicio de la separación de la fase oleosa en el ensilaje



Fuente: elaboración propia.

- El proceso puede prolongarse de 90 a 180 días, siempre que el pH se monitoree y ajuste semanalmente para mantenerse por debajo de 4.0. Una fermentación extendida promueve una hidrólisis más completa, lo que aumenta la liberación de lípidos y mejora el rendimiento de extracción (ver figura 20).

Figura 20. Separación de sobrenadante oleoso en el ensilaje



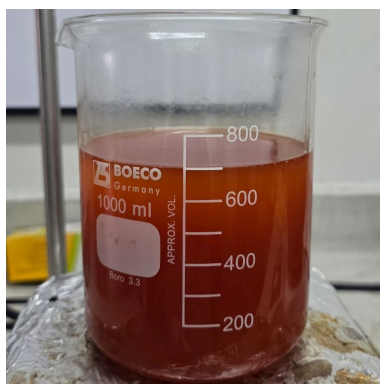
Fuente: elaboración propia.

- Decantar, centrifugar y almacenar el aceite recolectado en frascos opacos, limpios y secos. Rotular con fecha y número de lote.
- Si no se continúa el proceso de desgomado inmediatamente almacenar congelado (-18°C) para evitar el deterioro.

5. Desgomado

- Medir el volumen de aceite recolectado en un recipiente volumétrico
- Calentar el aceite crudo a $70 \pm 2^{\circ}\text{C}$ con agitación suave, evitando superar esta temperatura
- Realizar un lavado inicial con agua destilada a $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ agregando un 10% respecto al volumen de aceite (ver figura 21).

Figura 21. Lavado inicial de aceite de tilapia roja



Fuente: elaboración propia.

- Sin retirar el agua del lavado anterior, agregar 0.2%** del volumen del aceite en solución de ácido cítrico al 10%. Ejemplo: para 200 mL de aceite, añadir 0.4 mL de ácido cítrico al 10%.

- Agitar durante 15 a 20 minutos.
- Transferir el aceite desgomado a un embudo decantador, permitir reposo de 30 minutos hasta separación total de fase acuosa (agua de lavado + ácido cítrico) y fase oleosa (aceite de tilapia desgomado (ver figura 22).
- Recuperar la fase oleosa, calentarla nuevamente a $70 \pm 2^\circ\text{C}$ y añadir agua caliente equivalente al 10% del volumen del aceite para favorecer la separación de impurezas residuales.

Figura 22. Lavado de impurezas residuales en el aceite de tilapia



Fuente: elaboración propia.

- Agitar suavemente por 5 minutos.
- Nuevamente dejar reposar en embudo de decantación hasta que se separen las fases. Retirar el aceite (fase superior) y centrifugar nuevamente para eliminar cualquier residuo de agua de limpieza (ver figura 23).

** El volumen de ácido cítrico al 10% puede ajustarse entre 0.2% y 0.5% del volumen de aceite, incrementándolo si se observa alta turbidez.

Figura 23. Centrifugado de aceite para eliminar residuos de agua o proteínas

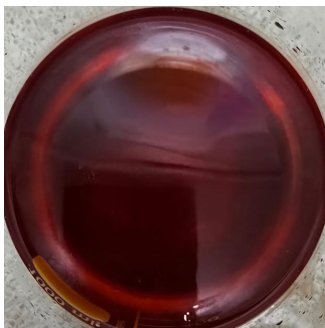


Fuente: elaboración propia.

6. Secado del Aceite

- Calentar el aceite desgomado a 100 °C durante 10 minutos para evaporar la humedad residual. Las microburbujas que significan hervor del agua dentro de la fracción oleosa, agitar suavemente cada 2 minutos para permitir el asentamiento del agua y la posterior evaporación. Finalizar cuando no haya burbujas (indicio de agua) y que el aceite sea claro (ver figura 24).

Figura 24. Aceite de tilapia desgomado y seco



Fuente: elaboración propia.

7. Neutralización

- Determinar el porcentaje de ácidos grasos libres (%FFA) por titulación ácido-base. Pesar 2 a 5 g de aceite desgomado, disolver en 25–50 mL de una mezcla de agua y etanol caliente (~50 °C), añadir 2–3 gotas de fenolftaleína e titular con NaOH 0.1 N hasta obtener un color rosado pálido persistente por al menos 30 segundos.

$$\%FFA = \frac{V_{NaOH} * N_{NaOH} * 28.2}{m_{aceite}} (1)$$

N = normalidad del NaOH (0.1 normalmente).

28.2= factor para expresar como % de ácido oleico.

- Calentar el aceite seco a 60–65 °C.
- Una vez determinada la acidez del aceite (% de ácidos grasos libres, FFA) mediante titulación ácido-base, se puede calcular la masa de hidróxido de sodio (NaOH) necesaria para neutralizar los ácidos grasos libres presentes, y a partir de esta, obtener el volumen correspondiente de la solución alcalina al 14% p/p a adicionar:

$$g_{NaOH} = \frac{\%FFA}{100} * m_{aceite} * \frac{40}{282} (2)$$

%FFA=porcentaje de ácidos grasos libres (obtenido por titulación)

m_{aceite}=masa de aceite en gramos

40 = peso molecular del NaOH

282= peso molecular del ácido oleico (ácido graso de referencia)

- Una solución al 14% p/p contiene aproximadamente 14 g de NaOH por cada 100 g de solución. Dado que su densidad es de aproximadamente 1.16 g/mL, su concentración en g/mL es:

$$\frac{14 \text{ g NaOH}}{116 \text{ ml}} = 0.121 \frac{\text{g}}{\text{mL}} (3)$$

- Agregar cuidadosamente y de manera uniforme el volumen de solución preparada de NaOH al 14% calculado según la ecuación:
- $V(\text{mL}) = (\text{gNaOH calculados}) / 0.121$ (4)
- Agitar durante 10 minutos a 60 °C máximo 65°C.
- Reposar y dejar separar el jabón formado (fase inferior). Ver figura 25.

Figura 25. Formación de jabones por neutralización del aceite de tilapia



Fuente: elaboración propia.

- Separar los jabones formados por centrifugación o decantar el aceite (ver figura 26).
- Lavar el aceite con agua caliente (70 °C, 10-15% del volumen) para eliminar restos de jabón.
- Repetir el lavado si es necesario hasta que el agua de enjuague tenga pH entre 6.5-7.5

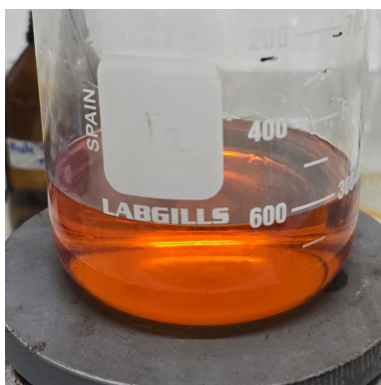
Figura 26. Separación de jabones por centrifugado



Fuente: elaboración propia.

- Secar nuevamente el aceite final a $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta eliminar microgotas de agua y turbidez (ver figura 27).
- Para evitar rancidez prematura adicionar el 0.01% de BHT respecto al volumen de aceite.

Figura 27. Aceite de tilapia neutralizado y seco



Fuente: elaboración propia.

8. Almacenamiento Final

- Envasar el aceite final en frascos de vidrio oscuro o plástico grado alimenticio opaco.
- Rotular con fecha, lote y tipo de tratamiento. Conservar en lugar fresco (15–25 °C) o refrigerado a 4 °C. Para almacenamiento prolongado, mantener congelado a –18 °C.

El diagrama de flujo del proceso se puede ver en la figura 8.

Parámetros Críticos de Control

pH inicial de la mezcla ensilada:

- Debe mantenerse entre 3.5 y 4.0 para evitar la proliferación microbiana no deseada y favorecer la hidrólisis controlada.

Frecuencia del monitoreo de pH:

- Cada 2 días durante los primeros 8 días y luego semanalmente. Si el pH sube por encima de 4.0, se debe corregir con ácido fórmico.

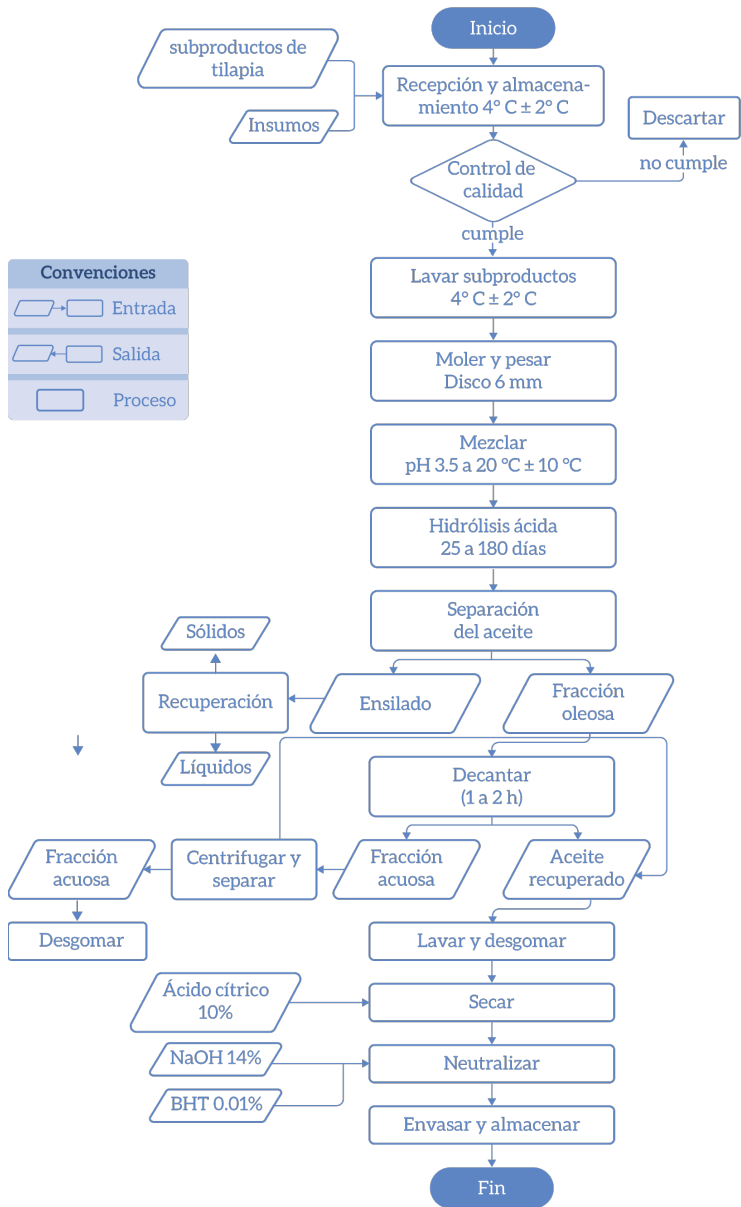
Temperatura ambiental de fermentación:

- Ideal entre 25°C y 35 °C. Temperaturas superiores pueden afectar la estabilidad del proceso e inferiores ralentizar la separación de las fases.

Concentración de ácido fórmico:

- Debe ser entre 3% y 4% v/p para asegurar una acidificación efectiva sin dañar las proteínas o alterar la liberación de lípidos.

Figura 28. Diagrama de flujo del proceso - Aceite por ensilado químico.



Fuente: elaboración propia.

Tiempo mínimo de ensilado

- Mínimo 25 días. Procesos más largos hasta 180 días deben incluir control periódico del pH.

Condiciones de almacenamiento del aceite crudo:

- Evitar luz, calor y exposición al oxígeno.

Temperatura en desgomado y neutralización:

- Mantener entre 60°C y 70 °C para favorecer la separación de impurezas sin provocar emulsiones o degradación del aceite.

Volumen y concentración correcta de NaOH (14%) para neutralización:

- Debe calcularse de % de ácidos grasos libres determinado por titulación.

Criterios de Aceptación/Rechazo del Producto

- Color del aceite: se acepta cuando es amarillo a ámbar claro y homogéneo; se rechaza si presenta color oscuro, lechoso o aspecto turbio persistente después de la centrifugación.
- Olor: se acepta cuando es característico de aceite de pescado; se rechaza si presenta olores desagradables como rancidez, ácido fuerte, amoníaco o putrefacción.
- Aspecto: se acepta cuando es translúcido, sin partículas suspendidas, emulsiones visibles o turbidez; se rechaza si presenta partículas, formación de emulsiones no separables tras lavado o turbidez persistente.
- Transparencia: se acepta cuando es traslúcido y libre de espumas; se rechaza si presenta espuma persistente o aspecto opaco.

- Acidez (%FFA): se acepta cuando está dentro de los rangos esperados según materia prima y etapa de neutralización idealmente $<3\%$; se rechaza si supera este valor o no cumple especificación técnica.
- pH del ensilado: se acepta cuando, al momento de extracción del aceite, el pH del ensilado es ≤ 4.0 ; se rechaza si el pH es superior a este valor.

Anexos

1. Ficha Técnica

Nombre Comercial:

Aceite de Tilapia - Ensilado

Cumple con la Resolución 2154 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social para aceites y grasas comestibles, y demás normas vigentes que la modifiquen, sustituyan o adicionen. Las especificaciones de la presente ficha técnica prevalecen sobre cualquier norma técnica referenciada.

Generalidades:

Aceite de origen animal obtenido por ensilado químico controlado de subproductos de tilapia roja con ácido fórmico al 85%, seguido de separación y refinado. Uso en aplicaciones alimentarias e industriales.

Requisitos Generales:

Aspecto límpido, color amarillo-ámbar, olor característico.

