

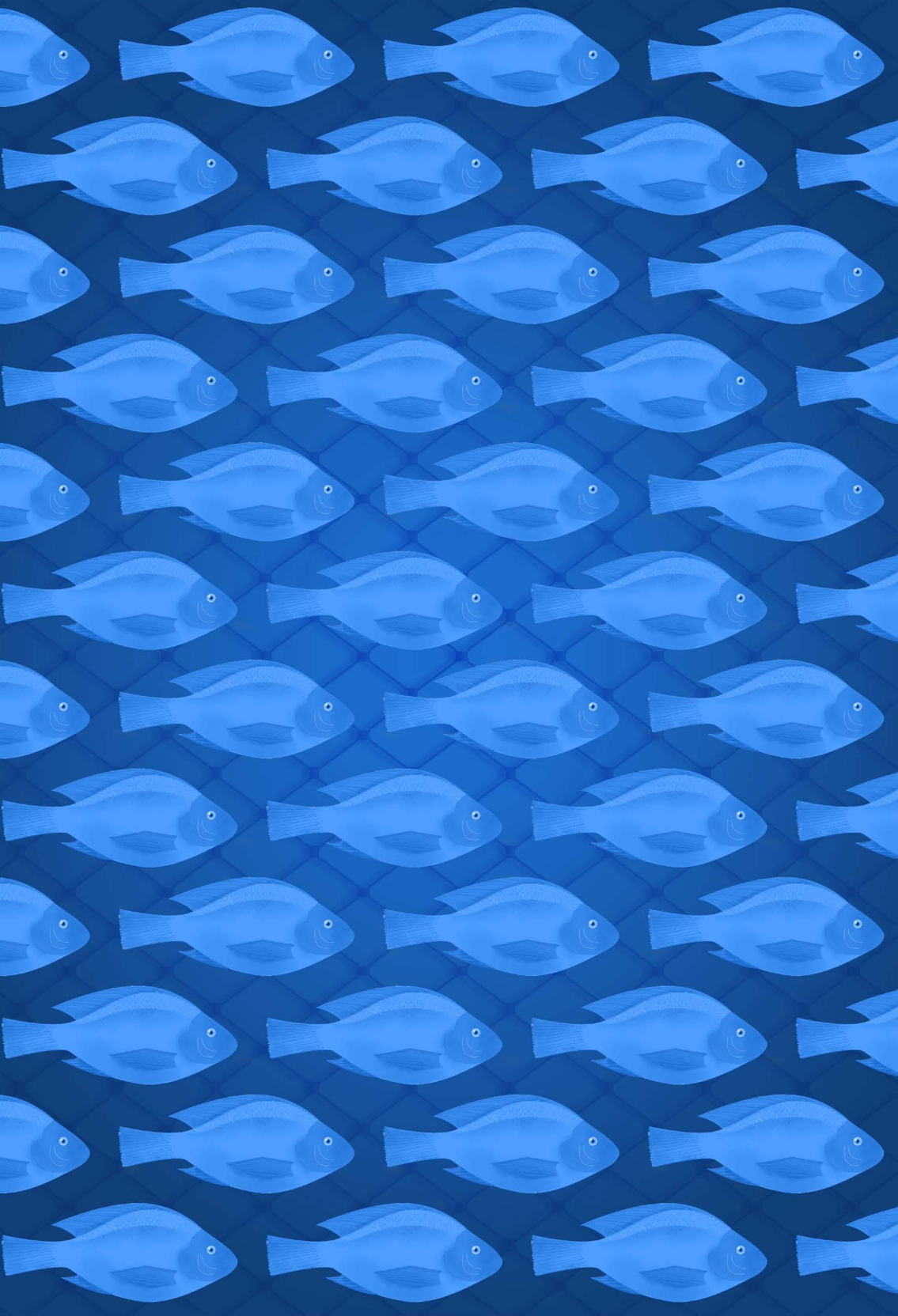
Aprovechamiento de subproductos DE LA PISCICULTURA PARA LA INDUSTRIA

Innovaciones en transformación y valor agregado



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 DE
SUBPRODUCTOS DE LA PISCICULTURA
PARA LA INDUSTRIA:
Innovaciones en transformación y valor
agregado.**

CARLOS ALBERTO JARAMILLO CRUZ
DANIEL LEONARDO CALA DELGADO
ISABELLA ARBOLEDA ARBOLEDA
JOAN SEBASTIAN MEDINA MONTANO
JOHN EDUAR VIVEROS MARÍN
JUAN DAVID PASSOS CORREA
MÓNICA LORENA MELO CHÁVEZ
LUISA FERNANDA COLLAZOS ESCOBAR

Resumen

Los subproductos acuícolas de tilapia representan una oportunidad para generar bienes de valor agregado más allá de la cadena alimentaria. En este proyecto se desarrollaron y sistematizaron protocolos de elaboración de productos no comestibles a partir de dichos subproductos, entre ellos colágeno, emulsión corporal, jabón corporal y fertilizante orgánico. Estos productos fueron diseñados bajo criterios de calidad y buenas prácticas de manufactura, demostrando su viabilidad en sectores como la cosmética y la agricultura. Los análisis microbiológicos y de calidad evidenciaron conformidad en los parámetros establecidos, garantizando la seguridad de uso.

Frente a ello, surge la necesidad de impulsar alternativas que no solo transformen residuos en productos útiles, sino que también integren los principios de sostenibilidad y economía circular dentro de la acuicultura. La elaboración de bienes como cremas, jabones, fertilizantes y colágeno no únicamente diversifica los usos de la tilapia, sino que abre la posibilidad de generar cadenas productivas complementarias, capaces de dinamizar economías locales y rurales. Asimismo, estas iniciativas reducen la presión ambiental derivada de la disposición inadecuada de subproductos, fomentando un aprovechamiento integral de la biomasa y promoviendo el desarrollo de bioproductos innovadores que fortalecen la competitividad y sostenibilidad de la acuicultura en Colombia.

Palabras clave: colágeno, emulsión corporal, jabón, fertilizante, subproductos acuícolas, tilapia, economía circular, sostenibilidad.

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

Jaramillo Cruz, C. A., Cala Delgado, D. L., Passos Correa, J. D., Viveros Marín, J. E., Melo Chávez, M. L., Collazos Escobar, L. F., Garavito Jején, J., Castellanos Espinosa, D. A., Rojas Mantilla, D., López Vargas, J. H., Castro Castro, J. W., & Reina Rengifo, N. Z. (2025). *Aprovechamiento en la transformación de productos y subproductos de tilapia roja para el consumo humano*. Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia.

Abstract

Tilapia aquaculture by-products represent an opportunity to generate value-added goods beyond the food chain. This project developed and systematized protocols for producing non-edible products from these by-products, including collagen, body emulsion, body soap, and organic fertilizer. These products were designed under quality criteria and good manufacturing practices, demonstrating their viability in sectors such as cosmetics and agriculture. Microbiological and quality analyses demonstrated compliance with established parameters, ensuring safe use.

Given this, there is a need to promote alternatives that not only transform waste into useful products but also integrate the principles of sustainability and the circular economy into aquaculture. The production of products such as creams, soaps, fertilizers, and collagen not only diversifies the uses of tilapia but also opens the possibility of generating complementary production chains capable of stimulating local and rural economies. These initiatives also reduce the environmental pressure resulting from the improper disposal of byproducts, encouraging the comprehensive use of biomass and promoting the development of innovative bioproducts that strengthen the competitiveness and sustainability of aquaculture in Colombia.

Keywords: collagen, body emulsion, soap, fertilizer, aquaculture byproducts, tilapia, circular economy, sustainability.

**APROVECHAMIENTO DE
SUBPRODUCTOS DE LA PISCICULTURA
PARA LA INDUSTRIA:
Innovaciones en transformación y valor
agregado.**

CARLOS ALBERTO JARAMILLO CRUZ
DANIEL LEONARDO CALA DELGADO
ISABELLA ARBOLEDA ARBOLEDA
JOAN SEBASTIAN MEDINA MONTANO
JOHN EDUAR VIVEROS MARÍN
JUAN DAVID PASSOS CORREA
MÓNICA LORENA MELO CHÁVEZ
LUISA FERNANDA COLLAZOS ESCOBAR

Aprovechamiento de subproductos de la piscicultura para la industria: Innovaciones en transformación y valor agregado

© Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia,
© Carlos Alberto Jaramillo Cruz, Daniel Leonardo Cala Delgado, Isabella Arboleda Arboleda,
Joan Sebastian Medina Montano, John Eduar Viveros Marín, Juan David Passos Correa,
Mónica Lorena Melo Chávez, Luisa Fernanda Collazos Escobar.

ISBN (PDF): 978-958-760-580-8

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, María 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 CTeI 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

Con colores saturados y el azul evocando el agua en esta ilustración se representa la versatilidad del producto protagonista: la tilapia roja. El pez está en el centro acompañado de las manos que lo cultivan, con un detalle que hace alusión al territorio colombiano, dado que son manos colombianas quienes producen el pescado. Al rededor se despliega la variedad de productos no comestibles que pueden obtenerse a partir de este cultivo.