Requisitos específicos:

Tabla 4. Requisitos específicos del aceite de tilapia - Ensilado

Parámetro	Valor
Índice Peróxidos (meq O2/kg)	1.247 ± 0.324
Índice Yodo (g I2/100g)	78.513 ± 2.829
Índice Saponificación (mg KOH/g)	192.148 ± 3.559
Acidez (% ácido oleico)	1.940 ± 0.152
Índice Refracción (20°C)	1.462 ± 0.000
Densidad (g/mL 20°C)	0.924 ± 0.009
Humedad (%)	0.242 ± 0.033
Cenizas (%)	0.010 ± 0.000

Empaque y Rotulado

Envase primario: botella de vidrio ámbar o plástico grado alimenticio. Rotulado conforme Resolución 2154 de 2012 y normativa INVIMA para aceites comestibles.

Conservación y Transporte


Almacenar a 15-25°C, protegido de la luz y humedad. Transporte en vehículos con concepto sanitario vigente, sin contacto con el piso.

Vida Útil

12 meses sin abrir. Mínimo 10 meses a partir de la entrega.

Presentación

Botellas de 450g y 900g; formatos mínimos de 400g.



IV. PROTOCOLO DE OBTENCIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DE COLÁGENO DE ESCAMAS DE TILAPIA ROJA

JOHANNA GARAVITO JEJÉN
DIEGO ALBERTO CASTELLANOS ESPINOSA⁴

Objetivo

Documentar y divulgar el proceso de elaboración de un recubrimiento comestible biodegradable con propiedades de barrera, a partir de colágeno extraído de escamas de tilapia, mediante técnicas de extracción térmica y formulación de soluciones filmógenas.

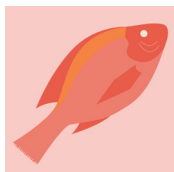
Alcance

Este protocolo abarca desde la selección y tratamiento inicial de las escamas hasta la obtención del recubrimiento seco, pasando por la

4 Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos - ICTA. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

extracción del colágeno, formulación de la solución y formación de la película. Aplica para procesos alimentarios o de conservación de frutas.

Materiales y Equipos



Materiales

- Escamas limpias de tilapia roja
- Agua destilada
- Hipoclorito de sodio (para desinfección, solución a 100 ppm)
- Bicarbonato de sodio (para remoción de pigmentos)
- Ácido cítrico anhidro (para estabilización de pH)
- Sorbitol (plastificante)
- Glicerol (plastificante)
- Carboximetilcelulosa (CMC)
- Tween 80 (emulsionante)
- Cera carnauba (componente lipídico)
- Lecitina de soya líquida (emulsionante) Vasos de precipitado y probetas



Equipos

- Olla de presión o recipiente de cocción controlada
- Horno de convección

- Licuadora o procesador de alimentos
- Molino o triturador
- Termómetro digital
- Agitador magnético o manual
- Moldes antiadherentes (vidrio, acrílico o teflón)
- Espátulas y cucharones de acero inoxidable o polipropileno
- Tela filtrante tipo muselina
- Balanza analítica
- Vasos de precipitado, probetas
- Recipientes plásticos o de acero inoxidable

Condiciones Previas / Requisitos

Desinfección de superficies, utensilios y equipos:

- Antes de iniciar, lavar todos los utensilios con detergente neutro, enjuagar con agua potable y desinfectar con solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm (10 mL de cloro al 5% en 5 litros de agua). Dejar actuar 5 minutos y enjuagar si hay contacto directo con el producto. Ambiente limpio, sin fuentes de contaminación cruzada. Temperatura entre 20°C y 25 °C.

EPP (Elementos de Protección Personal):

- Bata o delantal
- Mascarilla

- Cofia o redecilla
- Guantes limpios

Condiciones de la materia prima:

- Las escamas deben estar frescas, limpias y sin restos de mucosidad, carne o piel.

Procedimiento Paso a Paso

1. Recuperación de colágeno tipo I (gelatina) a partir de escamas de tilapia

- Lavar las escamas frescas con agua potable (3 veces) para eliminar suciedad visible y adherencias (ver figura 29 izq.).
- Desinfectar con solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm, sumergiendo 5 minutos en dos ciclos consecutivos, cada uno con enjuague.
- Preparar solución de bicarbonato: disolver 25 g de bicarbonato en 3 L de agua por cada 500 g de escamas. Sumergir las escamas durante 1 hora, agitando manualmente con fricción para remover pigmentos y residuos.
- Realizar 3 lavados finales con agua potable (ver figura 29 der.).
- Verificar el pH del agua de enjuague. Si es superior a 7.5, estabilizar añadiendo 0.1 % de ácido cítrico (p/p).
- Transferir las escamas a una olla de presión, añadir agua hasta cubrir (aproximadamente 40 % del volumen total). Cocinar a presión durante 45 minutos (ver figura 30 izq.).
- Licuar todo el contenido líquido de cocción y escamas cocidas durante 2 minutos (ver figura 30 der.).

Figura 29. Lavado de escamas (izq.), escamas limpias y desinfectadas (der.)



Fuente: elaboración propia.

- Filtrar con tela fina para separar sólidos del gel acuoso rico en colágeno, verificar ausencia de partículas sólidas, si hay presencia volver a filtrar. La fase acuosa corresponde al colágeno desnaturalizado que formará un gel translúcido al enfriarse.

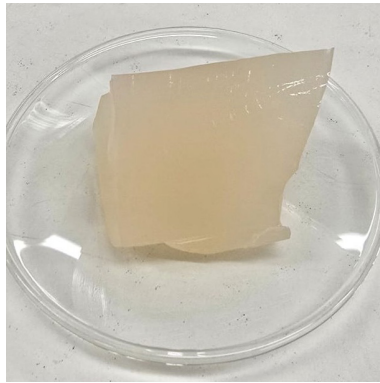
Figura 30. Escamas cocidas (izq.) y licuado de escamas (der.)



Fuente: elaboración propia.

- Secar el gel en horno de convección a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas (ver figura 31).

Figura 31. Gelatina resultante del colágeno de tilapia parcialmente hidrolizado



Fuente: elaboración propia.

- Obtener láminas de gelatina con humedad final del $1.5\% \pm 0.5\%$.
- Triturar las láminas secas en molino o procesador hasta obtener un polvo fino de gelatina (ver figura 32).

Figura 32. Gelatina deshidratada de tilapia roja



Fuente: elaboración propia.

2. Formulación del recubrimiento comestible

La tabla de formulación del recubrimiento comestible indica las proporciones exactas de cada componente en función del volumen total deseado de la solución filmógena líquida.

Para seguirla correctamente:

- Determinar el volumen objetivo de solución (por ejemplo, 100 mL, 500 mL, 1 L).
- Multiplicar cada porcentaje (p/p o p/v) de los componentes por ese volumen objetivo, para obtener las masas o volúmenes reales a pesar según corresponda (g o mL).

Ejemplo: si el protocolo indica 5% de gelatina para 1 L de solución 50 g de gelatina. Aunque sean compuestos líquidos usar balanza para evitar las variaciones por la densidad del producto.

- Pesar cada compuesto individualmente

Tabla 5. Formulación recubrimiento comestible a base de tilapia roja

Componente	% (p/v)	Cantidad por cada 100 mL
Gelatina seca (1.5% humedad)	5.00%	5.08 g
Sorbitol	1.50%	1.50 g
Glicerol	1.50%	1.50 g
Cera Carnauba	0.30%	0.30 g
Ácido cítrico	0.10%	0.10 g
Tween 80	0.60%	0.60 g
CMC	0.05%	0.05 g
Lecitina de Soya	0.05%	0.05 g
Agua destilada	90.90%	90.82 L

3. Preparación de la solución filmógena para recubrimiento comestible

- Pesar la gelatina de tilapia seca y molida y a un tercio del agua destilada a una temperatura entre 15°C y 20°C. Permitir hidratación durante 30 minutos sin agitación hasta la absorción uniforme del agua.
- Disolver en el segundo tercio del agua destilada a una temperatura entre 15°C y 20° el sorbitol, el glicerol y el CMC. Agitar hasta homogenizar.
- Calentar a $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, y agregar 0.05 % de ácido cítrico, agitando hasta disolución total.
- Calentar el volumen restante de agua destilada a $85\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Añadir 0.3 % de cera carnauba y 0.6 % de Tween 80, emulsionar vigorosamente hasta obtener mezcla blanquecina y homogénea. Incorporar 0.05 % de lecitina de soya líquida y continuar mezclando. No se deben distinguir fases ni partículas en suspensión.
- Incorporar lentamente la gelatina hidratada a la mezcla de plastificantes, CMC y ácido cítrico manteniendo la temperatura a $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Agitar suavemente hasta homogenización completa.
- Agregar lentamente la emulsión lipídica, mezclando continuamente hasta obtener una solución filmógena uniforme y sin burbujas visibles, permitir un aumento de temperatura a $85\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 5 minutos (ver figura 33).
- Dejar reposar a $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 30 minutos para permitir liberación de burbujas. Si persisten, extender el tiempo de reposo. Evite agitación brusca para no incorporar aire o burbujas

Figura 33. Solución de recubrimiento comestible



Fuente: elaboración propia.

- Llenar los envases dejando un espacio de cabeza de 1 cm a 2 cm para evitar presión interna y facilitar la agitación antes del uso.
- El llenado debe hacerse en caliente (45°C a 55 °C) si se busca mayor estabilidad microbiológica, o a temperatura ambiente bajo condiciones higiénicas estrictas.
- Etiquetar cada envase con:
 - Nombre del producto
 - Lote de producción
 - Fecha de elaboración
 - Fecha de vencimiento
 - Condiciones de conservación
 - Instrucciones de uso
 - Conservación y almacenamiento
 - Almacenar a 4-8 °C (refrigeración)
- Evitar exposición directa a luz y calor.

4. Aplicación del recubrimiento comestible

- Aplicación del recubrimiento por inmersión, homogeneizar el recubrimiento antes de usar. Si durante el almacenamiento se ha formado un gel sólido, calentar la mezcla entre 15°C y 20 °C para devolverla a su estado fluido aplicable.
- Sumergir el alimento limpio, desinfectado y seco en la solución líquida durante 30 a 60 segundos, asegurando cobertura total de la superficie.
- Retirar lentamente para permitir el drenado y escurrido completo del exceso de recubrimiento (ver figura 34).

Figura 34. Aplicación de la solución de recubrimiento comestible a fresas frescas



Fuente: elaboración propia.

- Secar a la temperatura de conservación del alimento (manteniendo cadena de frío si requiere refrigeración) y a 50% a 60 % de humedad relativa hasta que la capa esté firme y uniforme, evitando el contacto entre piezas (ver figura 35).

Figura 35. Secado y formación de película de recubrimiento comestible en fresas



Fuente: elaboración propia.

El diagrama de flujo de l proceso se puede observar en la figura 35.

Parámetros Críticos de Control

Pureza de la materia prima:

- Escamas libres de carne, mucosidad, piel y signos de deterioro.

Temperatura de hidratación de gelatina:

- 15–20 °C para evitar gelificación prematura.

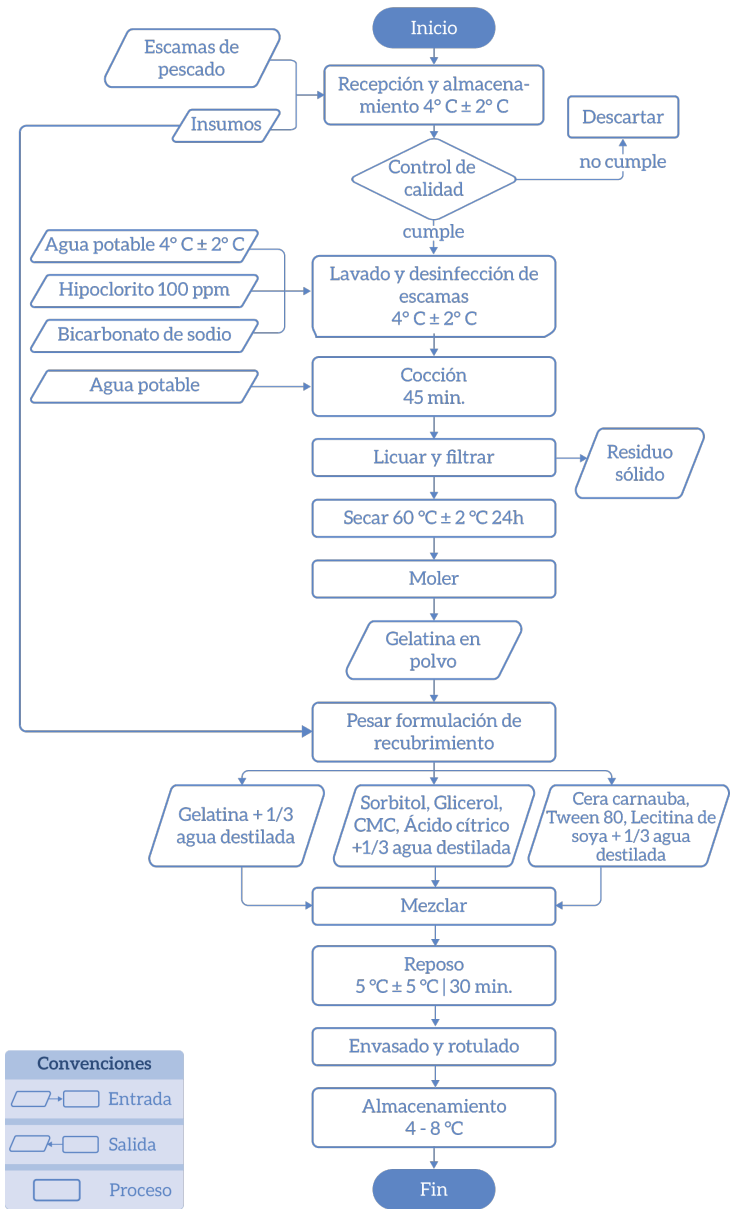
Temperatura de incorporación de ácido cítrico:

- 55 °C \pm 5 °C, asegurando disolución completa sin provocar desnaturalización prematura de la gelatina ni afectar la estabilidad de los plastificantes.

Temperatura de emulsión lipídica:

- 85 °C \pm 5 °C para disolver totalmente la cera y dispersar emulsionantes.

Figura 36. Diagrama de flujo del proceso - Recubrimiento comestible.



Fuente: elaboración propia.

Temperatura de unión de fases:

- 55 °C ± 5 °C, con agitación suave y continua.

Temperatura y tiempo de tratamiento final tras la unión de fases:

- 85 °C ± 5 °C durante 5 minutos, garantizando la fusión total de la cera carnauba, la estabilidad de la emulsión lipídica y una reducción inicial de la carga microbiana.

Tiempo de reposo para eliminación de burbujas:

- Mínimo 30 minutos a 40–60 °C, permitiendo la liberación de aire atrapado y asegurando una solución filmógena homogénea antes del envasado.

pH final del recubrimiento:

- 4.0–5.0, rango que favorece la estabilidad fisicoquímica de la mezcla y contribuye a limitar el crecimiento microbiano

Condiciones de llenado y envasado:

- Temperatura de 45–55 °C, bajo condiciones higiénicas controladas.

Condiciones de almacenamiento:

- Temperatura entre 4°C y 8 °C, manteniendo la cadena de frío para preservar la estabilidad del recubrimiento y prevenir el crecimiento microbiano.

Criterios de Aceptación/Rechazo del Producto

- **Homogeneidad del recubrimiento:** se acepta cuando la mezcla es uniforme, sin separación de fases ni grumos visibles; se rechaza si presenta grumos, sedimentos o separación evidente de fases.
- **Color:** se acepta cuando es translúcido a ligeramente opalescente y libre de partículas extrañas; se rechaza si presenta un color anormal como tono oscuro, amarillento intenso o manchas.
- **Olor:** se acepta cuando es neutro, sin notas ácidas fuertes, rancias o desagradables; se rechaza si presenta olor ácido fuerte, rancio o putrefacto.
- **Viscosidad y fluidez:** se acepta cuando es adecuada para aplicación por inmersión, cubriendo de forma uniforme; se rechaza si es excesivamente alta o baja, dificultando la aplicación.
- **pH final:** se acepta cuando está entre 4.0 y 5.0; se rechaza si está fuera de este rango.
- **Presencia de burbujas:** se acepta cuando no hay burbujas visibles después del reposo previo al envasado; se rechaza si hay burbujeo persistente o espuma que no desaparece con el reposo.
- **Cobertura sobre el alimento:** se acepta cuando es uniforme y sin defectos visibles; se rechaza si presenta zonas sin recubrimiento, acumulaciones irregulares o defectos evidentes tras la aplicación.
- **Estabilidad microbiológica y física:** se acepta cuando no hay signos de crecimiento microbiano ni turbidez anormal durante el almacenamiento; se rechaza si se observa desarrollo microbiano, turbidez inusual o separación de fases en el tiempo de vida útil.

Anexos

1. Ficha técnica

Nombre Comercial:

Recubrimiento Comestible a base de Colágeno de Tilapia

Cumple con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y normativa INVIMA para productos alimentarios. Las especificaciones de la presente ficha técnica prevalecen sobre cualquier norma técnica referenciada.

Generalidades:

Película biodegradable elaborada a partir de colágeno extraído de escamas de tilapia roja, con propiedades de barrera contra humedad y gases, adecuada para recubrimiento de frutas y alimentos frescos.

Requisitos Generales:

Aspecto translúcido, color uniforme, sin burbujas, olor neutro. Resultados de laboratorio: Humedad: 3.027 ± 0.210 , Transparencia: 50.297 ± 0.543 , Espesor: 0.120 ± 0.023 .

Requisitos Específicos:

Tabla 6. Requisitos específicos del recubrimiento comestible

Parámetro	Valor
Humedad (%)	3.027 ± 0.210
Luminosidad CIELAB (L*)	86.457 ± 0.321
Coordenada cromática a*	-0.527 ± 0.150
Coordenada cromática b*	7.310 ± 0.026
Reflectancia	70.500 ± 0.468

Parámetro	Valor
Transparencia (% de transmitancia a 600 nm)	50.297 ± 0.661
Absorción humedad (%)	0.772 ± 0.000
Fuerza máxima (N)	31.760 ± 2.569
Esfuerzo tracción (MPa)	6.327 ± 0.510
Elongación (%)	1.797 ± 0.454
Espesor (mm)	0.120 ± 0.028
Velocidad de transmisión de vapor de agua WVTR (g m ² /d) [20 °C y 60 % de HR]	1409.541 ± 601.41
Permeabilidad al vapor de agua QH ₂ O (g mm/m ² atm d) [20 °C y 60 % de HR]	11011.53 ± 4698.26

Desviación estándar para tres réplicas.

Empaque y Rotulado:

Envase primario: bolsa o frasco opaco y sellado, material apto para contacto con alimentos. Rotulado con nombre, lote, fecha y condiciones de uso.

Conservación y Transporte:

Almacenar refrigerado (4-8°C), en lugar seco y protegido de la luz. Transporte en condiciones higiénicas y refrigeradas si aplica.

Vida Útil Esperada:

Producto sin abrir: 4 a 6 semanas a temperatura de refrigeración (4-8 °C), siempre que se mantenga en su envase original, cerrado y en condiciones higiénicas.

Después de abierto: consumir en el menor tiempo posible, en un plazo máximo de 3 días, manteniendo refrigerado (4-8 °C) y bien tapado para evitar contaminación y pérdida de propiedades.

Presentación:

Envases de 100g, 200g o presentaciones según requerimiento.



V. PROTOCOLO PARA LA OBTENCIÓN DE CALDO INSTANTÁNEO EN POLVO A PARTIR DE CARCASAS DE TILAPIA ROJA

DANIELA ROJAS MANTILLA
DIEGO ALBERTO CASTELLANOS ESPINOSA⁵

Objetivo

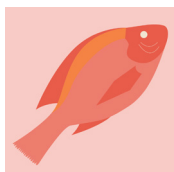
Documentar y divulgar el proceso para la obtención de polvo deshidratado compuesto a base de subproductos de tilapia (carcasas), destinado a uso gastronómico en presentación de caldo instantáneo, mediante protocolos estandarizados que aseguren su replicabilidad a bajo costo, con el fin de aportar valor a la cadena productiva pesquera, mejorar la calidad de vida de las comunidades locales y contribuir al desarrollo sostenible de la región.

5 Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos - ICTA. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

Alcance

Se presenta el desarrollo a escala de laboratorio de un polvo deshidratado elaborado a partir de carcasas de tilapia roja, abarcando las etapas de formulación, secado, molienda y caracterización sensorial preliminar. Este trabajo no contempla la validación industrial ni el análisis económico de producción, sino que se enfoca en la exploración de procesos para establecer las condiciones adecuadas que permitan transformar subproductos de tilapia roja en productos de consumo con valor agregado. El producto obtenido está orientado al uso culinario como base para caldos, sopas y otras preparaciones.

Materiales y Equipos



Materiales

- Carcasas de tilapia roja enteras o torta de tilapia desengrasada según corresponda.
- Mezcla comercial de condimentos y vegetales deshidratados-Sazonador criollo (tomate, achiote, cúrcuma, cebolla, ajo, perejil, cilantro, coriandro, comino, pimienta negra, sal)
- Vegetales frescos (apio, zanahoria, tomate)
- Almidón de maíz
- Ácido cítrico
- Sal
- Potenciador de sabor (Ajinomoto—extracto de levadura seca)



Equipos y accesorios

- Balanzas
- Ollas
- Congelador/refrigerador
- Horno
- Bandejas para horno
- Termómetros
- Licuadora
- Molino de disco equipado con disco de 5 mm
- Molino de alta velocidad
- Cuchillo y tabla de picar
- Coladores
- Espátulas
- Recipientes
- Papel para horno antiadherente
- Bolsas 'doypack' resellables
- Analizador de humedad

Condiciones Previas / Requisitos

Se debe contar con espacios de trabajo adecuados para la manipulación de los alimentos en donde se apliquen las Buenas Prácticas de Manufactura establecidas en la Ley 3075 de 1997 con el fin de garantizar alimentos inocuos, seguros para su consumo. Las superficies, utensilios y equipos deben ser sometidos a limpieza y desinfección an-

tes de cada procesamiento y planear el flujo del proceso de tal manera que se evite la contaminación cruzada, considerando que se trabajará con alimentos de alto riesgo como lo es el pescado. Para la desinfección, usar productos seguros para industria alimentaria siguiendo al pie de la letra las instrucciones de uso y concentraciones recomendadas por el fabricante.

Entre los desinfectantes recomendados están el hipoclorito de sodio, el ácido hipocloroso y el amonio cuaternario de 5a generación. En cuanto a los equipo, éstos deben funcionar adecuadamente y recibir mantenimiento periódico.

Adicionalmente, es fundamental que el personal manipulador sea entrenado en BPMs y cuente con ropa adecuada exclusiva para el procesamiento, incluyendo elementos de protección personal como tapabocas, cofia y guantes desechables si es necesario.

En cuanto a la materia prima, se debe asegurar su calidad y frescura por diferentes medios tales como evaluación organoléptica, verificación de su origen y fecha de vencimiento. En el caso específico del pescado, asegurarse de mantener la cadena de frío desde su alistamiento hasta el momento de su preparación.

Procedimiento Paso a Paso

La presente formulación estandarizada se presenta luego de la realización de un último lote de prueba en el cual se empleó torta cocida excedente de la extracción de aceite y con una inclusión de almidón de maíz de 10%. Se evidenciaron que factores tales como la cantidad de agua durante la cocción, la minuciosidad en el tamizado, la calidad y tipo de horno y la calidad del papel utilizado en el proceso de secado, influyen en el rendimiento global del producto lo cual resultó que en

cada una de las pruebas piloto realizadas se obtuvieran resultados variables de rendimiento, siendo mayor en las pruebas donde la carcasa había sido molida previa cocción. Esto se debe a que hay una mayor presencia de sólidos a diferencia de los caldos obtenidos a partir de carcasas enteras.

1. Formulación

La formulación se divide en dos fases. La primera fase incluye los ingredientes correspondientes a la cocción y la segunda fase de la formulación incluye los ingredientes que facilitarán el extendido y la conservación del producto, la cual es calculada en base al peso obtenido tras un primer tamizado, teniendo en consideración que hay una concentración y reducción del peso inicial (ver tabla 7).

Tabla 7. Formulación en dos fases para la obtención del caldo de tilapia en polvo a partir de carcasas de tilapia molidas – formulación estandarizada

FASE	INGREDIENTE	%
1	Tilapia	65,0%
	Sal	2,0%
	Condimento 'Ajinomoto'	0,7%
	Zanahoria	5,0%
	Tomate	4,0%
	Apio	4,0%
	Sazonador criollo	3,8%
	TOTAL	89,5%
2	Almidón	15%
	Ácido cítrico	0,5%

2. Alistamiento de la materia prima

- Verificación de la calidad de las carcasas enteras congeladas
- Molienda en disco de 5 mm de las carcasas. Descongelar a temperatura de refrigeración 4°C
- Selección, lavado y porcionado de las verduras a emplear.
- Pesaje de ingredientes según formulación de la 1a fase.

3. Cocción

- En una olla, agregar la carcasa de tilapia molida y agua potable para su cocción a razón de 1 L/kg.
- Agregar las verduras, la sal, el condimento 'Ajinomoto' y la mezcla de condimentos y cocinar a fuego medio-bajo por 2 horas revolviendo ocasionalmente con el fin de concentrar los sabores y cuidando de que no se seque demasiado.

4. Licuado y tamizado

- Transferir la preparación a una licuadora de mínimo 1000 W de potencia y procesar por intervalos de 10-15 segundos, mezclando con una espátula cuando se requiera, hasta obtener una mezcla homogénea.
- En una olla limpia y tarada en balanza, colocar el colador y tamizar la mezcla diligentemente con el fin de eliminar cualquier sólido residual proveniente de espinas y fibras, pero obteniendo la mayor cantidad de mezcla posible. El residuo tras el tamizado se descarta.

5. Mezclado

- Obtener el peso de la mezcla tamizada recuperada.

- Calcular la cantidad de almidón de maíz y ácido cítrico según se indica en la 2a fase de la formulación.
- Mezclar hasta integrar completamente a la mezcla, especialmente el almidón.

6. Extendido y secado

- Precalentar el horno a 90°C
- Disponer papel parafinado apto para horno sobre una bandeja adecuada, limpia y seca.
- Agregar la mezcla sobre el papel y extender con ayuda de una espátula acodada de manera pareja sobre toda la superficie del papel, procurando que el grosor sea uniforme y no mayor a 5 mm.
- Disponer en el horno por 2 horas y luego reducir la temperatura a 60°C y deshidratar por 4 horas o hasta obtener una humedad <7%, el cual se puede determinar por triplicado en un analizador de humedad.
- Desmoldar y pesar masa seca para calcular rendimiento.

7. Molienda y tamizado

- Disponer los trozos de masa seca en el molino de alta velocidad y moler hasta obtener un polvo fino, por intervalos de 15-20 segundos.
- Tamizar el polvo obtenido en un colador convencional y si es posible, se recomienda utilizar tamices con malla de tamaño micrométrico <500 μm para mejores resultados.
- Pesar el polvo obtenido para determinar rendimiento.

8. Empaque y almacenamiento

- Empacar el producto obtenido en bolsas 'doypack' resellables, evitando presencia de aire en su interior. Rotular.
- Almacenar en un lugar fresco y seco.

El diagrama de flujo del proceso se observa en la figura 37.