Daniela Garzón

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.	
PRODUCTOS NO COMESTIBLES DERIVADOS DEL APROVECHAMIENTO DE LA TILAPIA ROJA	19
Referencias	21
I. EXTRACCIÓN DE COLÁGENO A PARTIR DE ESCAMAS DE TILAPIA.	25
Objetivo	25
Alcance	26
Materiales y Equipos	27
Condiciones Previas / Requisitos	28
Preparación de solución desinfectante 100 ppm	29
Procedimiento	29
Parámetros Críticos de Control	34
Criterios de Aceptación/Rechazo del Producto	34
Referencias	36
Anexos	37
II. PROTOCOLO PARA LA OBTENCIÓN FERTILIZANTE A BASE DE SUBPRODUCTOS DE TILAPIA.	39
Objetivo	39
Alcance	40
Materiales y Equipos	40
Condiciones previas	41
Procedimiento para la obtención fertilizante a base de subproductos de tilapia	47
Parámetros Críticos de Control	51

Criterios de Aceptación / Rechazo del Producto	52
Referencias	53
III. PROTOCOLO PARA LA ELABORACIÓN DE JABÓN CORPORAL LÍQUIDO, CON INCORPORACIÓN DE COLÁGENO DE ESCAMAS DE TILAPIA .	55
Objetivo	55
Alcance	56
Materiales y Equipos	57
Condiciones Previas / Requisitos	57
Procedimiento	58
Parámetros Críticos de Control	62
Criterios de Aceptación / Rechazo del Producto	63
Referencias	64
IV. PROTOCOLO PARA LA ELABORACIÓN EMULSIÓN PARA EL CUIDADO FACIAL Y CORPORAL CON BASE DE COLÁGENO DE ESCAMAS DE TILAPIA.	67
Objetivo	67
Alcance	68
Materiales y Equipos	68
Condiciones Previas / Requisitos	69
Procedimiento	70
Parámetros Críticos de Control	73
Criterios de Aceptación / Rechazo del Producto	73
Referencias	75
RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS	77
Referencias	81

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Recepción, selección y lavado de las escamas de pescado previo al proceso de extracción de colágeno	30
Figura 2. Proceso de desinfección de las escamas seleccionadas, mediante tratamiento inicial con solución de hipoclorito, seguido de enjuague con agua y posterior desinfección con solución de ácido acético (vinagre).	31
Figura 3. Pesaje de las escamas..	31
Figura 4. Cocción de las escamas en una olla pitadora	32
Figura 5. Licuado de las escamas utilizando el agua resultante de su cocción..	32
Figura 6. Filtrado de la mezcla licuada mediante colador y tela de organza esterilizada, con el fin de retener impurezas y obtener un líquido homogéneo libre de grumos.	33
Figura 7. Medición inicial de pH, preparación de la solución acidificante, medición posterior al proceso de acidificación y adición de conservantes como benzoato de sodio..	33
Figura 8. Envasado y rotulado del producto final, indicando la fecha correspondiente.	34
Figura 9. Diagrama de Flujo del proceso - Colágeno a partir de escamas.	35
Figura 10. Fertilizante de microorganismos del bosque en estado sólido para biofertilización y activación de suelos	44
Figura 11. Biofertilizante líquido (tipo supermagro).	46
Figura 12. Recolección de subproductos de tilapia.	47
Figura 13. Cocción de subproductos de tilapia	48
Figura 14. Preparación de la mezcla a fermentar	49
Figura 15. Envasado de fertilizante de tilapia	50

Figura 16. Diagrama de Flujo del proceso - Fertilizante.	51
Figura 17. Pesaje de ingredientes	59
Figura 18. Incorporación del blend	60
Figura 19. Incorporación de la sal	61
Figura 20. Envasado y presentación comercial	61
Figura 21. Diagrama de flujo del proceso - Jabón.	62
Figura 22. Materias primas dispensadas	71
Figura 23. Incorporación del blend y el agua.	72
Figura 24. Envasado y presentación comercial	73
Figura 25. Diagrama de flujo del proceso - Emulsión.	74

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Solución desinfectante y vinagre.	37
Tabla 2. Solución desinfectante y vinagre.	37
Tabla 3. Proporciones utilizadas para la formulación del hidrolato	41
Tabla 4. Materiales e insumos requeridos para la preparación de biofertilizante a base de microorganismos del bosque.	42
Tabla 5. Materiales e insumos requeridos para la preparación de fertilizante líquido tipo supermagro.	44
Tabla 6. Parámetros de aprobación o descarte del producto	52
Tabla 7. Formulación jabón corporal con colágeno de escamas de tilapia	59
Tabla 8. Formulación de emulsión para el cuidado facial y corporal con base de colágeno de tilapia	70



INTRODUCCIÓN.

PRODUCTOS NO COMESTIBLES DERIVADOS DEL APROVECHAMIENTO DE LA TILAPIA ROJA

Los sistemas acuáticos “son cada vez más reconocidos por las múltiples soluciones que ofrecen para mejorar la seguridad alimentaria, la nutrición, mitigar la pobreza e impulsar el desarrollo socioeconómico, especialmente en comunidades vulnerables” (FAO, 2024). En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) proyecta que “la acuicultura representará el 54 % de la producción total de animales acuáticos y el 60 % de los alimentos acuáticos destinados al consumo humano, lo que equivale a una cifra estimada de 184 millones de toneladas, es decir, el 90 % de la producción total” (FAO, 2024).

Según la FAO (2001), la acuicultura en América Latina y el Caribe constituye una alternativa productiva de singular importancia, debido a su aporte en la generación de alimentos, su capacidad para incrementar el empleo y los ingresos en poblaciones asentadas en áreas marginales, rurales y costeras, así como por su contribución a la generación de divisas. Desde el año 2014, este sector ha registrado el

mayor crecimiento en la producción global de alimentos para consumo humano (Sonnenholzner-Varas, 2021).

En el caso colombiano, la acuicultura ha adquirido una creciente relevancia en los últimos años, gracias a su impacto positivo en las economías locales, a la implementación de estrategias orientadas al bienestar de los productores y a su papel en el fortalecimiento de la seguridad alimentaria nacional (Piza Jerez et al., 2021). De hecho, entre el cuarto trimestre de 2024 y el primero de 2025, la pesca y la acuicultura crecieron un 3,2 %, consolidándose como el renglón de mayor crecimiento dentro del sector agropecuario en ese periodo (AUNAP, 2025). No obstante, en la región de la Orinoquía, la producción acuícola se caracteriza por un enfoque predominantemente empírico lo que ha limitado el acceso a procesos de tecnificación, a pesar del notable potencial que posee la zona, dado que cuenta con condiciones naturales propicias para el desarrollo de esta actividad (Arango, 2024).

Frente a este panorama, el aprovechamiento de los subproductos generados en la cadena acuícola no sólo permite disminuir el impacto ambiental asociado a su disposición, sino que también impulsa nuevas oportunidades de desarrollo económico. Estudios recientes demuestran, por ejemplo, que residuos de pescado pueden transformarse en biofertilizantes que mejoran el rendimiento agrícola y la salud del suelo (Maquen-Perleche et al., 2023; Bhuimbar & Dandge, 2023; Tiwow et al., 2019). De manera similar, la grasa residual de especies como el bagre ha sido utilizada para la elaboración de jabón líquido con propiedades aceptables y viables técnicamente (Aprianti et al., 2019), mientras que extracciones de colágeno muestran promisorios avances hacia aplicaciones en cicatrización y cosmética (Jaziri et al., 2025). Estas alternativas no solo contribuyen a reducir la carga contaminante de los desechos piscícolas, sino que fortalecen los principios de economía circular y diversifican la cadena de valor acuícola.

Referencias

- Piza Jerez, A. C., Arévalo Quintero, B., Carrillo Martínez, P. A., & Correa Núñez, A. C. (2021). Guía práctica para el manejo de recursos hídricos y naturales en la piscicultura araucana. Federación Colombiana de Acuicultores - FEDEACUA; Universidad Nacional de Colombia. https://fedecua.org/files/mrhnpa_-_version_digital_br.pdf
- Arango, Y. (2024, septiembre 10). Peces, río e innovación: en busca del desarrollo piscícola en Arauca. Periódico UNAL. Universidad Nacional de Colombia. <https://periodico.unal.edu.co/articulos/peces-rio-e-innovacion-en-busca-del-desarrollo-piscicola-en-arauca>
- Food and Agriculture Organization. (2024). The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in Action. <https://doi.org/10.4060/cd0683es>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). Situación de la acuicultura en América Latina y el Caribe (Capítulo). En AB480S. FAO. <https://www.fao.org/4/AB480S/AB480S03.htm>
- Sonnenholzner-Varas, J.-I. (2021). ¿Hacia dónde va la acuicultura de equinodermos en América Latina? Potencial, retos y oportunidades. *Revista de Biología Tropical*, 69(Suppl. 1), S1–S14. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v69isuppl.1.46393>
- Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP. (2025, abril 30). La pesca y acuicultura lideran el crecimiento del sector agropecuario en el primer trimestre de 2025. <https://aunap.gov.co/la-pesca-y-acuicultura-lideran-el-crecimiento-del-sector-agropecuario-en-el-primer-trimestre-de-2025/>
- Bhuimbar, M. V., & Dandge, P. B. (2023). Fish protein hydrolysate as a biofertilizer: Influence on plant growth and soil health. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, 93(2), 235–246. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2023PINSB..93..235B/abstract>