Parámetros Críticos de Control

- Conservación de las carcasas en congelación por debajo de -16°C hasta su uso
- Temperatura de secado controlada según protocolo: 90°C y 60°C .
- Humedad del producto final $<7\%$

Criterios de Aceptación/Rechazo del Producto

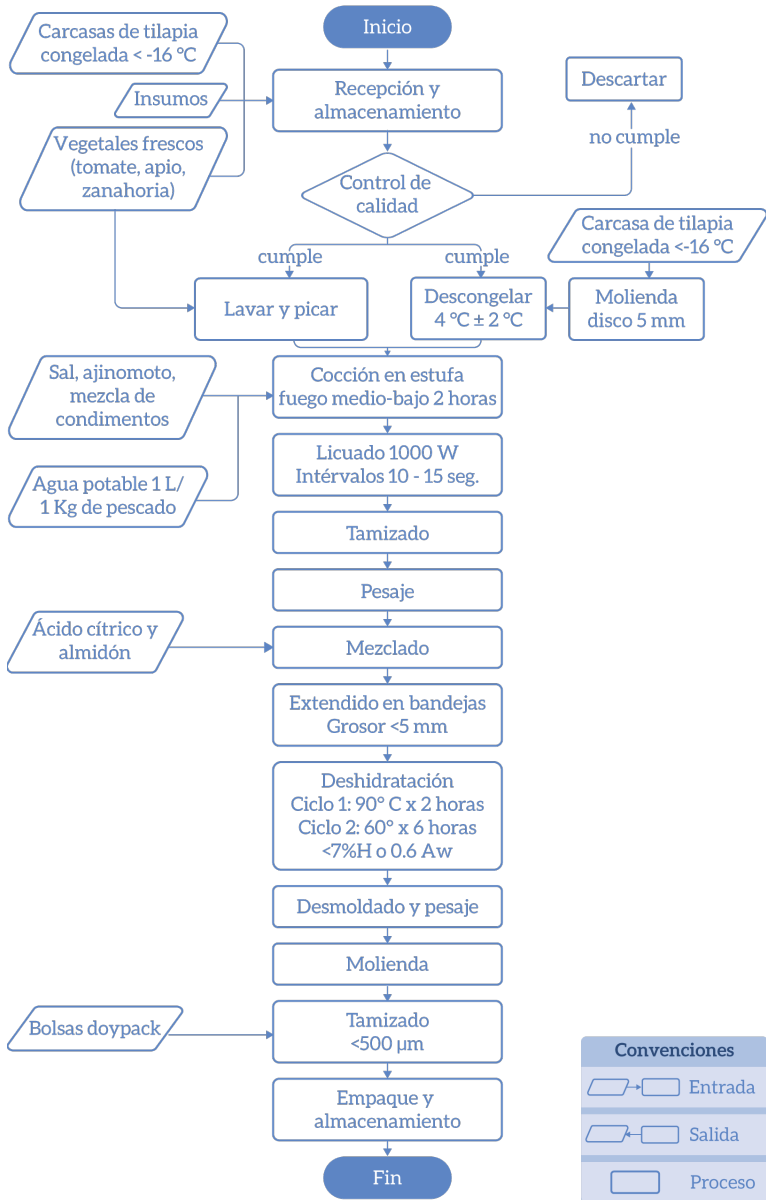
Aceptación:

- % Humedad entre el 2% y 7%
- Polvo suelto

Rechazo:

- % Humedad $>7\%$
- Presencia excesiva de aglomeraciones
- Presencia de espinas (mal tamizaje)

Figura 37. Diagrama de flujo del proceso - Caldo instantáneo.



Fuente: elaboración propia.

Anexos

1. Ficha técnica.

Identificación del producto

Nombre técnico o genérico: Caldo instantáneo de pescado

Foto del producto:



Descripción:

Producto en polvo deshidratado elaborado con carcasas de tilapia roja y otros ingredientes para preparar caldos, sopas y otras preparaciones gastronómicas.

Composición:

Carcasas de pescado (tilapia roja), almidón de maíz, verduras (zanahoria, apio, tomate), mezcla de verduras y especias deshidratadas (tomate, achiote, cúrcuma, cebolla, ajo, perejil, cilantro, coriandro, comino, pimienta negra), sal, potenciador de sabor (extracto de levadura seca), ácido cítrico.

Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas:

Tabla 8. Propiedades fisicoquímicas

Atributo	Valor
% Humedad	6.24 %
Actividad antioxidante TEAC(mmol Trolox /kg muestra)	0.58
Actividad antioxidante DPPH (EC50) (mg muestra/mL)	No detectable

Atributo	Valor
Rancidez oxidativa (mg MDA/kg muestra)	6.43
Acidez titulable (meq NaOH/kg)	241.5
Bromatología	
Cenizas (g/100 g)	9.78
Carbohidratos (g/100 g)	37.30
Azúcares totales (g/100 g)	2.38
Grasa total (g/100 g)	24.66
Proteína total (%N*6,25)	22.00
Fibra dietaria total (g/100 g)	1.47
Calorias (kCal/100 g)	459

Tabla 9. Propiedades microbiológicas

Atributo	Valor
E. coli UFC/g	<10
Mesófilos aerobios UFC/g	2500
Estafilococo coagulasa (+) UFC/g	<100
Salmonella sp.	Ausencia

Condiciones de almacenamiento:

Lugar fresco y seco, protegido de la luz.

Vida útil:

12 meses desde la fecha de fabricación.

Modo de uso o preparación:

Disolver 4 ½ cucharadas en 1 L de agua para preparar caldo base de pescado o usar al gusto para darle sabor a otro tipo de preparaciones como arroces, sopas, pastas, verduras. Llevar a ebullición al menos 1 minuto para disolver adecuadamente.

Información legal:

Rendimiento: 35 g de producto rinde para 1 L de caldo.

Advertencias: contiene pescado.



VI. PROTOCOLO PARA EL DESARROLLO DE UN PRODUCTO TIPO 'SNACK' A BASE DE TILAPIA ROJA

JOSÉ WILSON CASTRO CASTRO
NEYLA ZAMIRA REINA RENGIFO
JAIRO HUMBERTO LÓPEZ VARGAS
DIEGO ALBERTO CASTELLANOS ESPINOSA⁶

Objetivo

Documentar y divulgar el proceso para la elaboración de un snack a base de tilapia roja, refrigerada y empacada en bolsas metalizadas termosellables.

Alcance

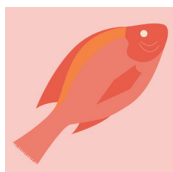
El alcance del desarrollo de este producto cárnico es brindar una alternativa diferente de consumo de pescado de un alto contenido nutricional, mediante la utilización de materias primas de primera

6 Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos - ICTA. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

calidad, que sea atractivo y llamativo entre la población, aprovechando la producción de tilapia roja de los pequeños y medianos productores con equipos básicos de fácil acceso en la región.

Materiales y equipos

Para la elaboración de un snack de tilapia se deben tener en cuenta las siguientes materias primas y equipos



Materias primas cárnicas

- Carne molida de pescado Tilapia Roja eviscerada, sin agallas, sin piel, sin espinas, ni aletas.
- Grasa dorsal de cerdo, sin piel.



Materias primas no cárnicas

El agua debe ser potable apta para consumo humano, las materias primas no cárnicas deben ser de proveedores reconocidos, con registro INVIMA, y se deben verificar los siguientes aspectos de acuerdo con la Resolución 5109 (Rotulado y etiquetado) de 2005 del Ministerio de Protección Social

Estas son las materias primas no cárnicas utilizadas en la elaboración del snack:

- Agua
- Proteína aislada de soya
- Almidón de yuca o almidón de maíz o harina de trigo

- Sal (NaCL)
- Ajo en polvo sin sal
- Cebolla en polvo sin sal
- Comino en polvo
- Pimienta en polvo
- Azúcar

Para el batido y el apanado

- Batido adherente para apanar con especias Custom Culinary
- Apanado
- Agua

Para el freído

- Aceite vegetal de girasol o un aceite para freído industrial que soporte temperaturas de proceso superior a 200°C.



Equipos e instrumentos de medida utilizados

Los equipos utilizados deben estar en perfecto estado, con el mantenimiento, calibración, limpieza y desinfección necesarios para garantizar la inocuidad y precisión en las medidas.

Equipos de laboratorio

- Congelador (-30°C)

- Ultra Congelador (-35°C)
- Cuarto frío (0°C)
- Nevera (0 a 2°C)
- Balanza capacidad máx. 31 Kg
- Balanza Precisa máx. 2100 g d=0.1 g
- Termómetros digitales, rango de temperatura (-50°C a 300°C)
- Batidora cap. 4.5 litros
- Vasos plásticos

Equipos de planta

- Molino disco Ø 3 mm y 6 mm
- Freidora

Utensilios

Los utensilios deben estar limpios y desinfectados antes de su uso, para evitar contaminaciones cruzadas

- Bandejas de acero
- Bandejas de malla metálica
- Bandejas de icopor
- Tablas en acrílico
- Cuchillos
- Bolsas plásticas transparentes medianas y grandes
- Bolsa roja para desechos

- Marcador permanente
- Moldes redondos en acero Ø 5 cm
- Cronometro
- Toallas de papel
- Guantes de nitrilo
- Jarra plástica graduada
- Tasas plásticas
- Espátula plástica

Empaque

- Bolsas planas para termosellar de Nylon, polietileno (PE) y foil de aluminio de 90 micras de 220 x 160 mm, con cierre, que protegen el producto de la luz y es fácil de abrir y cerrar.

Condiciones Previas / Requisitos

Las condiciones previas para cualquier proceso de alimentos en Colombia están reguladas por la legislación sanitaria, en la elaboración, distribución, transporte y comercialización de alimentos se rige por:

- Ley 09 de 1979 Código Sanitario Nacional. Congreso de la República de Colombia.
- Decreto 3075 de 1997 (Ministerio de Salud)
- Resolución 2674 de 2013. Ministerio de Salud y Protección Social.

Las plantas de procesamiento deben cumplir con criterios específicos relacionados con el área y la ubicación. Estas deben estar alejadas de

zonas de derrumbe, inundaciones, rellenos sanitarios e industrias que generen elementos contaminantes. Asimismo, es indispensable que los equipos estén elaborados con materiales adecuados, preferiblemente acero inoxidable, y que se garantice un suministro constante de agua potable (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

Para el personal manipulador debe contar con:

- Curso de Buenas Prácticas de Manipulación BPM,
- Lavado las manos, antes, durante y después de cada actividad que haga en la planta
- Uso de elementos de protección personal EPP (cofia, tapabocas, guantes, uniforme limpio y de cambio diario, peto y botas de caucho en color blanco o amarillas)
- No debe usar relojes, joyas, manillas, accesorios, celulares, comer, beber, fumar, consumo de drogas en ninguna área de la planta.
- En caso de presentar algún tipo de enfermedad contagiosa debe ir al médico para que lo evalúe y le de tratamiento y la correspondiente incapacidad.

En la planta se debe implementar un Plan de saneamiento que consta de cuatro programas:

- **Limpieza y desinfección:** en el cual le indican el manejo, preparación, uso y almacenamiento de los detergentes y desinfectantes, en las cantidades recomendadas por el fabricante en las fichas técnicas del producto y la rotación de los desinfectantes para evitar que los microorganismos generen resistencia a los desinfectantes. Se recomienda el uso de hipoclorito de sodio, soluciones de yodo, amonio cuaternario y ácido peracético, dependiendo del área a desinfectar se aplicará la solución

directamente, por aspersión o por inmersión y la soluciones se expresan en partes por millón – ppm, que pueden ir desde las 200 ppm hasta 1000 ppm según lo que vaya a desinfectar, también se debe tener en cuenta el tiempo de acción del desinfectante y si se deja secar o se retira con agua potable, eso lo determina el fabricante en la ficha técnica del producto.

- **Control de plagas:** se debe contratar una empresa especializada para que realice las labores de fumigación y desratización en todas las áreas de la planta.
- **Control de residuos:** se deben tener los protocolos de manejo de desechos, su clasificación y disposición final, además de un plan de limpieza para las áreas de almacenamiento de basuras y limpieza de las trampas de lodos y de grasa.
- **Control de abastecimiento de agua potable:** se deben controlar de donde viene el agua, su calidad, redes de suministro y almacenamiento y la programación del lavado y desinfección de tanques.

Estos programas deben ser divulgados y compartidos por todo el personal que opera en la Industria de alimentos; todo programa debe contar con: objetivos, alcance, definiciones y listas de chequeo. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

Procedimiento

1. Obtención de Carne molida de Tilapia Roja

Mediante el deshuese de la carne del pescado, se le retira la carcasa, aletas y agallas; una vez obtenida la carne de pescado se muele la carne en un disco Ø6 mm, se empaca y sella en bolsas para vacío en presentación

de 1 kg y se congela a temperatura de $<-18^{\circ}\text{C}$ (Figura 38). Esta se muele bien fría a 0°C con un disco $\varnothing 3\text{ mm}$, se empaca y sella en bolsas para vacío en presentación de 1 kg y se congela a temperatura de $<-18^{\circ}\text{C}$.

Figura 38. Carne molida de tilapia, empacada y congelada a -18°C



Fuente: elaboración propia.

2. Formulación del *snack*

Para este caso se proponen 3 diferentes formulaciones para la elaboración de los *snacks* variando el contenido de almidón vegetal incluido en el producto final. Se proponen formulaciones estándar, con los mismos porcentajes de los ingredientes y solo se cambia la inclusión de carbohidratos para cada formula (almidón de maíz, almidón de yuca y harina de trigo). De este modo se da flexibilidad de utilizar cualquiera de las materias primas dependiendo de su disponibilidad y costo. Las formulaciones se presentan en las tabla 10.

Tabla 10. Formulación de *snack* de tilapia

INSUMO	PORCENTAJE %	PRODUCCION (g)
Carne de tilapia	70	1000
Agua	15	214

INSUMO	PORCENTAJE %	PRODUCCION (g)
Proteína aislada de soya	3,5	50
Grasa de cerdo	5	71
Almidón de maíz, almidón de yuca o harina de maíz*	4,3	61
Sal	1	14
Ajo en polvo sin sal	0,4	6
Cebolla en polvo sin sal	0,4	6
Comino en polvo	0,1	1,4
Pimienta en polvo	0,1	1,4
Azucar	0,2	3
Porcentaje total (%)	100	
Masa total (g)		1429
Tamaño por porción (g)		20
Porciones (unidades)		71

*Se puede usar ser cualquiera de los tres.

Formulación por composición e índice tecnológico

Para determinar la formulación por composición se toma la formulación inicial, se determina su composición y se calcula el aporte total de la grasa, proteína, humedad y almidón; con esos valores de la composición de la mezcla se clasifica el producto en Premium, seleccionado o estándar. También se calcula el índice tecnológico de consumo para determinar la relación Grasa/proteína (G/P) y de este modo si se consume frío o caliente; así mismo, se determina la relación Humedad/Proteína (H/P) para establecer la dureza en el producto final y si este va a hacer de textura dura o blanda. En este caso se hace referencia a la masa interna del snack y no a la cobertura o apanado, como se indica en las tablas 11, 12 y 13.

Tabla 12. Clasificación del *snack* según NTC 1325

CLASIFICACIÓN DEL SNACK		PREMIUM	SELECCIONADA	ESTÁNDAR
Composición	Porcentaje			
Grasa	7,33	% MAX 40	40	40
Proteína	17,41	% MIN 14	12	10
(H+G)	77,15	% MAX 86	% MAX 88	% MAX90
Proteína no cárnica	3,31	0	3	6
Almidón	4,49	% MAX 1	5	8

Tabla 13. Índice tecnológico de consumo

RELACIÓN	RANGO	RESULTADO	CONSUMO
Relación grasa/proteína G/P	Consumo frío < 1,5 - >2,5 consumo caliente	0,42	Consumo frío o caliente
Relación humedad/proteína H/p	Producto duro < 3,0 - > 4,0 producto blando	4.01	Producto blando

3. Proceso de elaboración del *snack*

Pesar todos los insumos y mezclar en una batidora. El orden de incorporación de los ingredientes y velocidad y tiempo es el siguiente:

- Carne molida de pescado (refrigerada a 0° a 2°C)
- Agua fría
- Sal

Adicionar los condimentos:

- Ajo en polvo sin sal
- Cebolla en polvo sin sal
- Comino en polvo

- Pimienta en polvo

Mezclar a velocidad intermedia por 3 minutos, adicionar:

- Proteína aislada de soya
- Mezcla a velocidad intermedia por 2 minutos, luego se le adiciona:
- Grasa de cerdo previamente molida
- Mezcla a velocidad intermedia por 2 minutos, luego se le adiciona:
- Almidón de maíz o almidón de yuca o harina de trigo (según la formulación)
- Azúcar

Seguir mezclando la masa cárnica a la misma velocidad durante 2 minutos más, hasta que quede una masa homogénea sin grumos.

4. Formado y freído de los *snacks*

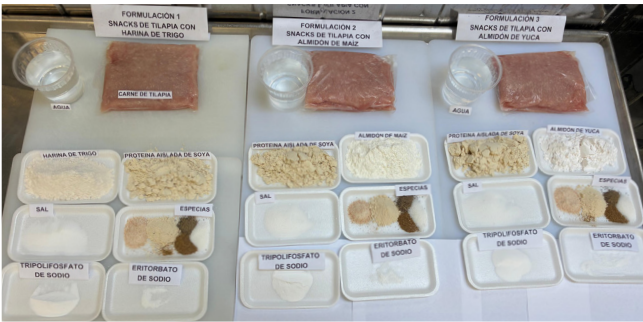
Una vez obtenida la mezcla de *snack*, esta se extiende sobre una bandeja de acero de 1 cm de alto y con la ayuda de un molde redondo de acero de 5 cm de diámetro se da la forma del producto, cada *snack* tiene un peso de 20 g. Posteriormente cada *snack* se coloca sobre una bandeja y después se introduce en el batido hasta que quede completamente cubierto, se retira, se deja escurrir por unos segundos y se pasa por el apanado. Finalmente, los *snacks* se mantienen refrigerados en cuarto frío a 2 °C por una hora.

Para el freído de los *snacks*, se precalienta el aceite a 180 °C y se colocan los *snacks* en la canasta de la freidora asegurándose que queden completamente cubiertos. Se dejan freír durante 2 minutos, hasta que alcanzan mínimo 72 °C de temperatura interna.

Se retiran de la freidora, se dejan escurrir en una malla metálica, se dejan enfriar, se empaican en las bolsas metalizadas y se sellan. Una vez selladas las bolsas, se rotulan y se mantienen refrigeradas a entre 0 a 2 °C, manteniendo la cadena de frío.

En las figuras 39 a la 42 se muestran imágenes de los ingredientes de cada formulación y las etapas de proceso de elaboración de los diferentes tratamientos de *snack* de tilapia.

Figura 39. Ingredientes de las formulaciones de snacks de tilapia con inclusión de harina de trigo, almidón de maíz y almidón de yuca.



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Etapas de la formación de Snacks de tilapia



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Etapas de la formación de Snacks de tilapia



Fuente: elaboración propia.

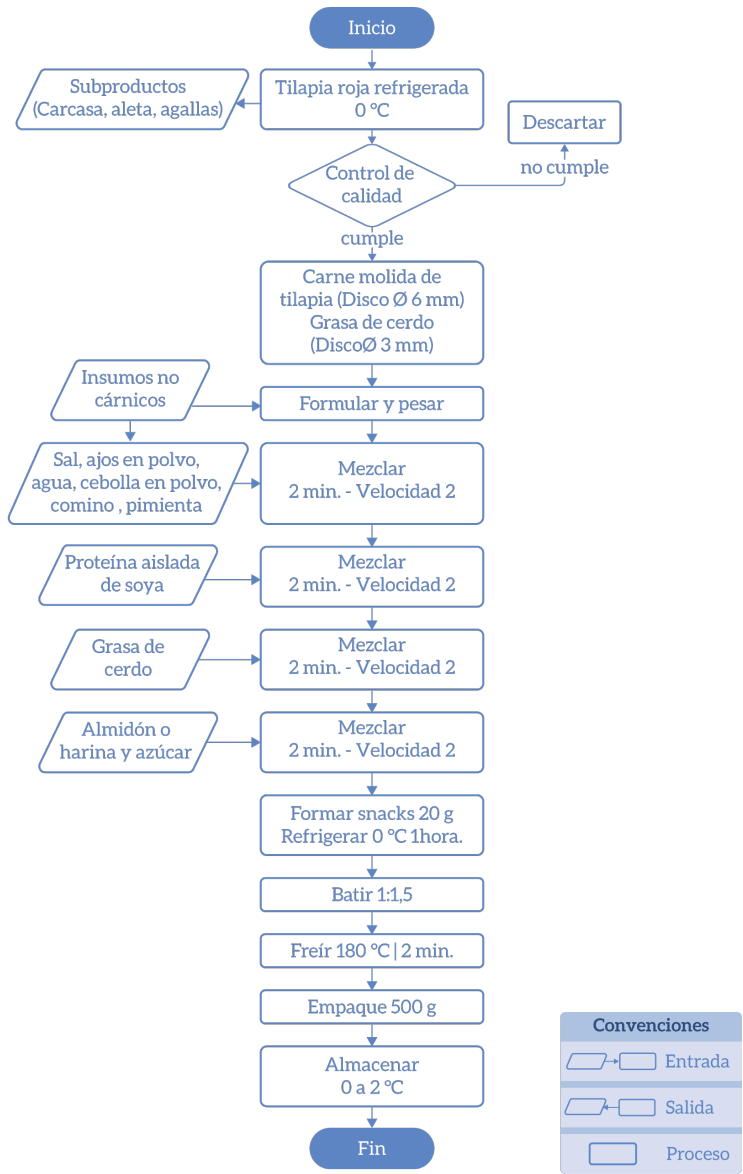
Figura 40. Etapas de la formación de *Snacks* de tilapia



Fuente: elaboración propia.

En la figura 37 se puede ver el diagrama de flujo del proceso de elaboración del *snack* de tilapia.

Figura 37. Diagrama de flujo del proceso - Snack.



Fuente: elaboración propia.

Parámetros críticos de control

Los parámetros críticos de control se pueden clasificar de acuerdo con:

Recepción de materias primas y áreas de la planta

- **Áreas de la planta:** deben estar limpias y desinfectadas antes, durante y después de la recepción de las materias primas cárnicas y no cárnicas, en las zonas de almacenamiento, proceso, tratamientos térmicos, empaque y almacenamiento de producto terminado.
- **Delimitación y distribución de áreas:** se deben delimitar y separar las áreas administrativas, baterías de los baños, vistieres que deben estar separados del resto de la planta.

Separar las áreas de recepción y almacenamiento de materias primas de las áreas de almacenamiento de producto terminado para evitar contaminaciones cruzadas; al igual deben estar separadas las zonas de almacenamiento de jabones y detergentes por llegar a ser contaminantes químicos.

- **Recepción del pescado:** Se debe seleccionar la calidad del pescado, se debe controlar la temperatura de recepción, refrigerado entre 0 a 2 °C, y congelado mínimo a -18 °C; revisar la parte organolépticas (aroma, color, ojos, escamas, piel, vísceras), retirar los rechazos, los termómetros y balanzas deben estar calibrados, limpios y en buen estado.

Una vez revisado el pescado, se selecciona por tamaño, se le asigna lote y fecha de ingreso, se almacena y se le dará rotación de acuerdo con la fecha de ingreso, los que entraron primero se

utilizan de primero, para tener rotación de materias primas y no tener pescado por mucho tiempo almacenado.

- **Materias primas no cárnicas:** Se deben adquirir con distribuidores locales para la industria de alimentos, se debe verificar (nombre del producto, fabricante, fecha de fabricación, lote, condiciones de almacenamiento, fecha de vencimiento) de acuerdo con la Resolución 5109 (Rotulado y etiquetado) de 2005 del Ministerio de Protección Social y dar rotación según el principio de usar el primero en vencer, primero en usar y así evitar tener materias primas vencidas

Adecuación del pescado y grasa de cerdo

Se deben utilizar mesones, tablas y cuchillos, tinas, canastillas limpias y desinfectadas para la obtención de la carne de pescado, trabajando en áreas refrigeradas y dando manejo a los subproductos del pescado para su posterior aprovechamiento en la elaboración de otros productos.

Para la grasa de cerdo se deben realizar controles de calidad de manera para determinar la aceptabilidad de la materia prima tales como la frescura de la grasa, color, olor característico. También se debe verificar la cadena de frío donde esta almacenada la grasa.

Procesos

- **Molido:** se debe tener en cuenta la limpieza, desinfección y el correcto uso del molino y el diámetro del disco a usar. La carne molida se debe almacenar debidamente empacada, rotulada, refrigerada o congelada de acuerdo con el tiempo de uso, registrar el peso (g) y controlar la temperatura en °C de almacenamiento de la carne molida de tilapia y la grasa.

- **Mezcla:** Se debe tener en cuenta la temperatura del pescado que debe estar frío entre 0 a 4°C, se deben controlar los tiempos de mezclado para evitar que el trabajo mecánico aumente demasiado la temperatura de la mezcla.
- **Porcionado:** Tener en cuenta el peso para formar los snacks, los cuales deben quedar homogéneos y con peso promedio.
- **Tratamiento térmico:** se deben controlar los tiempos y temperatura de establecidos en el protocolo de escaldado por asado en plancha doble 180°C por 4 minutos, para alcanzar una temperatura interna de la hamburguesa mínimo de 72°C.

Seguir las recomendaciones de los fabricantes para el uso del batido y el apanado. Controlar temperaturas y tiempos de freír: si están muy bajas puede generarse alta absorción de aceite en el apanado o la masa, y si están muy altas puede quemarse el apanado y la masa quedar cruda.

- **Empaque:** se deben revisar las bolsas de empaque, deben estar nuevas, que no estén contaminadas y que hayan estado almacenadas en un lugar adecuado alejado de contaminantes físicos, químicos o biológicos; la selladora debe estar limpia y desinfectada y hacer un buen sellado.

Observaciones

Durante la elaboración del *snack* se deben realizar los siguientes controles:

- Temperatura de los equipos de frío y la freidora
- Cadena de frío de las carnes molidas de tilapia y grasa de cerdo

- Controlar las diferentes etapas de proceso (tiempos de mezclado, freído)
- El proceso de empaque, almacenamiento y cadena de frío del producto terminado.
- Durante el proceso de formación de los *snacks* con el molde redondo, verificar la consistencia que no sea muy blanda y pegajosa o muy dura y grumosa, esto dificulta el formado del *snack*.
- Durante el proceso térmico de freído, observar si se presenta un ensanchamiento exagerado del *snack*, esto se puede presentar porque durante el proceso de freído a la temperatura del aceite puede estar muy alta $>180^{\circ}\text{C}$, se sella el *snack* formando una barrera que impide que el agua salga en forma de vapor y genera este tipo de abombamientos en el producto. Después de enfriado del *snack* se reduce el abombamiento y la masa retoma parte de ancho inicial.

Análisis

- **Rendimientos:** se debe evaluar los porcentajes de rendimiento de la obtención de la carne de pescado, mermas y proceso global.
- **Seguimiento a las formulaciones:** controlar el correcto uso de las formulaciones para estandarizar el proceso y de esta forma tener siempre una misma calidad y un mismo producto.
- **Análisis sensorial:** Evaluar de manera periódica el producto terminado para determinar si hay que realizar cambios en la formulación de acuerdo con los resultados de las pruebas de consumidores.

- **Análisis bromatológico y microbiológico:** se deben realizar con regularidad análisis de laboratorio para determinar la calidad del producto y determinar si se están presentando problemas de contaminación microbiológica y de ser así identificar las causas y hacer los correctivos necesarios.

Criterios de aceptación o rechazo del producto

Los criterios de aceptación determinantes para un *snack* son: tamaño uniforme y peso promedio, buen proceso de freído, que el apanado este dorado, no quemado ni muy blanco, aroma y sabor agradables durante el tiempo de vida útil del producto empacado, manteniendo las condiciones de empaque , sellado y producto terminado en cadena de frío.