- Maquen-Perleche, L., Huamán, C., & Pérez, R. (2023). Biofertilizante líquido a base de residuos de pescado y su efecto en el rendimiento de frijol (*Vigna unguiculata*) y maíz (*Zea mays*). *Scientia Agropecuaria*, 14(1), 45–53. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/5308>
- Tiwow, V. M. A., Kalalo, R. C., & Mandey, L. C. (2019). Utilization of fish waste as liquid organic fertilizer by traditional fermentation (Bakasang). *Journal of Physics: Conference Series*, 1242(1), 012018. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1242/1/012018>
- Alharbi, S. N., Alamri, S. A., Al-Zahrani, H. S., et al. (2024). Fish-waste-derived biofertilizer improves growth and physiological traits of *Stevia rebaudiana* under saline stress. *Plants*, 13(14), 1909. <https://doi.org/10.3390/plants13141909>
- Aprianti, N., Nurhayati, & Moeksin, R. (2019). Production of liquid soap from catfish (*Pangasius hypophthalmus*) fat. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*, 4(1), 28–33. <https://ijfac.unsri.ac.id/index.php/ijfac/article/view/146>
- Jaziri, M., Kchaou, H., & Nasri, M. (2025). Recent progress in sustainable fish byproduct utilisation: Unveiling fish collagen as a potential wound-healing agent. *Annals of Animal Science*, 25(2), 357–370. <https://doi.org/10.2478/aoas-2025-0026>



I. EXTRACCIÓN DE COLÁGENO A PARTIR DE ESCAMAS DE TILAPIA

CARLOS ALBERTO JARAMILLO CRUZ
JOAN SEBASTIAN MEDINA MONTANO
JOHN EDUAR VIVEROS MARÍN
JUAN DAVID PASSOS CORREA
MÓNICA LORENA MELO CHÁVEZ
LUISA FERNANDA COLLAZOS ESCOBAR
VICTOR ALFONSO ROJAS BEDOYA¹

Objetivo

Documentar y divulgar el protocolo técnico estandarizado para el desarrollo de colágeno a partir del manejo de subproductos de tilapia roja en el departamento de Arauca, en el marco del proyecto “Fortalecimiento de capacidades, conocimientos y herramientas en CTel para el mejoramiento de la productividad en cultivos acuícolas en el departamento de Arauca”.

1 Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira.

Alcance

El colágeno es un biopolímero que se encuentra en la matriz extracelular (MEC) representa entre el 25% al 35% del contenido proteico animal (Jafari et al., 2020; Kozłowska & Ciesielska, 2025). Se caracteriza por ser un compuesto de fácil acceso, con diversas propiedades benéficas como la biocompatibilidad, la capacidad de biodegradarse, una baja antigenicidad, propiedades antimicrobianas y ausencia de toxicidad (Kozłowska & Ciesielska, 2025).

En especies acuáticas particularmente la tilapia (*Oreochromis spp.*), las escamas cuentan con una capa ósea formada por fibrillas de colágeno orientadas aleatoriamente, acompañado por una abundante presencia de cristales de hidroxipatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) (Mori et al., 2013, #). El colágeno extraído de estas escamas presenta una composición similar al colágeno obtenido a partir de subproductos bovinos (Núñez-Tapia et al., 2024).

Debido a sus propiedades es ampliamente utilizado como biomaterial en el campo biomédico, además de tener aplicaciones en la industria cosmética, farmacéutica y alimentaria (Kozłowska & Ciesielska, 2025). Por otra parte, los péptidos de colágeno, que corresponden a versiones parcialmente digeridas de esta proteína se emplean como ingredientes en la industria alimentaria (Mori et al., 2013).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, este protocolo se estandarizó gracias a la realización de distintos ensayos en el laboratorio de Acuicultura con Énfasis en Peces Ornamentales de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, donde se realizaron análisis como microbiológicos, contenido de humedad y pH, esto para obtener un protocolo sencillo que se pueda realizar en campo por la comunidad pesquera del departamento de Arauca.

Materiales y Equipos



Materiales

- Escamas de tilapia roja.
- Agua potable.
- Hipoclorito de sodio (NaClO).
- Ácido acético (CH_3COOH) Vinagre.
- Benzoato de sódio ($\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Na}$).
- Sorbato de potasio ($\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2\text{K}$)
- Ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$).



Equipos

- Balanza electronica.
- Olla a presión.
- Espátula.
- Estufa eléctrica.
- Recipientes plásticos o de vidrio.
- Termómetro.
- Licuadora.
- Colador plástico.
- Tela organza 30 x 30 cms.
- Elementos de protección personal (guantes, tapaboca, bata, cofia).

Condiciones Previas / Requisitos

Higiene personal

- Es de uso obligatorio el gorro o cofia, tapabocas y guantes limpios.
- Ausencia de cualquier tipo de accesorio (relojes, anillos, joyas, entre otros) durante el proceso.
- Uñas cortas, limpias y sin esmalte.
- Usar vestimenta de colores claros y de uso exclusivo para el proceso.
- Lavar permanentemente las manos antes, durante y después del proceso.
- Evitar toser, estornudar o hablar sobre la materia prima, producto en proceso o producto terminado.

Limpieza y desinfección de utensilios y superficies

- Se debe lavar muy bien con jabón sin olor y agua potable todos los utensilios como ollas, coladores, cucharas, licuadora y recipientes, antes y después del uso. Una vez lavados realizar desinfección con solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm, realizar mediante inmersión durante 5 minutos y después enjuagar.
- Realizar lavado de las superficies jabón sin olor y agua potable y posteriormente desinfectar con solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm por aspersión con ayuda del atomizador, dejar actuar la solución desinfectante sobre la superficie por 10 minutos y después enjuagar.

Área de trabajo y/o zona de proceso

- Disponer en recipientes o canecas herméticas para depositar los residuos generados durante el proceso de extracción.
- Evitar el ingreso y/o anidación de plagas.

Preparación de solución desinfectante 100 ppm

1. Concentración del Cloro:

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

- Concentración deseada (Cd): 100 ppm.
- Concentración conocida (Cc): 52500 ppm solución de hipoclorito de sodio comercial o uso doméstico al 5,25%.
- Volumen de la solución de la concentración deseada a preparar (Vd): 1000 ml.
- Volumen de hipoclorito requerido (V): El que se hallará

2. Concentración del Vinagre:

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

- Concentración deseada (Cd): 100 ppm.
- Concentración conocida (Cc): 50000 ppm solución de hipoclorito de sodio comercial o uso doméstico al 5%.

Procedimiento

1. Recepción y lavado de las escamas de Tilapia

- Retirar escamas que no cumplan las características (olor, color brillante, textura).
- Lavar las escamas con agua potable para retirar contaminantes e impurezas, repetir el proceso de lavado 2-3 veces hasta asegurar la limpieza.

Figura 1. Recepción, selección y lavado de las escamas de pescado previo al proceso de extracción de colágeno



Fuente: Elaboración propia.

2. Desinfección de la muestra

- Para el proceso de desinfección de la muestra se prepara una solución desinfectante de 100 ppm de hipoclorito de sodio, cubrir las escamas y dejar actuar, durante 15 minutos y enjuagar (ver tabla 1).
- Realizar una segunda desinfección preparar una solución desinfectante de 100 ppm de vinagre, sumergir las escamas y dejar actuar durante 15 minutos y enjuagar (ver tabla 1).

Figura 2. Proceso de desinfección de las escamas seleccionadas, mediante tratamiento inicial con solución de hipoclorito, seguido de enjuague con agua y posterior desinfección con solución de ácido acético (vinagre).



Fuente: Elaboración propia.

3. Pesado de la muestra

- En una balanza pesar las escamas.

Figura 3. Pesaje de las escamas..



Fuente: Elaboración propia.

4. Cocción de la muestra

- Agregar las escamas en una olla a presión y agregar agua potable cocinar a fuego medio durante 45 minutos, dejar enfriar hasta alcanzar una temperatura inferior a 30°C (ver tabla 2).

Figura 4. Cocción de las escamas en una olla pitadora



Fuente: Elaboración propia.

5. Licuado

- Licuar las escamas y el líquido resultante del proceso de cocción durante 5 minutos hasta conseguir una mezcla homogénea

Figura 5. Licuado de las escamas utilizando el agua resultante de su cocción..

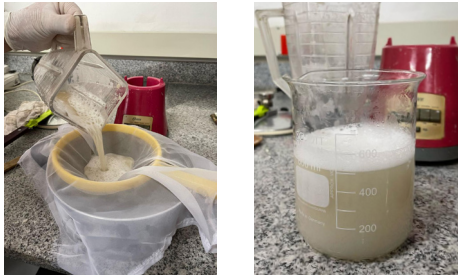


Fuente: Elaboración propia.

6. Colado

- Con la ayuda de un colador y un trozo de tela organza esterilizada de 30 x 30 cm colar la mezcla, de esta manera se obtendrá una mezcla con menor cantidad de residuos.

Figura 6. Filtrado de la mezcla licuada mediante colador y tela de organza esterilizada, con el fin de retener impurezas y obtener un líquido homogéneo libre de grumos.



Fuente: Elaboración propia.

7. Acidificación y adición de preservantes

- Acidificar el pH de la mezcla (colágeno), para incorporar los preservantes se requiere un pH de 5.0 ± 0.5 , acidificar mediante una solución de ácido cítrico al 5%, (ver tabla 3).
- Para preservar el colágeno se debe preparar una solución de benzoato de sodio al 0.1% y sorbato de potasio al 0.2%, (ver tabla 3).

Figura 7. Medición inicial de pH, preparación de la solución acidificante, medición posterior al proceso de acidificación y adición de conservantes como benzoato de sodio..



Fuente: Elaboración propia.

8. Envasado

- Desinfectar los envases de plástico con alcohol al 97% para luego agregar el colágeno, roturar y refrigerar.

Figura 8. Envasado y rotulado del producto final, indicando la fecha correspondiente.



Fuente: Elaboración propia.