Para el rechazo del producto terminado se pueden dar por diferentes factores:

- **Microbiológicos:** Presencia de manchas o colores extraños, malos olores, presencia de lixiviados en el empaque de lechosos.
- **Textura:** que no tenga la textura de un *snack*, que se desprenda el apanado, que se fracture o desmorone con facilidad o muy blando con texturas muy pastosas.
- **Sensorial:** que tenga olores extraños, colores y sabores no deseados por alteraciones en el producto ocasionados por factores físicos como presencia de espinas, escamas, piel, vísceras, u objetos extraños o cabello, por contaminantes químicos como jabón, desinfectantes o de orden microbiológico.
- Por bromatológicos: se puedan detectar sabores rancios y degradación de la proteína, todos estos factores alteran la calidad, aceptación y vida útil del producto terminado.

Referencias

Ministerio de la Protección Social (2005). Resolución 5109 de 2005. Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resolucion%205109%20de%202005.pdf> [Consultado, septiembre de 2025]

Ministerio de Salud y Protección Social (2013). Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones. Resolución 2674 del 2013. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=54030> [Consultado, septiembre de 2025]

Anexos

1. Ficha técnica.

Identificación del producto

Nombre: Snack de tilapia roja

Descripción:

Producto cárnico fresco procesado, homogeneizado o picado o ambos, formado, recubierto con batido y apanado, sometido a tratamiento térmico de freído por inmersión en aceite a base de carne de tilapia roja y con la adición de sustancias de uso permitido..

Empaque:

El empaque primario utilizado para los *snacks* son bolsas planas para termo sellar de Nylon, PE y foil de aluminio de 90 micras de 220x160 mm, con cierre, que protegen el producto de la luz y es fácil de abrir y cerrar. Deben ser de grado alimenticio, resistentes y estar bien selladas

El empaque debe tener toda la información requerida de etiquetado frontal y nutricional de acuerdo con la legislación legal vigente.

Presentación

Snacks freídos y listos para consumo en frío o caliente, se empacan en paquetes de 500 g cada paquete contiene 20 unidades de 25 g cada una.

Ingredientes:

Carne de tilapia roja, agua, proteína aislada de soya, Almidón de yuca o almidón de maíz o harina de trigo, sal NaCL, ajo en polvo

sin sal, cebolla en polvo sin sal, comino en polvo, pimienta en polvo, azúcar. Batido y apanado con especias y aceite vegetal para el freído.

Conservación:

El producto debe mantenerse a una temperatura de entre 0 a 2°C.

El empaque primario debe proteger el producto de la luz.

Debe estar alejado de cualquier tipo de contaminación física, química o microbiológica como lo establece la Resolución 2674 de 2013. Evitar los daños físicos al producto.

Vida útil:

Los *snacks* empacados y refrigerados entre 0 a 2° C tienen un tiempo estimado de duración 30 días.



VII. PROTOCOLO PARA LA OBTENCIÓN DE HAMBURGUESAS A BASE DE TILAPIA ROJA

AUTORES

JOSÉ WILSON CASTRO CASTRO

NEYLA ZAMIRA REINA RENGIFO

JAIRO HUMBERTO LÓPEZ VARGAS

DIEGO ALBERTO CASTELLANOS ESPINOZA⁷

Objetivo

Documentar y divulgar el proceso para la elaboración de una hamburguesa a base de tilapia roja, refrigerada y empacada al vacío, lista para consumo.

Alcance

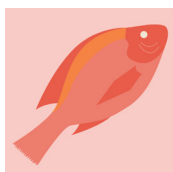
El alcance del desarrollo de este producto cárnico es brindar una opción de aprovechamiento de la carne de tilapia entre los pequeños y medianos productores de tilapia del Departamento de Arauca, mediante la elaboración de una hamburguesa con un alto contenido nutricional

7 Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos - ICTA. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá

mediante la utilización de materias primas de primera calidad y equipos básicos de fácil acceso en la región.

Materiales y equipos

Para la elaboración de una hamburguesa de tilapia se deben tener en cuenta las siguientes materias primas y equipos. Los equipos utilizados deben estar en perfecto estado, con el mantenimiento, calibración, limpieza y desinfección necesarios para garantizar la inocuidad y precisión en las medidas.



Materia prima cárnica

- Carne molida de pescado Tilapia Roja eviscerado, sin agallas, sin piel, sin espinas, ni aletas.



Materias primas no cárnicas

El agua utilizada en el proceso debe ser potable y apta para el consumo humano. Asimismo, las materias primas no cárnicas deben adquirirse a proveedores reconocidos que cuenten con registro del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). Además, se deben verificar los aspectos relacionados con el rotulado y etiquetado, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 5109 (Ministerio de la Protección Social, 2005):

- Nombre del alimento o aditivo o insumo
- Lista de ingredientes

- Contenido del peso neto y peso escurrido.
- Nombre y dirección del fabricante, envasador o re empacador.
- Identificación del lote.
- Fecha de vencimiento y/o de duración mínima.
- Instrucciones para la conservación y formas de uso.
- Registro, permiso o notificación sanitaria.
- Requisitos obligatorios adicionales: etiquetado cuantitativo de ingredientes y declaración de alérgenos.

Estas son las materias primas no cárnicas utilizadas en la elaboración de la hamburguesa:

- Agua
- Ajo en polvo sin sal
- Almidón de maíz
- Almidón de yuca
- Azúcar
- Cebolla en polvo sin sal
- Harina de Trigo
- Proteína aislada de soya
- Sal NaCl
- Salsa de Tomate
- Unipack hamburguesa especial



Equipos de laboratorio y planta

- Balanza de precisión Capacidad máx. 2 kg
- Balanza industrial capacidad máx. 5 kg
- Batidora
- Congelador (-30°C)
- Cuarto frío (0°C)
- Formadora de hamburguesas
- Nevera Whirlpool (0 a 2°C)
- Termómetros digitales, rango de temperatura (-50°C a 300°C)
- Ultra Congelador (-35°C)
- Empacadora al vacío
- Plancha de doble placa de calentamiento



Utensilios

- Tablas para picar en acrílico
- Cuchillos
- Bolsas para vacío
- Bolsa roja para desechos
- Marcador permanente
- Cronómetro
- Tinajas de plástico redondas
- Tinajas de plástico rectangulares
- Toallas de papel
- Guantes de nitrilo
- Recipientes plásticos

- Jarra plástica graduada
- Bandejas rectangulares en icopor
- Bandejas plásticas
- Los utensilios deben estar limpios y desinfectados antes de ser usados, para evitar contaminaciones cruzadas

Condiciones Previas / Requisitos

Las condiciones previas para cualquier proceso de alimentos en Colombia están reguladas por la legislación sanitaria, en la elaboración, distribución, transporte y comercialización de alimentos se rige por:

- Ley 09 de 1979 (Congreso de la República de Colombia, 1979).
- Decreto 3075 de 1997 (Ministerio de Salud, 2013)..
- Resolución 2674 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

Las plantas de procesamiento deben cumplir con criterios específicos relacionados con el área y la ubicación. Estas deben estar alejadas de zonas de derrumbe, inundaciones, rellenos sanitarios e industrias que generen elementos contaminantes. Asimismo, es indispensable que los equipos estén elaborados con materiales adecuados, preferiblemente acero inoxidable, y que se garantice un suministro constante de agua potable (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

Para el personal manipulador debe contar con:

- Curso de Buenas Prácticas de Manipulación BPM,
- Lavado las manos, antes, durante y después de cada actividad que haga en la planta

- Uso de elementos de protección personal EPP (cofia, tapabocas, guantes, uniforme limpio y de cambio diario, peto y botas de caucho en color blanco o amarillas)
- No debe usar relojes, joyas, manillas, accesorios, celulares, comer, beber, fumar, consumo de drogas en ninguna área de la planta.
- En caso de presentar algún tipo de enfermedad contagiosa debe ir al médico para que lo evalúe y le de tratamiento y la correspondiente incapacidad.

En la planta se debe implementar un Plan de saneamiento que consta de cuatro programas:

- Limpieza y desinfección: en el cual le indican el manejo, preparación, uso y almacenamiento de los detergentes y desinfectantes, en las cantidades recomendadas por el fabricante en las fichas técnicas del producto y la rotación de los desinfectantes para evitar que los microorganismos generen resistencia a los desinfectantes. Se recomienda el uso de hipoclorito de sodio, soluciones de yodo, amonio cuaternario y ácido peracético, dependiendo del área a desinfectar se aplicará la solución directamente, por aspersión o por inmersión y las soluciones se expresan en partes por millón – ppm, que pueden ir desde las 200 ppm hasta 1000 ppm según lo que vaya a desinfectar, también se debe tener en cuenta el tiempo de acción del desinfectante y si se deja secar o se retira con agua potable, eso lo determina el fabricante en la ficha técnica del producto.
- Control de plagas: se debe contratar una empresa especializada para que realice las labores de fumigación y desratización en todas las áreas de la planta.

- Control de residuos: se debe tener los protocolos de manejo de desechos, su clasificación y disposición final, además de un plan de limpieza para las áreas de almacenamiento de basuras y limpieza de las trampas de lodos y de grasa.
- Control de abastecimiento de agua potable: se deben controlar de donde viene el agua, su calidad, redes de suministro y almacenamiento y la programación del lavado y desinfección de tanques.

Estos programas deben ser divulgados y compartidos por todo el personal que opera en la Industria de alimentos; todo programa debe contar con: Objetivos, alcance, definiciones y listas de chequeo. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

Procedimiento

A continuación, se presenta la metodología para el desarrollo de las hamburguesas de tilapia roja.

1. Obtención de la carne molida de Tilapia Roja

La materia prima utilizada debe corresponder a tilapia roja en buen estado, lo cual debe verificarse realizando controles de calidad de manera sensorial, como la frescura del pescado, color, olor característico, estado de las escamas, ojos y color de las agallas.

Para la obtención la carne de tilapia molida se deben hacer los siguientes pasos: retirar las agallas, las escamas, la piel, los filetes y la carcasa como se muestra en la Figura 38.

Figura 38. Obtención de la carne de tilapia.



Fuente: elaboración propia.

Después de obtener la carne de tilapia, esta debe molerse en un molino para carne y en frío entre 0 a 4°C (Figura 39). Una vez molida se debe mantener refrigerada si se va a utilizar de inmediato o empacarla en bolsas para vacío, rotularla y congelarla a -18 °C. Para ser utilizada, se debe descongelar lentamente en cuarto frío hasta 0 a 2°C.

Figura 39. Carne molida de tilapia.



Fuente: elaboración propia.

2. Alistamiento de las materias primas no cárnicas

Las materias no cárnicas pueden conseguirse con distribuidores locales para la industria de alimentos, verificando que cada materia se encuentre en buen estado siguiendo las indicaciones de la Resolución 5109 (Ministerio de la Protección Social, 2005). Para empezar el proceso, las materias primas deben ser pesadas de acuerdo con la formulación a elaborar (Figura 40).

Figura 40. Materias primas no cárnicas.



Fuente: elaboración propia.

3. Elaboración de las hamburguesas

Se proponen 3 formulaciones posibles de hamburguesas: una con inclusión de harina de trigo, una con almidón de yuca y la última con almidón de maíz. De este modo se da flexibilidad dependiendo la fuente de almidón más asequible al momento de la elaboración del producto.

Formulación de la hamburguesa por composición e índice tecnológico

Para determinar la formulación por composición se toma la formulación inicial, se determina su composición y se calcula el aporte total de la grasa, proteína, humedad y almidón; con esos valores se clasifica el producto en ‘premium’, ‘seleccionado’ o ‘estándar’, también se calcula el índice tecnológico de consumo para determinar si el producto según la relación grasa/proteína (G/P) se consume frío o caliente, y la relación humedad/proteína (H/P) determina la dureza en un producto cárnico, si el producto final va a ser de textura dura o blanda, como se indica en las tablas 14, 15, 16 y 17.

Tabla 14. Clasificación de la hamburguesa según NTC 1325 (Quinta edición - 2008)

CLASIFICACIÓN DEL SNACK		PREMIUM	SELECCIONADA	ESTÁNDAR
Composición	Porcentaje			
Grasa	2,53	% MAX 40	40	40
Proteína	18,98	% MIN 14	12	10
(H+G)	75,02	% MAX 86	% MAX 88	% MAX 90
Proteína no cárnica	2,91	0	3	6
Almidón	4,91	% MAX 1	5	8
Clasificación del producto			Seleccionada	

Tabla 15. Índice tecnológico de consumo

RELACIÓN	RANGO	RESULTADO	CONSUMO
Relación grasa/proteína G/P	Consumo frío < 1,5 - >2,5 consumo caliente	0,13	Consumo frío o caliente
Relación humedad/proteína H/p	Producto duro < 3,0 - > 4,0 producto blando	3,82	Producto blando

Tabla 16. Formulación por composición - Hamburguesa.

Composición			Aportes							
Ingrediente	Porcentaje	Masa (m) g	Grasa	Proteína	Humedad	Almidón	M% Grasa	M% Proteína	M% Humedad	M% Almidón
Carne de Tilapia	78,3	1174,5	3,1	19,7	75,9	0	31,	197	759	0
Agua	10	150	0	0	100	0	0	0	128	0
Proteína aislada de soya	3	45	0	90	0	10	0	34,5	0	3,8
Almidón de Yuca, maíz o harina de trigo	4,7	70,5	0	2	4	94	0	1,2	2,4	56,4
			Composición Mezcla g				31	232,7	888,8	60,3
Sal	1	15								
Unipack hamburguesa especial	1	15								
Ajo en polvo sin sal	0,4	6								
Cebolla en polvo sin sal	0,4	6								
Salsa de tomate	1	15								
Azúcar	0,2	3								
Total	100	1500								

Para la elaboración de las hamburguesas se evaluaron las 3 formulaciones, cada una tiene los mismos porcentajes de materia prima. El único ingrediente que varía es el carbohidrato principal, que podrá ser almidón de yuca, maíz o harina de trigo, como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Formulación de hamburguesa con inclusión de carbohidrato.

INSUMO	PORCENTAJE %	PRODUCCION (g)
Carne de tilapia	78,3	1000
Agua	10	128
Proteína aislada de soya	3	38
Carbohidrato principal*	4,7	60
Sal	1	13
Unipack hamburguesa especial	1	13
Ajo en polvo sin sal	0,4	5
Cebolla en polvo sin sal	0,4	5
Salsa de tomate	1	13
Azucar	0,2	3
Porcentaje total (%)	100	
Masa total (g)		1277
Tamaño por porción (g)		125
Porciones (unidades)		10

*Se puede emplear almidón de maíz, de yuca o harina de trigo

Proceso de obtención de la pasta de hamburguesa

Para la elaboración de las hamburguesas se siguen los siguientes pasos:

Se deben pesar todos los insumos según la formulación, se mezclan en una batidora, el orden de incorporación de los ingredientes y velocidad y tiempo es el siguiente:

- Carne molida de pescado (refrigerada a 0°C)
- Sal NaCl

- Unipack Hamburguesa
- Ajo en polvo sin sal
- Cebolla en polvo sin sal
- Agua fría

Mezclado 1. Se mezcla en una batidora con un aditamento de gancho a velocidad intermedia por 3 minutos, luego se le adiciona:

- Proteína aislada de soya
- Almidón de maíz o almidón de yuca o harina de Trigo (según la formulación)
- Azúcar
- Salsa de Tomate

Mezclado 2. Se sigue mezclando la masa cárnica a la misma velocidad durante 4 minutos más, hasta obtener una pasta homogénea, como se muestra en la Figura 41.

Figura 41. Pasta de hamburguesa.

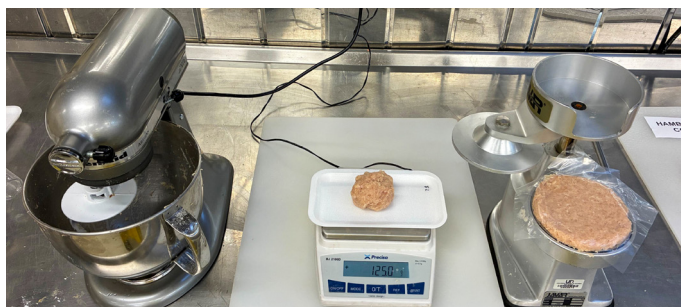


Fuente: elaboración propia.

Formado de las hamburguesas

Una vez obtenida la mezcla de hamburguesa, se pesan en unidades de 125 g y se les da forma en la formadora de hamburguesas, se utilizan separadores plásticos tanto en la base como en la parte superior para evitar que la masa se adhiera a los discos del equipo, además son útiles para separar cada unidad, como se muestra en las figuras 42 y 43.

Figura 42. Formado de hamburguesa



Fuente: elaboración propia.

Figura 43. Hamburguesas de las tres formulaciones con inclusión de almidón de maíz y yuca, y harina de trigo.



Fuente: elaboración propia.

Empacado en crudo

Si se quieren empacar en crudo, después de la elaboración, las hamburguesas deben ponerse en bandejas y cubrirse con una bolsa plástica para ser congeladas a -18°C . Después de congeladas se empacan y se sellan en bolsas para vacío, formando paquetes con la presentación de 500 g con 4 unidades de 125 g. Se rotula el empaque y las hamburguesas deben conservarse congeladas (mínimo -18°C), manteniendo la cadena de frío (figura 44).

Figura 44. Empacado al vacío



Fuente: elaboración propia.

Las hamburguesas crudas se pueden almacenar en congelación a -18°C , entre 4 a 8 meses sin perder su calidad nutricional, microbiológica y sensorial.

4. Tratamiento térmico de escaldado para la hamburguesa de tilapia roja

El tratamiento térmico de escaldado para la hamburguesa de tilapia roja se realiza mediante la técnica de asado, poniendo las hamburgue-

sas descongeladas durante 4 minutos en una plancha de calentamiento a una temperatura de 180°C hasta obtener una temperatura de mínimo 72°C en el centro térmico del producto (Figura 45).

Figura 45. Proceso de escaldado de la hamburguesa



Fuente: elaboración propia.

5. Empacado

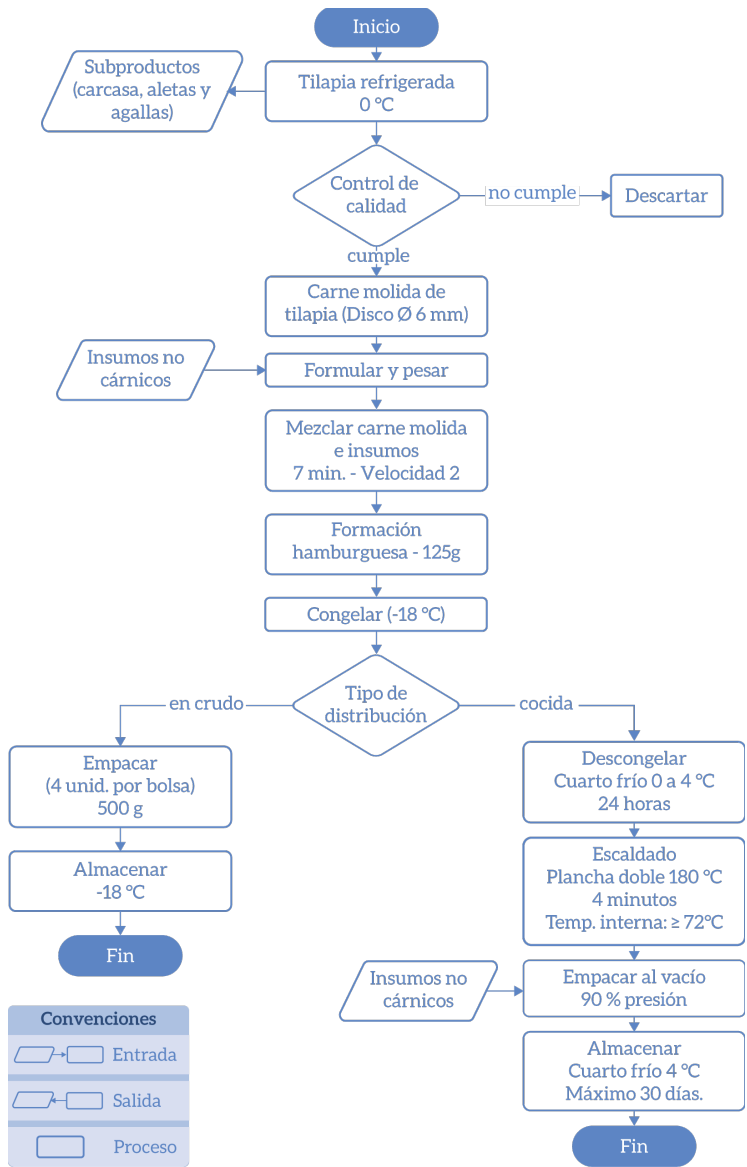
Las hamburguesas cocidas se empacan al vacío, en paquetes de 4 unidades, en bolsas de vacío multicapa coextruídas de polietileno/poliamida multicapa de 70 micras de espesor.

6. Almacenamiento

Las hamburguesas escaldadas y empacadas al vacío pueden almacenarse en cuarto frío hasta por 30 días, a una temperatura de refrigeración (entre 0-4 °C), sin perder sus características sensoriales, microbiológicas y bromatológicas.

En la figura 46 se observa el proceso de elaboración de hamburguesas de tilapia.

Figura 46. Diagrama de flujo de proceso- Hamburguesa.



Fuente: elaboración propia.

Parámetros críticos de control

Los parámetros críticos de control se pueden clasificar de acuerdo con:

Recepción de materias primas y áreas de la planta

- Áreas de la planta: deben estar limpias y desinfectadas antes, durante y después de la recepción de las materias primas cárnicas y no cárnicas, en las zonas de almacenamiento, proceso, tratamientos térmicos, empaque y almacenamiento de producto terminado.
- Delimitación y distribución de áreas: se deben delimitar y separar las áreas administrativas, baterías de los baños, vestieros que deben estar separados del resto de la planta.
- Separar las áreas de recepción y almacenamiento de materias primas de las áreas de almacenamiento de producto terminado para evitar contaminaciones cruzadas; al igual deben estar separadas las zonas de almacenamiento de jabones y detergentes por llegar a ser contaminantes químicos.

Recepción del pescado:

- El pescado una vez capturado empieza a presentar una serie de cambios, alteraciones en su piel, ojos, branquias, músculo y órganos internos, como se muestra en la Tabla 5 y Figura 10.
- El pescado una vez capturado empieza a presentar una serie de cambios. Para detectar presencia de descomposición se debe prestar atención a alteraciones en su piel, ojos, branquias, músculo y órganos internos, como se muestra en la Tabla 1 y Figura 47.

Tabla 18. Características de frescura y deterioro del pescado

Elemento	Pescado fresco	Pescado deteriorado
Piel	Color brillante, mucus transparente.	Decolorada, mucus opaco.
Ojos	Convexos, transparentes brillantes.	Cóncavos, lechosos, opacos.
Branquias	Rojas, brillantes.	Amarillentas , amarronadas.
Apariencia muscular	Firme elástica, color uniforme.	Blanda, manchada.
Órganos internos	Bien definidos.	Autolisados, olor ácido

Figura 47. Recepción de pescado fresco y verificación de características y calidad del pescado



Fuente: elaboración propia.

- Se debe seleccionar la calidad del pescado, se debe controlar la temperatura de recepción, refrigerado entre 0 a 2°C, y congelado mínimo a -18°C; revisar la parte organolépticas (aroma, color, ojos, escamas, piel, vísceras), retirar los rechazos, los termómetros y balanzas deben estar calibrados, limpios y en buen estado.

- Una vez revisado el pescado, se selecciona por tamaño, se le asigna lote y fecha de ingreso, se almacena y se le dará rotación de acuerdo a la fecha de ingreso, los que entraron primero se utilizan de primero, para tener rotación de materias primas y no tener pescado por mucho tiempo almacenado.
- Materias primas no cárnicas: Se deben revisar de acuerdo a la Resolución 5109 (Rotulado y etiquetado) de 2005 del Ministerio de Protección Social y dar rotación según el principio de usar el primero en vencer, primero en usar y así evitar tener materias primas vencidas.

Adecuación del pescado

Se deben utilizar mesones, tablas y cuchillos, tinas, canastillas limpias y desinfectadas para la obtención de la carne de pescado, trabajando en áreas refrigeradas y dando manejo a los subproductos del pescado para su posterior aprovechamiento en la elaboración de otros productos.

Procesos

- **Molido:** se debe tener en cuenta la limpieza, desinfección y el correcto uso del molino y el diámetro del disco a usar. La carne molida se debe almacenar debidamente empacada, rotulada, refrigerada o congelada de acuerdo con el tiempo de uso.
- **Mezcla:** Se debe tener en cuenta la temperatura del pescado que debe estar frío entre 0 a 4°C, se deben controlar los tiempos de mezclado para evitar que el trabajo mecánico aumente demasiado la temperatura de la mezcla.
- **Porcionado:** Se debe tener en cuenta el peso con que se van a formar las hamburguesas, las cuales deben quedar de forma homogénea y con peso promedio.

- **Empacado:** para el empackado al vacío de las hamburguesas, se deben congelar las hamburguesas para que al momento del empaque la presión de vacío no deforme las hamburguesas crudas, se debe verificar que quede bien sellado el empaque que no presente perforaciones o mal sellado que haga que se pierda el vacío.
- **Almacenamiento:** se debe controlar la temperatura de almacenamiento mínimo -18 °C para hamburguesas congeladas y de 0 a 4 °C para hamburguesas escaldadas listas para consumo, y se deben almacenar por separado.
- **Tratamiento térmico:** se deben controlar los tiempos y temperatura de establecidos en el protocolo de escaldado por asado en plancha doble 180 °C por 4 minutos, para alcanzar una temperatura interna de la hamburguesa mínimo de 72 °C.
- **Empaque:** se deben revisar las bolsas para vacío que sean nuevas que no estén contaminadas y que hayan estado almacenadas en un lugar adecuado alejado de contaminantes físicos, químicos o biológicos; la empacadora debe estar limpia y desinfectada y controlar la presión de vacío del equipo.

También se deben tener en cuenta la revisión de las variables de control para identificar y controlar los puntos críticos durante todas las etapas de proceso.

- Temperatura (°C) de la carne molida de Tilapia refrigerada
- Peso (g) de la carne molida de Tilapia refrigerada
- Peso (g) materias primas no cárnicas
- Tiempo (min) batido
- Peso (g) masa cárnica de hamburguesa

- Formación de las hamburguesas
- Temperatura de escaldado mediante la técnica de asado
- Temperatura de empaque
- Presión de vacío
- Temperatura de almacenamiento

Análisis

- **Rendimientos:** Evaluar los porcentajes de rendimiento de la obtención de la carne de pescado, mermas y proceso global.
- **Seguimiento a las formulaciones:** controlar el correcto uso de las formulaciones para estandarizar el proceso y de esta forma tener siempre una misma calidad y un mismo producto.
- **Análisis sensorial:** Evaluar de manera periódica el producto terminado para determinar si hay que realizar cambios en la formulación de acuerdo con los resultados de las pruebas de consumidores.
- **Análisis bromatológico y microbiológico:** Realizar con regularidad análisis de laboratorio para determinar la calidad del producto y determinar si se están presentando problemas de contaminación microbiológica y de ser así identificar las causas y hacer los correctivos necesarios.

Criterios de Aceptación y rechazo del producto

Los criterios de aceptación determinantes para una hamburguesa son: que este de tamaño uniforme, en el peso promedio, que tenga un buen proceso de escaldado, que tenga un aroma y sabor agradables durante

el tiempo de vida útil del producto empacado, manteniendo las condiciones de vacío y cadena de frío.