Parámetros Críticos de Control

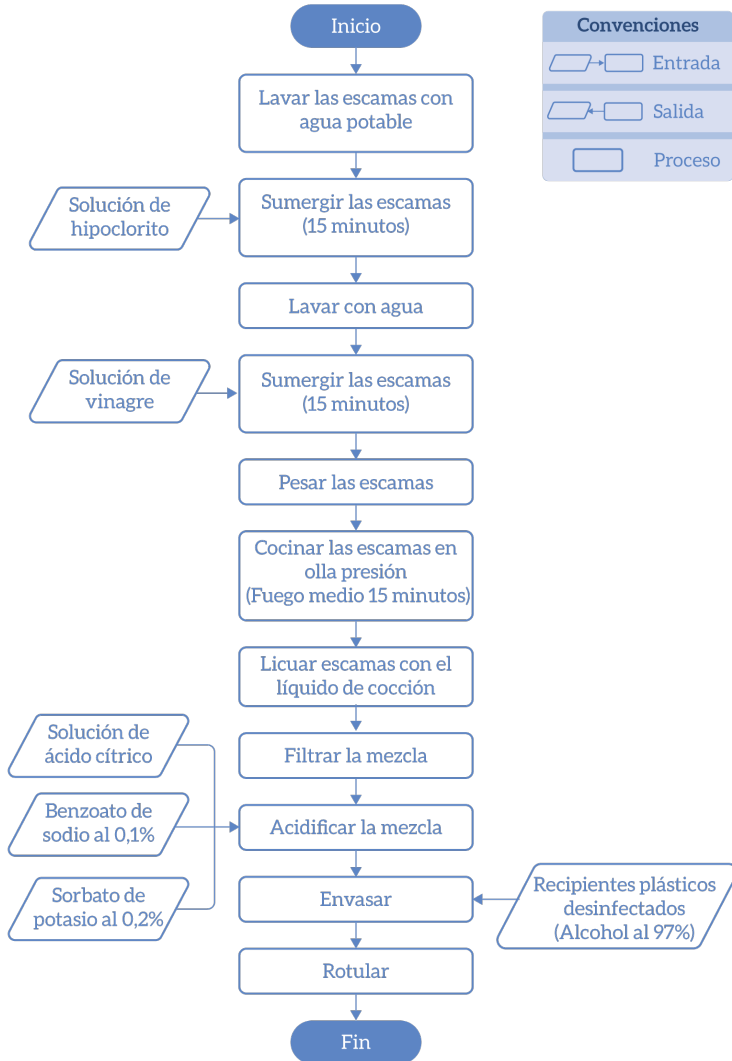
- Asegurar que el pH sea de $5 \pm 0,5$, es esencial para mantener la integridad de las moléculas.
- Control microbiológico, es importante controlar la presencia de microorganismos, este debe ser garantizado mediante desinfección de utensilios en cada paso del proceso y el cumplimiento de las condiciones previas .

Criterios de Aceptación/Rechazo del Producto

- El colágeno debe ser translúcido, sin residuos visibles.
- Sin olor fuerte.
- Gelatinizado

En la figura 9 se observa el diagrama de flujo del proceso completo.

Figura 9. Diagrama de Flujo del proceso - Colágeno a partir de escamas.



Fuente: Elaboración propia.

Referencias

- Jafari, H., Lista, A., Siekapen, M.M, Ghaffari-Bohlouli, P., Nie, L., Alimoradi, H. y Shavandi, A. (2020). Colágeno de pescado: Extracción, caracterización y aplicaciones para la ingeniería de biomateriales. *Polímeros* , 12 (10), 2230. <https://doi.org/10.3390/polym12102230>
- Kozłowska, J., & Ciesielska, A. (2025). Preparation and preliminary studies of porous fish collagen and chitosan materials enriched with microcapsules containing an active ingredient. *Informes científicos*, 15(11511 (2025)). SCOPUS. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-95809-x>
- Mori, H., Tone, Y., Shimizu, K., Zikihara, K., Tokutomi, S., Ida, T., Ihara, H., & Hara, M. (2013). Studies on fish scale collagen of Pacific saury (*Cololabis saira*). *Materials Science and Engineering*, 33(1), 174-181. SCOPUS. 10.1016/j.msec.2012.08.025
- Núñez-Tapia, I.A., Vázquez-Vázquez, F.C., Mendoza, O.F., Bucio-Galindo, L., Álvarez-Pérez, M. A., & Piña-Barba, M. C. (2024). Comparison of Commercial Collagen and Marine Collagen: Efficiency and Effects on the Formation of EDC/NHS-Crosslinked Membranes. *Biomedical Materials & Devices*, 3, 1228-1238. SCOPUS. 10.1007/s44174-024-00233-w


Anexos

Tabla 1. Solución desinfectante y vinagre.

Solución desinfectante - concentración deseada 100 ppm		
Agua potable	Hipoclorito (ml)	Vinagre (ml)
1000	1,90	2,0
950	1,81	1,9
900	1,71	1,8
850	1,62	1,7
800	1,52	1,6
750	1,43	1,5
700	1,33	1,4
650	1,24	1,3
600	1,14	1,2
550	1,05	1,1
500	0,95	1,0
450	0,86	0,9

Tabla 2. Solución desinfectante y vinagre.

Cantidad de agua para cocinar las escamas	
Cantidad de escamas (g)	Cantidad de agua potable (litro)
1000	2,00
950	1,90
900	1,80
850	1,70
800	1,60
750	1,50
700	1,40
650	1,30
600	1,20
550	1,10
500	1,00
450	0,90



II. PROTOCOLO PARA LA OBTENCIÓN FERTILIZANTE A BASE DE SUBPRODUCTOS DE TILAPIA

CARLOS ALBERTO JARAMILLO CRUZ
JOHN EDUAR VIVEROS MARÍN
JOAN SEBASTIAN MEDINA MONTANO
JUAN DAVID PASSOS CORREA
MÓNICA LORENA MELO CHÁVEZ
LUISA FERNANDA COLLAZOS ESCOBAR²

Objetivo

Documentar y divulgar el protocolo técnico estandarizado para el desarrollo de fertilizante a partir del manejo de subproductos de tilapia roja en el departamento de Arauca, en el marco del proyecto “Fortalecimiento de capacidades, conocimientos y herramientas en CTel para el mejoramiento de la productividad en cultivos acuícolas en el departamento de Arauca”.

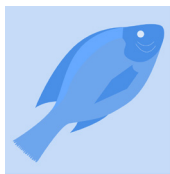
2 Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira.

Alcance

Este protocolo fue desarrollado a partir de pruebas repetidas y análisis de laboratorio que validan la calidad del fertilizante tipo hidrolato obtenido por fermentación de vísceras de tilapia. Está diseñado para su aplicación en campo, con enfoque en sistemas de producción agrícola a pequeña y mediana escala. Se prioriza el uso de vísceras como materia prima por su disponibilidad, aporte nutricional y viabilidad para la formulación de bioestimulantes líquidos. El protocolo busca facilitar su implementación con recursos accesibles, sin comprometer la funcionalidad agronómica del producto.

Materiales y Equipos

El protocolo requiere el uso de subproductos de tilapia y coadyuvantes de origen agroindustrial que permiten la fermentación y activación biológica del fertilizante. A continuación, se detallan los materiales y equipos utilizados en el proceso, así como las proporciones empleadas para la formulación del hidrolato (ver tabla 3).



Materiales

- Subproductos de tilapia: agallas, vísceras, cabezas, peces de descarte y residuos del procesamiento.
- Agua potable.
- Suero lácteo
- Melaza (subproducto de la caña de azúcar).
- Biofertilizante a base de microorganismos activados.



Equipos

- Balanza para pesaje de insumos.
- Medidor de pH
- Estufa de leña
- Recipientes plásticos
- Costal de fibra vegetal (filtración o contención de residuos sólidos).
- Olla a presión (para aplicación de calor cuando el protocolo lo indique).

Tabla 3. Proporciones utilizadas para la formulación del hidrolato

Ingrediente	Unidad	Cantidad
Subproductos de tilapia	kg	1
Agua potable	L	3.1
Suero lácteo	L	7.1
Melaza	L	1.4
Biofertilizante de microorganismos activados	L	2.6

Condiciones previas

Para garantizar la participación de microorganismos beneficiosos en el biofertilizante a base de subproductos de tilapia, se realizará previamente un preparado microbiológico a partir de material forestal, el cual constará de dos fases: una sólida para activación de suelos (ver materiales en tabla 4) y una líquida tipo supermagro, que será incorporada al proceso de fermentación, las cuales se describen a continuación:

1. Preparación y uso de microorganismos del bosque en estado sólido para biofertilización y activación de suelos.

Tabla 4. Materiales e insumos requeridos para la preparación de biofertilizante a base de microorganismos del bosque.

Material / Ingrediente	Cantidad	Observaciones técnicas
Mantillo del bosque o manto microbiano activo	30 a 40 kg	Recolectado de zonas sin intervención humana
Salvado de arroz o maíz	80 kg	Base nutricional para la reproducción microbiana
Melaza de caña de azúcar	2 a 4 galones	Disuelta previamente en agua si es muy espesa
Harina de rocas (opcional)	2 kg	Aporta minerales traza, mejora el valor agronómico
Recipiente plástico con tapa hermética	1 (capacidad: 200 litros)	Alternativamente, puede usarse un hoyo sellado en tierra

Cosecha de microorganismos del bosque

- Identificar un área boscosa sin intervención humana y sin presencia de agroquímicos.
- Recolectar material del suelo superficial (mantillo), con prioridad sobre la capa con coloración blanca, cremosa, marrón o anaranjada, y olor a humedad.
- Evitar hojas verdes, tierra en exceso o materia poco descompuesta.
- Preparación de la mezcla sólida
- Sobre una superficie limpia o directamente en el suelo, colocar los 30–40 kg del mantillo recolectado.

- Mezclar en seco con los 80 kg de salvado y (opcionalmente) los 2 kg de harina de rocas hasta obtener una mezcla homogénea.
- Añadir lentamente los 2 a 4 galones de melaza (disuelta previamente si está muy espesa), mezclando con pala o con las manos.
- La mezcla final debe tener baja humedad, olor afrutado y una textura que no libere agua al hacer la prueba de puño.

Fermentación

- Introducir la mezcla en el recipiente plástico de 200 L, por capas, compactando con un pisón para eliminar aire.
- No llenar completamente el recipiente: dejar entre 10 y 15 cm libres en la parte superior.
- Tapar de forma hermética. Dejar fermentar durante 30 días, en un lugar sombreado y sin mover el recipiente.
- Alternativa en campo:
- Si no se dispone de un recipiente plástico, excavar un hoyo cilíndrico (50–80 cm de diámetro y 100–120 cm de profundidad).
- Forrar con doble bolsa plástica. Depositar la mezcla, compactar, cerrar las bolsas y sellar con tierra apisonada.
- Mantener enterrado durante los mismos 30 días de fermentación.

Tomado de: Asociación para el Desarrollo Agroambiental y Forestal – ASODAFOR. (s.f.). Guía 001: Preparación y uso de microorganismos del bosque (versión 2). Yotoco, Valle del Cauca.

En la figura 10 se observa el fertilizante de microorganismos del bosque en estado sólido.

Figura 10. Fertilizante de microorganismos del bosque en estado sólido para biofertilización y activación de suelos



Fuente: Elaboración propia.

2. Preparación y uso de microorganismos del bosque como biofertilizante líquido (tipo supermagro).

Este biofertilizante se elabora a partir de microorganismos presentes en hojarasca y suelo superficial de zonas boscosas (ver tabla 5). Su adición al proceso de fermentación busca fortalecer la actividad microbiana, mejorar la degradación de los subproductos de tilapia y optimizar el desempeño del fertilizante final.

Tabla 5. Materiales e insumos requeridos para la preparación de fertilizante líquido tipo supermagro.

Material / Ingrediente	Cantidad	Observaciones
Microorganismos del bosque activados	10 kg (aprox. 1 galón)	Preparados previamente
Suero de leche	20 litros	Subproducto lácteo, no pasteurizado preferiblemente

Material / Ingrediente	Cantidad	Observaciones
Melaza de caña de azúcar	2 galones	Puede ser melaza cruda o comercial
Agua no tratada (sin cloro)	100 litros	Se recomienda dejar reposar el agua clorada 24 h
Bolsa de tela o costal de fibra vegetal	1 unidad	Para contener los microorganismos dentro del fermentador
Caneca plástica con tapa hermética (200 L)	1 unidad	No debe abrirse durante la fermentación

Procedimiento

1. Preparación del cultivo microbiano

Introducir los 10 kg de microorganismos del bosque activados en una bolsa de tela o costal de fibra vegetal. Asegurarse de que el material esté fresco, libre de contaminantes y bien distribuido dentro del costal.

2. Mezcla base de fermentación

En una caneca plástica limpia de 200 litros, adicionar los 100 litros de agua no tratada, los 20 litros de suero de leche y los 2 galones de melaza. Revolver hasta obtener una mezcla homogénea.

3. Fermentación

Introducir la bolsa con los microorganismos dentro de la caneca, asegurándose de que quede completamente sumergida. Tapar herméticamente.

Importante: No abrir el recipiente durante los 30 días de fermentación, ya que el proceso requiere condiciones anaeróbicas estrictas.

4. Reposo y control

Ubicar la caneca en un lugar fresco y sombreado. No mover ni destapar durante el tiempo de fermentación.

Tomado de: Asociación para el Desarrollo Agroambiental y Forestal – ASODAFOR. (s.f.). Guía 004: Preparación y uso de microorganismos del bosque como biofertilizante sencillo o supermagro (versión 1). Yotoco, Valle del Cauca.

En la figura 11 se observa el fertilizante líquido.

Figura 11. Biofertilizante líquido (tipo supermagro).



Fuente: Elaboración propia.

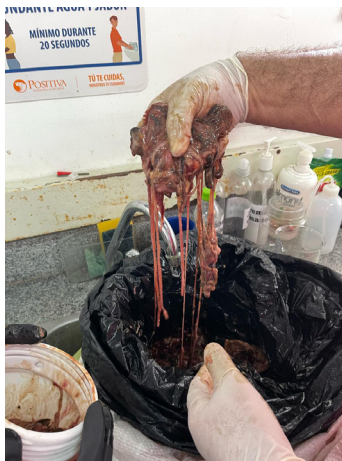
El uso de este biofertilizante, preparado a partir de material forestal, ha demostrado “efectos positivos en la estructura microbiana del suelo, la disponibilidad de nutrientes como nitrógeno y fósforo, y la productividad agrícola en sistemas de bajo impacto ambiental” (Millán et al., 2023; Zhang et al., 2020).

Procedimiento para la obtención fertilizante a base de subproductos de tilapia

1. Recepción

- Se recolectan los subproductos de tilapia: agallas, vísceras, cabezas, peces de descarte y restos de procesamiento (ver figura 12). El material debe estar en estado fresco y libre de contaminantes externos. Se pesa una cantidad inicial de 1 kg de esta mezcla de subproductos.

Figura 12. Recolección de subproductos de tilapia.



Fuente: Elaboración propia.

2. Pesaje

- Con una balanza, se verifica que la cantidad de subproductos de tilapia sea de 1 kg. Este valor es fundamental para mantener la proporción de ingredientes definida en el protocolo.

3. Cocción

- Se vierte la totalidad del material pesado en una olla metálica resistente, preferiblemente de acero inoxidable(ver figura 13). Se añade agua potable en una proporción 1:1 (1 litro de agua por cada kilogramo de subproducto).
- La mezcla se lleva a cocción en un fogón (puede ser de leña) de leña durante 40 minutos, manteniendo fuego alto y revolviendo constantemente para evitar la adhesión del material al fondo del recipiente y garantizar una cocción uniforme.
- Una vez finalizada la cocción, se retira del fuego y se deja enfriar hasta alcanzar temperatura ambiente.

Figura 13. Cocción de subproductos de tilapia



Fuente: elaboración propia.

4. Preparación de la mezcla a fermentar

En un recipiente plástico limpio (bidón), se mezclan los siguientes ingredientes en las proporciones establecidas: (ver figura 14)

- 7.1 litros de suero de leche
- 1.4 litros de melaza
- 2.1 litros de agua potable
- Se agita la mezcla hasta obtener una solución homogénea.
- Posteriormente, se agregan:
- La fracción líquida obtenida de la cocción de los subproductos de tilapia (una vez fría)
- 2.6 litros del biofertilizante de microorganismos activados
- La mezcla completa debe agitarse nuevamente para asegurar su integración total.

Figura 14. Preparación de la mezcla a fermentar



Fuente: elaboración propia.

5. Fermentación

El producto se deja fermentar durante 30 días, en un lugar protegido de la luz solar directa y con ventilación natural. Durante este tiempo, se recomienda remover el contenido cada 5 a 7 días para evitar sedimentaciones y favorecer el proceso biológico.

6. Envasado

Una vez concluido el proceso de fermentación, el fertilizante se envasa en recipientes plásticos de 1 litro previamente lavados y esterilizados (ver figura 15). El producto final debe etiquetarse adecuadamente, indicando fecha de elaboración, fecha de vencimiento y condiciones de almacenamiento.

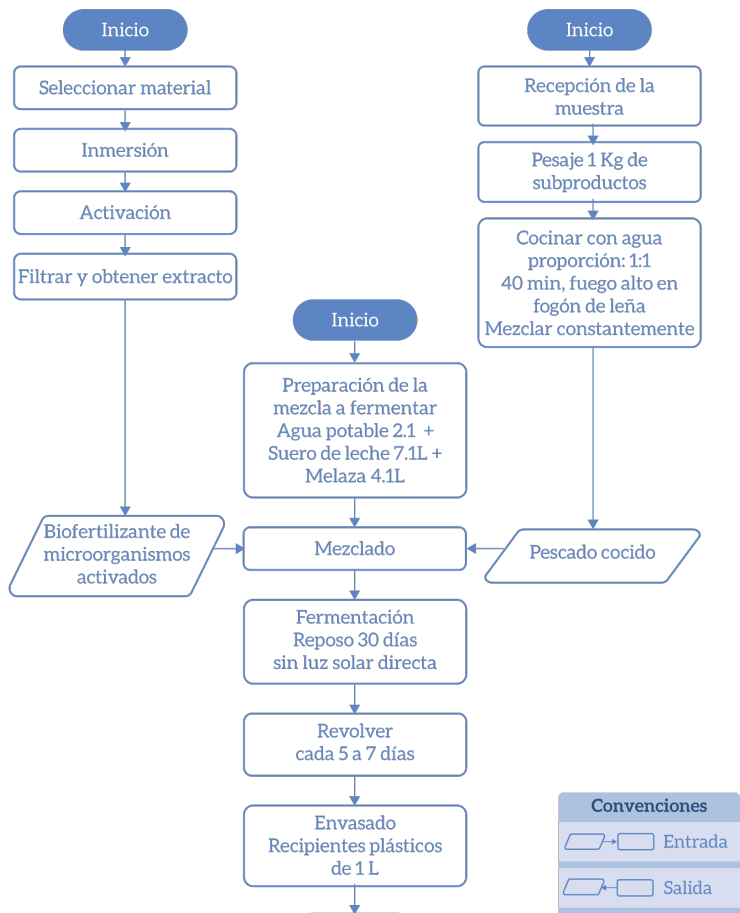
Figura 15. Envasado de fertilizante de tilapia



Fuente: elaboración propia.