Para el rechazo del producto terminado se pueden dar por diferentes factores:

- **Microbiológicos:** Presencia de manchas o colores extraños, malos olores, presencia de lixiviados en el empaque de lechosos.
- **Textura:** que no tenga la textura de una hamburguesa, que sea muy dura y seca, que se fracture o desmorone con facilidad o muy blando con texturas muy pastosas.
- **Sensorial:** que tenga olores extraños, colores y sabores no deseados por alteraciones en el producto ocasionados por factores físicos como presencia de espinas, escamas, piel, vísceras, u objetos extraños o cabello, por contaminantes químicos como jabón, desinfectantes o de orden microbiológico.
- **Por bromatológicos:** se puedan detectar sabores rancios y degradación de la proteína, todos estos factores alteran la calidad, aceptación y vida útil del producto terminado.

Referencias

Congreso de la República de Colombia. (1979). Ley 09 de 1979 (julio 16):

Por la cual se dictan medidas sanitarias. Diario Oficial. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1177>
[Consultado, septiembre de 2025]

Ministerio de la Protección Social (2005). Resolución 5109 de 2005. Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resolucion%205109%20de%202005.pdf> [Consultado, septiembre de 2025]

Ministerio de Salud (1997). Decreto 3075 de 1997. República de Colombia. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=3337#:~:text=Por%20la%20cual%20se%20reglamenta,la%20Ley%209%20de%201979.> [Consultado, septiembre de 2025]

Ministerio de Salud y Protección Social (2013). Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones. Resolución 2674 del 2013. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=54030> [Consultado, septiembre de 2025]

Anexos

1. Ficha técnica.

Nombre del producto

Hamburguesa de tilapia roja

Descripción:

Producto cárnico fresco procesado, homogeneizado o picado o ambos, formado, sometido o no a tratamiento térmico escaldado mediante la técnica de asado, elaborado a base de carne de tilapia roja y con la adición de sustancias de uso permitido.

Empaque:

El empaque primario utilizado para las hamburguesas debe ser para empaque al vacío, grado alimenticio, resistente, bien selladas con separadores plásticos en entre cada unida y el secundario deberá ser diseñado para la comunidad de acuicultores de mojarra del Departamento de Arauca por el área encargada de diseño y empaque.

El empaque secundario debe tener toda la información requerida de etiquetado frontal y nutricional de acuerdo con la legislación legal vigente.

Presentación

Las hamburguesas crudas, se empacan en paquetes de 500 g cada paquete contiene cuatro unidades de 125 g cada una.

Las hamburguesas cocidas, se empacan en paquetes de 480 g cada paquete contiene cuatro unidades de 120 g cada una.

Características organolépticas:

Sabor y olor	Característicos a pescado, Libres de sabores y olores extraños
Color	Crema con marcas cafés por la técnica de asado empleada.
Textura	Compacta, firme, masticable
Aspecto	Compacto, lisa

Requisitos mínimos

NTC 1325, Resolución 2674 de 2013, Resolución 5109 (Rotulado y etiquetado) de 2005, Resolución 810 de 2021 Ministerio de Protección Social (Rotulado nutricional).

Ingredientes:

Carne de tilapia roja, agua, ajo en polvo sin sal, almidón de maíz o almidón de yuca o harina de trigo, azúcar, condimento cebolla en polvo, proteína aislada de soya, sal NaCl, salsa de tomate y unipack hamburguesa especial.

Conservación:

El producto debe mantenerse a una temperatura de - 18°C. si es empacado en crudo, si es empacado cocido entre 0 a 2°C. El empaque secundario debe proteger el producto de la luz.

Debe estar alejado de cualquier tipo de contaminación física, química o microbiológica como lo establece la Resolución 2674 de 2013. Se deben evitar los daños físicos al producto.

Vida útil:

Hamburguesas crudas empacadas al vacío a -18 °C de 4 a 8 meses.

Hamburguesas cocidas empacadas al vacío en refrigeración entre 0 a 2°. Tiempo estimado 30 días.



RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

DANIEL LEONARDO CALA DELGADO⁸

El aprovechamiento integral de la biomasa piscícola para la obtención de productos comestibles representa una estrategia esencial para fortalecer la sostenibilidad de la acuicultura, incrementar el valor agregado y reducir el impacto ambiental derivado del descarte de subproductos (Sierra et al., 2018). Los siete protocolos desarrollados a partir de carne, piel, huesos y escamas de tilapia roja constituyen un modelo replicable de bioaprovechamiento enmarcado en los principios de economía circular y producción limpia, orientado a la generación de alimentos seguros, funcionales y con alto potencial comercial. Desde una perspectiva técnica, estos procesos permiten transformar residuos en materia prima de calidad, contribuyendo a la seguridad alimentaria, la diversificación productiva y la competitividad de la industria acuícola (Kumaraguruparaswami et al., 2025).

En los procesos de elaboración de pescado seco y caldos instantáneos, se recomienda continuar optimizando las condiciones de secado

8 Profesor asociado universidad cooperativa de Colombia -sede Bucaramanga/ Arauca

y extracción térmica con base en tecnologías híbridas y controladas, como el secado convectivo asistido por microondas o la termo-ultrasonificación (Shahriar et al., 2022). Estas tecnologías han demostrado reducir la pérdida de aminoácidos esenciales y mejorar la estabilidad oxidativa y microbiológica de los productos (Shahriar et al., 2022; Lei et al., 2024). La incorporación de sistemas de monitoreo digital de temperatura y humedad relativa, así como el uso de fuentes energéticas limpias (solar o biomasa residual), contribuirá a disminuir la huella ambiental del proceso y garantizar una mayor uniformidad en la calidad final del producto. Adicionalmente, se sugiere la estandarización de los parámetros críticos de proceso y la validación sensorial y nutricional de los caldos en polvo, para favorecer su posicionamiento como alimento funcional de rápida reconstitución.

Respecto a los bioproductos derivados del colágeno de escamas y espinas, los estudios recientes sobre gelatina y recubrimientos comestibles (Mozuraityte et al., 2024) evidencian la importancia de controlar la pureza, solubilidad y estructura molecular del colágeno mediante pretratamientos con EDTA y etanol, que optimizan el rendimiento sin comprometer las propiedades fisicoquímicas del polímero. La incorporación de plastificantes naturales como el sorbitol o el glicerol, junto con la posible adición de compuestos bioactivos de origen vegetal, puede mejorar la flexibilidad y funcionalidad de las películas comestibles y de los recubrimientos aplicados sobre frutas, carnes o pescados frescos. Estas innovaciones promueven la sustitución de materiales plásticos convencionales y abren un campo de desarrollo en la industria alimentaria sostenible, bajo lineamientos de inocuidad definidos por la Resolución 2674 de 2013 del INVIMA.

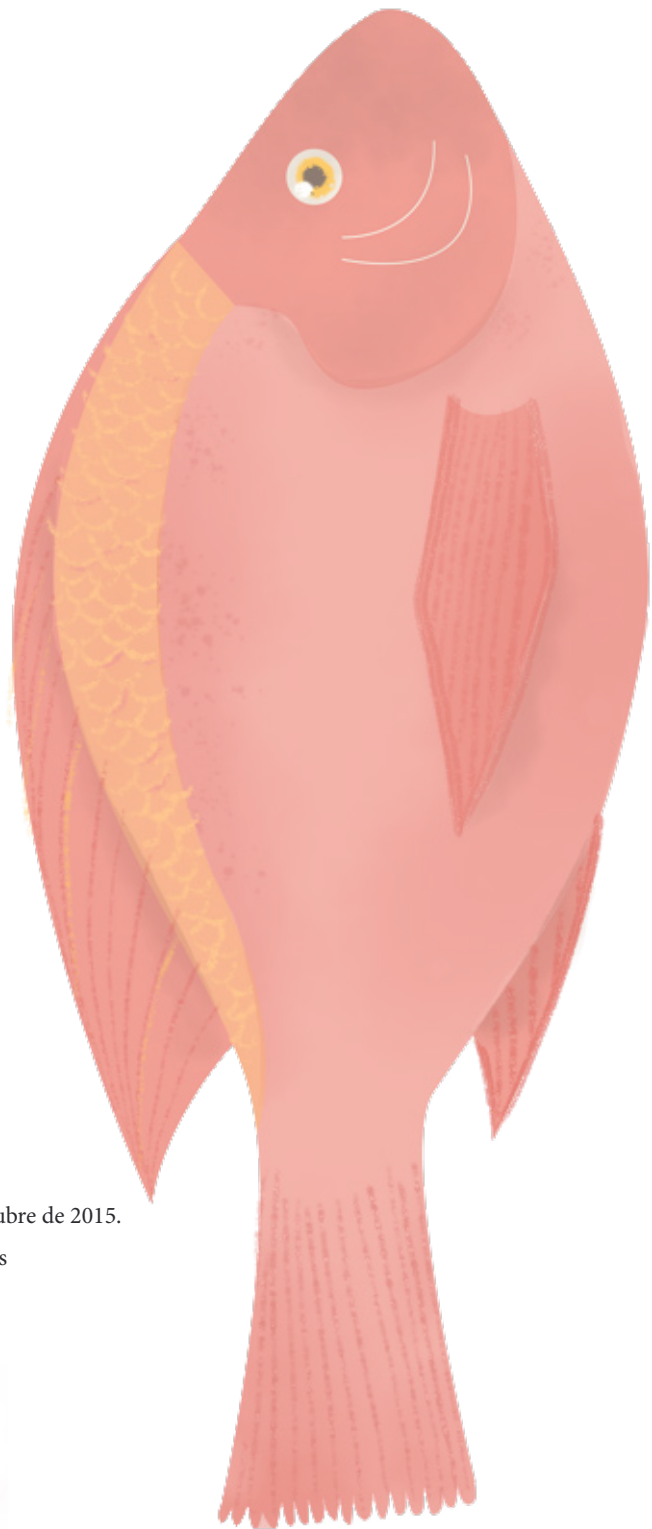
Por su parte, los snacks y hamburguesas a base de tilapia roja constituyen alternativas estratégicas para incrementar el consumo de proteína piscícola en poblaciones urbanas y rurales, con un perfil nutricional superior al de los productos cárnicos tradicionales. Los ha-

llazgos de Castro et al. (2020) y Suresh et al. (2017) resaltan la posibilidad de formular productos con bajo contenido graso y excelente aceptabilidad sensorial mediante la incorporación de proteínas texturizadas de soya, fibras naturales y antioxidantes de origen vegetal. En el caso de los snacks, la combinación de técnicas de extrusión, secado por aire caliente o fritura controlada puede mejorar la crocancia y estabilidad sin comprometer el contenido proteico ni la digestibilidad. Para las hamburguesas, se recomienda explorar sustitutos de grasa naturales, como emulsiones a base de chíá o avena, que mantengan la jugosidad del producto y reduzcan los ácidos grasos saturados. En ambos casos, la evaluación sensorial, la estandarización microbiológica y los estudios de vida útil serán esenciales para garantizar su competitividad en mercados nacionales e internacionales.

A nivel macro, el conjunto de estos desarrollos refleja un avance significativo en la integración de cadenas de valor acuícolas sostenibles, donde los subproductos no son considerados residuos sino insumos estratégicos para la producción de alimentos funcionales, suplementos y biopolímeros. Este enfoque, alineado con los principios de la bioeconomía circular, favorece la consolidación de plantas piloto y la transferencia tecnológica hacia asociaciones piscícolas y microempresas rurales, permitiendo diversificar los ingresos y fortalecer la resiliencia productiva. A futuro, será indispensable complementar estos esfuerzos con estudios de análisis de ciclo de vida (ACV), evaluación del impacto ambiental y ensayos de aceptación del consumidor, de modo que la innovación tecnológica se acompañe de criterios de sostenibilidad ambiental y social. Es importante fortalecer los Comites Universidad Estado Empresa (CUEE) para que la cooperación entre universidades, centros de investigación y el sector productivo sea determinante para escalar los resultados obtenidos y posicionar a la tilapia roja y cualquier tipo de pescado como una fuente versátil de bioproductos comestibles, saludables y con proyección internacional.

Referencias

- Shahriar, M. F., Joardder, M. U., & Karim, A. (2022). Recent trends and future potential of microwave-assisted fish drying. *Drying Technology*, 40(16), 3389-3401.
- Joardder, M. U., Parvej, A. M., Shahriar, M. F., Faysal, M. F., Rahman, M. M., & Karim, A. (2025). Enhancing fish drying efficiency and quality: A comparative study of intermittent microwave convective drying (IMCD) and conventional methods. *Future Foods*, 100717.
- Sierra Lopera, L. M., Sepúlveda Rincón, C. T., Vásquez Mazo, P., Figueroa Moreno, O. A., & Zapata Montoya, J. E. (2018). Byproducts of aquaculture processes: Development and prospective uses. *Review. Vitae*, 25(3), 128-140.
- Kumaraguruparaswami, M., & Subramani, D. (2025). Food Wastes and By Products as Valuable Ingredients for Processed Foods. *Journal of Food Process Engineering*, 48(8), e70199.
- Lei, H., Liu, X., Zhao, W., Lin, S., Lin, J., Li, J., ... & Han, Z. (2024). Sea bass fish head broth treated by thermo-ultrasonication: Improving the nutritional properties and emulsion stability. *Foods*, 13(16), 2498.
- Mozuraityte, R., Rodríguez-Turienzo, L., Requena, R., & Slizyte, R. (2024). Valorisation of salmon backbones: Extraction of gelatine and its applicability in biodegradable films. *Heliyon*, 10(14).
- Castro, L. S. B., Oliveira Pacheco, D., Radünz, M., Helbig, E., Arocha Gularte, M., Zambiasi, R. C., ... & Avila Gandra, E. (2020). Caracterización físico-química y análisis microbiológico de la carne cruda de pescado *Oligosarcus robustus* y desarrollo de una hamburguesa de pescado. *Revista chilena de nutrición*, 47(4), 561-567.
- Suresh, P. V., Kudre, T. G., & Johny, L. C. (2017). Sustainable valorization of seafood processing by-product/discard. In *Waste to wealth* (pp. 111-139). Singapore: Springer Singapore.



Este libro se terminó de editar en octubre de 2015.

Compuesto con fuentes de las familias

Aleo y Officina Sans.

Bogotá, Colombia.