En la figura 16 se observa el diagrama de flujo del proceso completo.

Figura 16. Diagrama de Flujo del proceso - Fertilizante.



Fuente: elaboración propia.

Parámetros Críticos de Control

Para asegurar la calidad y seguridad del hidrolato como fertilizante a base de subproductos de tilapia, deben monitorearse las siguientes condiciones durante el proceso:

Olor y aspecto físico

- Olor: Un aroma ácido moderado y sin putrefacción es señal de un proceso adecuado.
- Color y textura: El líquido debe ser homogéneo, sin separación excesiva de fases o formación de moho superficial.

Tiempo de fermentación

- El periodo debe respetarse (mínimo 20–30 días), asegurando la transformación de compuestos orgánicos sin deterioro.

Almacenamiento

- Después de la fermentación, conservar en envases cerrados, en lugar fresco y sombreado, para evitar contaminación cruzada y prolongar la estabilidad del producto.

Criterios de Aceptación / Rechazo del Producto

Tabla 6. Parámetros de aprobación o descarte del producto

Criterio	Condición aceptable
Olor	Ácido moderado, sin indicios de putrefacción ni olores fétidos.
Color	Marrón oscuro o ámbar, homogéneo.
Sedimentación	Mínima y natural; el producto debe ser fácilmente agitable.
Ausencia de mohos visibles	No debe haber hongos, películas blancas o verdosas en la superficie.
Ausencia de gas excesivo	No debe presentar hinchazón peligrosa del recipiente ni olores sulfurosos fuertes.
Aplicabilidad	Capacidad de ser diluido/aplicado en campo sin obstrucción en sistemas de riego.

Referencias

- Asociación para el Desarrollo Agroambiental y Forestal – ASODAFOR. (s.f.).
Guía 001: Preparación y uso de microorganismos del bosque (versión 2). Yotoco, Valle del Cauca.
- Asociación para el Desarrollo Agroambiental y Forestal – ASODAFOR. (s.f.).
Guía 004: Microorganismos del bosque líquidos (versión 1). Yotoco, Valle del Cauca.
- Millán, R. J., Sharma, R., & Sahu, O. (2023). Biofertilizers enhance soil fertility and crop yields through microbial community modulation. *Agronomy*, 15(7), 1572. <https://doi.org/10.3390/agronomy15071572>
- Zhang, F., Xu, X., Wang, G., Wu, B., & Xiao, Y. (2020). Medicago sativa and soil microbiome responses to Trichoderma as a biofertilizer in alkaline saline soils. *Applied Soil Ecology*, 153, 103573. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103573>



III. PROTOCOLO PARA LA ELABORACIÓN DE JABÓN CORPORAL LÍQUIDO, CON INCORPORACIÓN DE COLÁGENO DE ESCAMAS DE TILAPIA

ISABELLA ARBOLEDA ARBOLEDA ³
MONICA LORENA MELO CHAVEZ⁴

Objetivo

Documentar y divulgar un protocolo técnico estandarizado para la elaboración de jabón corporal líquido, con incorporación de colágeno de escamas de tilapia, con el fin de darle valor agregado a un subproducto piscícola y pesquero. 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”.

3 Química farmacéutica. Universidad ICESI

4 Zootecnista UNAL - Palmira

Alcance

Basados en la definición de producto cosmético dada por la comunidad andina de naciones (CAN):

Toda sustancia o formulación destinada a ser puesta en contacto con las partes superficiales del cuerpo humano (epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos) o con los dientes y las mucosas bucales, con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, modificar o mejorar su aspecto, protegerlos, mantenerlos en buen estado o corregir los olores corporales (CAN, 2018).

El jabón corporal se avala como un producto cosmético destinado a la limpieza, sin embargo, la idea con este proyecto no es solo proporcionar limpieza, sino permitir que el consumidor final tenga un plus con la adición de ingredientes que permitan mejorar, proteger y mantener en buen estado la piel gracias a la incorporación del colágeno obtenido a partir de escamas de tilapia, que aporta humectación para la piel gracias al contenido de prolina e hidroxiprolina, es un excelente componente que proporciona estructura y elasticidad a la piel lo que contribuye a la disminución de aparición de arrugas que favorece la cicatrización (Sionkowska, 2020).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, este protocolo se estandarizó gracias a la realización de distintos ensayos en el laboratorio de Acuicultura con Énfasis en Peces Ornamentales de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, con los cuales se estableció una metodología sencilla de fabricación para que fuera adaptable y reproducible fácilmente en campo por la comunidad pesquera del departamento de Arauca, teniendo en cuenta factores de control en la producción para asegurar la calidad del producto terminado.

Materiales y Equipos



Materiales

- Recipientes de acero inoxidable
- Recipientes plásticos
- Alcohol etílico al 96%
- Utensilios de pesaje (cucharas)
- Envases plásticos (envasar producto terminado)
- Etiqueta
- Embudo
- Paños de limpieza



Equipos

- Batidora de inmersión o batidora clásica de 2 aspas.
- Balanza de precisión de 2 decimales.

Condiciones Previas / Requisitos

Antes de iniciar con la fabricación del producto es importante implementar algunas acciones que buscan evitar contaminación del producto, con el fin de obtener un producto de calidad y seguro para los usuarios. A continuación, se listan las recomendaciones que se deben tener en cuenta, antes, durante y después de cada fabricación:

- Usar siempre elementos de protección personal durante la fabricación: tapabocas desechable, guantes (látex o nitrilo),

bata de laboratorio manga larga, cofia (gorro) que recoja todo el cabello y cubra las orejas).

- Retirar todos los accesorios (aretes, *piercings*, reloj, manillas, cadenas, anillos) y el maquillaje.
- Asegurarse de contar con un área despejada y limpia para la fabricación.
- Cada utensilio a utilizar, así como las superficies, deberán ser limpiadas con jabón y detergente, posterior se deberá realizar una sanitización (aplicación de alcohol etílico al 96%) y secado.
- Contar con suficientes implementos plásticos (vasijas o recipientes) para dispensar cada materia prima y utensilios (cucharas) individuales para cada materia prima, en caso de no tener cucharas para cada materia prima, deberá lavarse y sanitizarse entre cada pesaje.
- Evitar el tránsito de personas por el área de fabricación, esta medida ayudará a disminuir el riesgo de contaminación del producto.
- Tener impreso la documentación necesaria: fórmula y el procedimiento de fabricación.

Procedimiento

1. Formulación

La presente formulación estandarizada se presenta luego de la realización de múltiples ensayos hasta llegar a la presentación con mejores características. La tabla 7 de formulación del jabón corporal con colágeno de escamas de tilapia indica las proporciones exactas de cada componente en función del volumen total deseado de la solución.

Tabla 7. Formulación jabón corporal con colágeno de escamas de tilapia

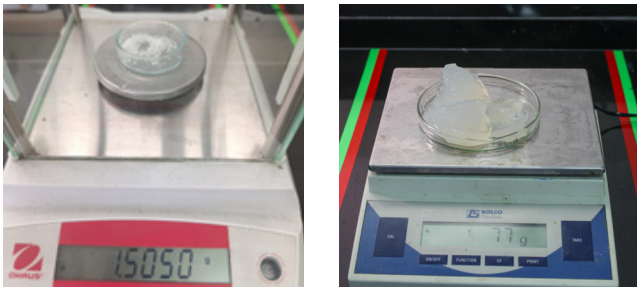
Ingredientes	Concentración de Uso (%)	Acción	Proveedor/ Fabricante
Agua	74,50	Vehículo	Acueducto*
Blend FS60 Novavit	14,00	Base surfactante (Jabón)	Quimica Express/ colorquímica
Blanco perlado Novavit	1,00	Surfactante perlado	Agenquímicos (Cali)
Colágeno gelificado	8,00	Activo , humectante, Acondicionador de piel	Proveedor interno (Piscicultores)
Cloruro de sodio (sal de cocina)	1,20	Agente viscosante	Supermercado
Preservante (fenoxietanol)	0,80	Preservante	Agenquímicos (Cali)
Esencia	0,50	Agente perfumante	Agenquímicos (Cali)

* Se recomienda la compra de un equipo para tratamiento de agua, mínimo agua desionizada o filtración por ósmosis inversa, con el fin de mejorar la calidad y estabilidad del producto.

2. Preparación de la solución de jabón

- Pesar cada ingrediente (ver figura 17).

Figura 17. Pesaje de ingredientes



Fuente: elaboración propia.

- En un recipiente de capacidad adecuada incorporar el agua, reservar 20%. (El agua deberá hervirse en recipiente de acero inoxidable y enfriarse antes de la preparación para reducir el riesgo de contaminación microbiológica)
- Con agitación constante y a velocidad baja, incorporar el blend hasta incorporación total, esto sucede cuando se observa una solución traslúcida (controlar la formación de espuma con adición mediante spray de alcohol al 96%) (ver figura 18)

Figura 18. Incorporación del blend



Fuente: elaboración propia.

- Poner a baño maría el colágeno hasta que se encuentre líquido y adicionar a la mezcla anterior, si desea evitar este paso, se puede sacar el colágeno de la nevera de 30 a 60 minutos antes de iniciar fabricación y adicionar a la mezcla anterior.
- Disolver el cloruro de sodio (sal) en el 20% de agua reservada (verificar que se observe una solución sin partículas) y adicionar a la mezcla anterior hasta completa homogenización, se debe observar un aumento en la viscosidad del producto. (ver figura 19)

Figura 19. Incorporación de la sal



Fuente: elaboración propia.

- Adicionar Blanco perlado y mezclar hasta completa homogenización
- Adicionar preservante y fragancia, mezclar hasta completa homogenización.
- Envasar, con la ayuda de un embudo, la cantidad definida según la presentación comercial. (ver figura 20).

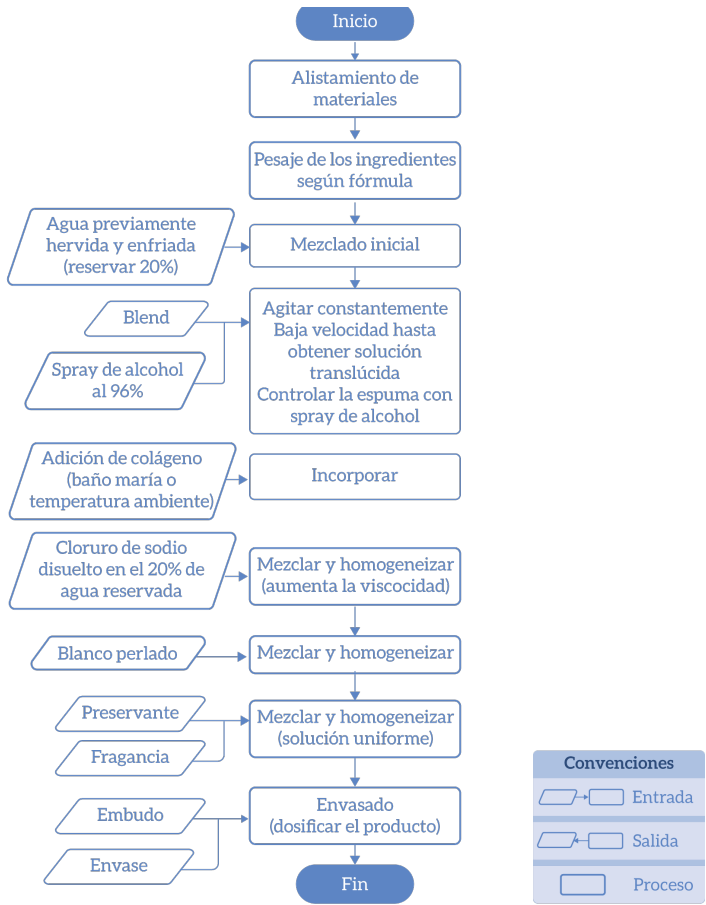
Figura 20. Envasado y presentación comercial

Fuente: elaboración propia.



En la figura 21 se observa el diagrama de flujo del proceso completo.

Figura 21. Diagrama de flujo del proceso - Jabón.



Fuente: elaboración propia.

Parámetros Críticos de Control

- El colágeno debe de estar completamente liquido al momento de su incorporación en la mezcla


- Homogeneidad: Asegurar la correcta incorporación de los ingredientes: No debe observarse separación de componentes, grumos o partículas de sal sin disolverse
- Evaluar las características organolépticas del producto: olor y color.

Criterios de Aceptación / Rechazo del Producto

- El jabón debe tener un olor de acuerdo con la esencia adicionada.
- Se debe realizar prueba de uso: Tomar una cantidad necesaria y lavar las manos, debe producir espuma, limpiar la piel, perfumarla y dejarla con sensación de suavidad.

Referencias

- Comunidad Andina (CAN). (2018). Armonización de legislaciones en materia de productos cosméticos [Decisión 833]. MINCIT.
- Sionkowska A, Adamiak K, Musiał K, Gadomska M. Collagen Based Materials in Cosmetic Applications: A Review. *Materials* (Basel). 2020 Sep 23;13(19):4217. doi: 10.3390/ma13194217. PMID: 32977407; PMCID: PMC7578929.



IV. PROTOCOLO PARA LA ELABORACIÓN EMULSIÓN PARA EL CUIDADO FACIAL Y CORPORAL CON BASE DE COLÁGENO DE ESCAMAS DE TILAPIA

ISABELLA ARBOLEDA ARBOLEDA ⁵
MONICA LORENA MELO CHAVEZ⁶

Objetivo

Documentar y divulgar un protocolo técnico estandarizado para la elaboración de emulsión para el cuidado facial y corporal a base de colágeno de escamas de tilapia, con el fin de darle valor agregado a un subproducto piscícola y pesquero. Esto, en el marco del proyecto “Fortalecimiento de capacidades, conocimientos y herramientas en CTel para el mejoramiento de la productividad en cultivos acuícolas en el departamento de Arauca”.

5 Química farmacéutica. Universidad ICESI

6 Zootecnista UNAL - Palmira

Alcance

La emulsión para el cuidado facial y corporal a base de colágeno de tilapia, es un producto de uso externo que hidrata y nutre la piel, mejora la elasticidad y firmeza. La adición del colágeno a partir de escamas de tilapia proporciona hidratación y acondiciona la piel gracias a su propiedad de formar una película en la piel que reducen la pérdida de agua transepidérmica, y combinado con la acción de la glicerina humecta y acondiciona la piel de manera natural (Siahaan et al 2022)..

Con este protocolo se buscó desarrollar un producto que complementara el jabón obtenido en este proyecto, buscando ofrecer un kit corporal al consumidor final. Se estableció una metodología de fabricación sencilla y fácilmente reproducible para comunidad de piscicultores del departamento de Arauca, teniendo en cuenta factores de control en la producción para asegurar la calidad del producto terminado.

Materiales y Equipos



Materiales

- Recipientes de acero inoxidable
- Recipientes plásticos
- Utensilios de pesaje (cucharas)
- Alcohol etílico al 96%
- Envases plásticos (envasar producto terminado)
- Etiqueta
- Paños de limpieza



Equipos

- Batidora de inmersión o batidora clásica de 2 espas.
- Balanza de precisión de 2 decimales.

Condiciones Previas / Requisitos

Buenas prácticas de manufactura.

- Antes de iniciar con la fabricación del producto es importante implementar algunas acciones que buscan evitar contaminación del producto, con el fin de obtener un producto de calidad y seguro para los usuarios. A continuación, se listan las recomendaciones que se deben tener en cuenta, antes, durante y después de cada fabricación:
- Usar siempre elementos de protección personal durante la fabricación: Tapabocas desechable, Guantes (Latex o nitrilo), bata de laboratorio manga larga, cofia (gorro) que recoja todo el cabello y cubra las orejas).
- Retirar todos los accesorios (aretes, *piercings*, reloj, manillas, cadenas, anillos) y el maquillaje.
- Asegurarse de contar con un área despejada y limpia.
- Cada utensilio a utilizar, así como las superficies, deberán ser limpiadas con jabón y detergente, posterior se deberá realizar una sanitización (aplicación de alcohol etílico al 96%) y secado.
- Contar con suficientes implementos plásticos (vasijas o recipientes) para dispensar cada materia prima y utensilios (cucharas) individuales para cada materia prima, en caso de no tener cucharas para cada materia prima, deberá lavarse y sanitizarse entre cada pesaje.

- Evitar el tránsito de personas por el área de fabricación, esta medida ayudará a disminuir el riesgo de contaminación del producto.
- Tener impreso la documentación necesaria: fórmula e instructivo de fabricación.
- Evitar el tránsito de personas por el área de fabricación, esta medida ayudará a disminuir el riesgo de contaminación del producto.
- Tener impreso la documentación necesaria: fórmula y el procedimiento de fabricación.

Procedimiento

1. Formulación

La presente formulación estandarizada se presenta luego de la realización de múltiples ensayos hasta llegar a la presentación con mejores características. La tabla 8 de formulación de la emulsión para el cuidado facial y corporal a base de colágeno de tilapia indica las proporciones exactas de cada componente en función del volumen total deseado de la solución líquida.

Tabla 8. Formulación de emulsión para el cuidado facial y corporal con base de colágeno de tilapia

Ingredientes	Concentración de Uso (%)	Acción	Proveedor/ Fabricante
Base crema (PROBLEND CC12)	75,00	Emulsificador en frío	Agénquímicos – protecnica ingeniería (Cali)
Colágeno gelificado	8,00	Activo, humectante, acondicionador de piel.	Proveedor interno (Piscicultores)

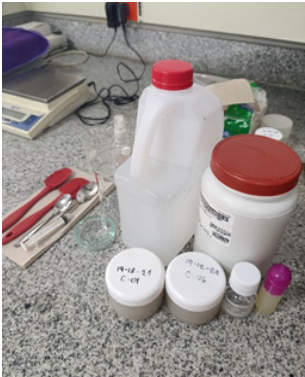
Ingredientes	Concentración de Uso (%)	Acción	Proveedor/ Fabricante
Glicerina	1,00	Humectante, acondicionador de piel, hidratante.	Agenquímicos (Cali)
Esencia	0,50	Agente perfumante	Agenquímicos (Cali)
Preservante (fenoxietanol)	0,80	Preservante	Agenquímicos (Cali)
Agua	14,70	Vehículo	Acueducto*

* Se recomienda la compra de un equipo para tratamiento de agua, mínimo agua desionizada o filtración por ósmosis inversa, con el fin de mejorar la calidad y estabilidad del producto.

2. Preparación de emulsión para el cuidado facial y corporal a base de colágeno de tilapia

- Pesar cada ingrediente utilizando recipientes adecuados según capacidad, identificar con nombre de materia prima y tapar. (ver figura 22)

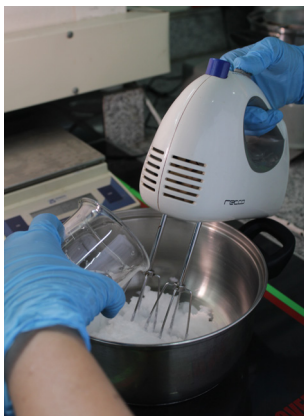
Figura 22. Materias primas dispensadas



Fuente: elaboración propia.

- En un recipiente de capacidad adecuada, incorporar el blend y el agua hasta homogenizar completamente a velocidad media, (el agua deberá hervirse en recipiente de acero inoxidable y enfriarse antes de la preparación para reducir el riesgo de contaminación microbiológica). (ver figura 23)

Figura 23. Incorporación del blend y el agua.



Fuente: elaboración propia.

- Poner a baño maría el colágeno hasta que se encuentre completamente líquido y adicionar a la mezcla anterior, si desea evitar este paso, se puede sacar el colágeno de la nevera de 30 a 60 minutos antes de iniciar fabricación.
- Adicionar la glicerina y continuar agitando lentamente.
- Adicionar preservante y la esencia, mezclar hasta completa homogenización.
- Envasar, con la ayuda de una bolsa resellable en forma de manga pastelera, la cantidad definida según la presentación comercial. (ver figura 24)

En la figura 25 se observa el diagrama de flujo del proceso completo.

Figura 24. Envasado y presentación comercial



Fuente: elaboración propia.

Parámetros Críticos de Control

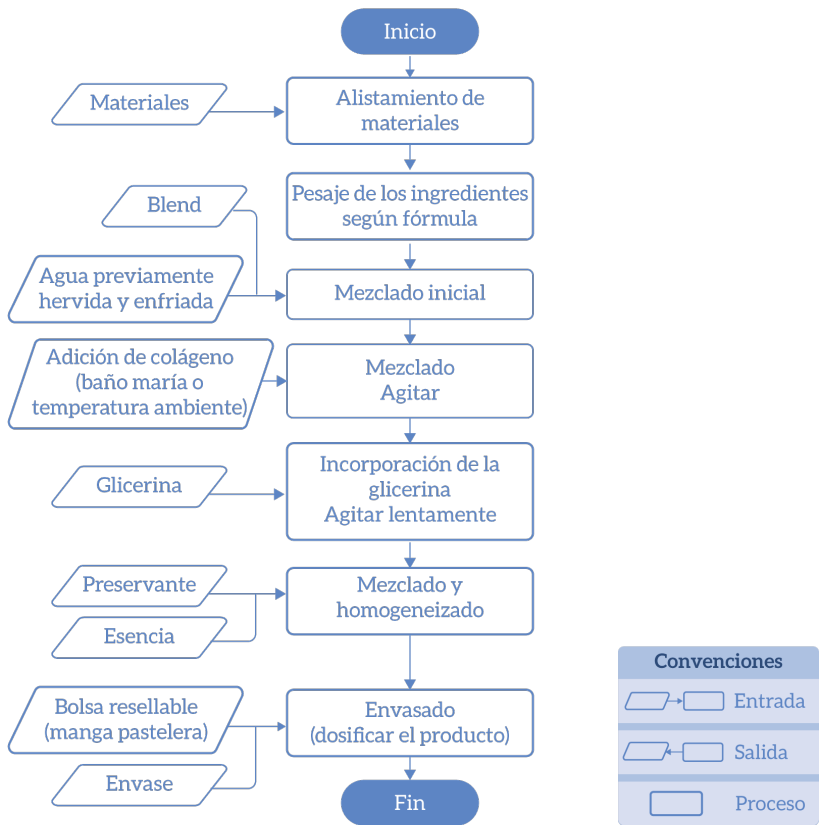
- **Agitación:** Se debe asegurar correcta incorporación de materias primas.
- **Ausencia de grumos:** Para evitar aparición de grumos, el colágeno debe estar completamente líquido al momento de su incorporación en la mezcla.
- **Viscosidad:** Se debe mezclar previamente el cloruro de sodio en el agua reservada hasta completa dilución, su incorporación a la mezcla se debe realizar de manera lenta con agitación constante hasta que el producto obtenga la viscosidad deseada, en caso de observar que está muy viscoso no adicionar mas cantidad pues se podría licuar nuevamente.

Criterios de Aceptación / Rechazo del Producto

El producto debe cumplir con las características organolépticas y fisico-químicas establecidas:

- Apariencia
- Olor
- Color
- Libre de partículas extrañas
- Viscosidad (cps - Aguja 5)
- Peso promedio (g)

Figura 25. Diagrama de flujo del proceso - Emulsión.



Fuente: elaboración propia.

Referencias

Siahaan EA, Agusman, Pangestuti R, Shin KH, Kim SK. Potential Cosmetic Active Ingredients Derived from Marine By-Products. Mar Drugs. 2022 Nov 24;20(12):734. doi: 10.3390/md20120734. PMID: 36547881; PMCID: PMC9787341.

RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

DANIEL LEONARDO CALA DELGADO⁷

El aprovechamiento integral de los subproductos de tilapia constituye una oportunidad estratégica para avanzar hacia una acuicultura sostenible y de economía circular, en la que los residuos no comestibles se transforman en productos de alto valor agregado para las industrias cosmética, agrícola, farmacéutica y biotecnológica (Delgado et al., 2020). Sin embargo, para consolidar estos procesos dentro de las cadenas productivas y garantizar su escalabilidad, se requiere fortalecer aspectos técnicos, normativos y de innovación aplicada.

La producción acuícola mundial genera entre 60 y 70 % de residuos, representados principalmente por pieles, escamas, huesos, vísceras y cabeza (Sierra et al., 2018). Estos materiales contienen proteínas, colágeno, lípidos, y enzimas de alto valor biotecnológico, por lo que su adecuada clasificación y recolección en origen debe formar parte de las buenas prácticas de manejo. En acuicultura industrial, la tasa de subproductos oscila entre 37 % y 99 %, dependiendo del tipo de especie y la escala de procesamiento (Love et al., 2024).

En los procedimientos propuestos en este documento técnico buscábamos mostrar metodologías que pueden ser usadas y replicadas por otros investigadores, pero también que sirva de material para la estandarización de procedimientos por parte de los productores que quieran

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

dar generar productos de valor agregado. Por lo anterior se recomienda implementar protocolos de análisis fisicoquímicos y microbiológicos para validar la pureza del colágeno y la estabilidad de las emulsiones, jabones y fertilizantes obtenidos. Debido a que pueden variar las características y las funciones por ejemplo algunos estudios demuestran que el colágeno tipo I extraído de escamas de tilapia o lucio del norte posee alta biocompatibilidad y propiedades antimicrobianas y biodegradables, siendo un biopolímero ideal para cosmética y regeneración tisular (Kozłowska y Ciesielska, 2025).

Con relación a las metodologías que existen en la literatura se pudo confirmar que la hidrólisis enzimática es la vía más recomendada para valorizar los subproductos pesqueros, dado que produce péptidos bioactivos de bajo peso molecular (1–4 kDa) con funciones antioxidantes, antimicrobianas y antihipertensivas (Sierra et al., 2018). Además, permite obtener hidrolizados proteicos a partir de vísceras o esqueletos que pueden emplearse como biostimulantes agrícolas o como fuente proteica en piensos (Domínguez et al., 2024).

Las experiencias generadas de la ejecución de las actividades de laboratorio para la obtención de estos subproductos no comestibles, permitieron evidenciar también que es importante hacer integración de biopolímeros por ejemplo se recomienda hacer combinaciones entre colágeno y quitina que es derivada de exoesqueletos de crustáceos, lo anterior posibilita el desarrollo de materiales porosos para el cuidado dérmico con liberación controlada de extractos naturales, aportando soluciones biodegradables y sostenibles a la industria cosmética (Kozłowska y Ciesielska, 2025).

Lo anterior fueron las recomendaciones técnicas que se generan de los procedimientos realizados en laboratorio y que pueden ser mejorados mediante la aplicación de optimización de procesos, pero que

se aproximan a estandarizaciones de protocolos para la obtención de estos y otros productos, sin embargo, también se deben tener en cuenta recomendaciones de tipo normativo.

Lo anteriormente mencionado permite evidenciar que el aprovechamiento de subproductos de tilapia para elaborar fertilizantes, cosméticos y bioproductos requiere cumplir la normativa sanitaria del INVIMA y el ICA, además de ajustarse a la Regulación Europea 2019/1009 para garantizar límites de contaminantes como mercurio, cadmio y plomo, lo que fortalecería la competitividad internacional de estos productos. Para las empresas que realicen procesos innovadores, como la extracción de colágeno y la formulación de emulsiones o biofertilizantes, recomendamos proteger mediante propiedad industrial y acompañarse de manuales de transferencia tecnológica que faciliten su adopción por asociaciones piscícolas y microempresas rurales. Finalmente, el desarrollo de alianzas entre universidades, centros de investigación y empresas es clave para escalar la producción y validar la funcionalidad de los productos, siguiendo modelos exitosos observados en países como Noruega, Vietnam y Estados Unidos, donde la valorización del 70 % de los subproductos acuícolas ha impulsado plantas de transformación sostenibles y rentables.

En el futuro deben fortalecerse las metodologías para la generación y/o transformación de productos no comestibles aprovechando residuos de la acuicultura y de la pesca, esto debido a que como se menciono con anterioridad la producción acuícola y la pesca tiene la proyección de crecimiento exponencial en los indicadores productivos, por lo tanto, la probabilidad de incremento de residuos piscícolas es alta, en ese orden de ideas es importante tener en cuenta que Los subproductos no comestibles de tilapia, particularmente escamas, pieles y víscera pueden convertirse en materia prima clave para una bioindustria acuícola sostenible, donde los residuos se revalorizan en insumos de alto valor

agregado, que posiblemente aporten a los ingresos de los acuicultores y disminuyan la presión en el medio ambiente.

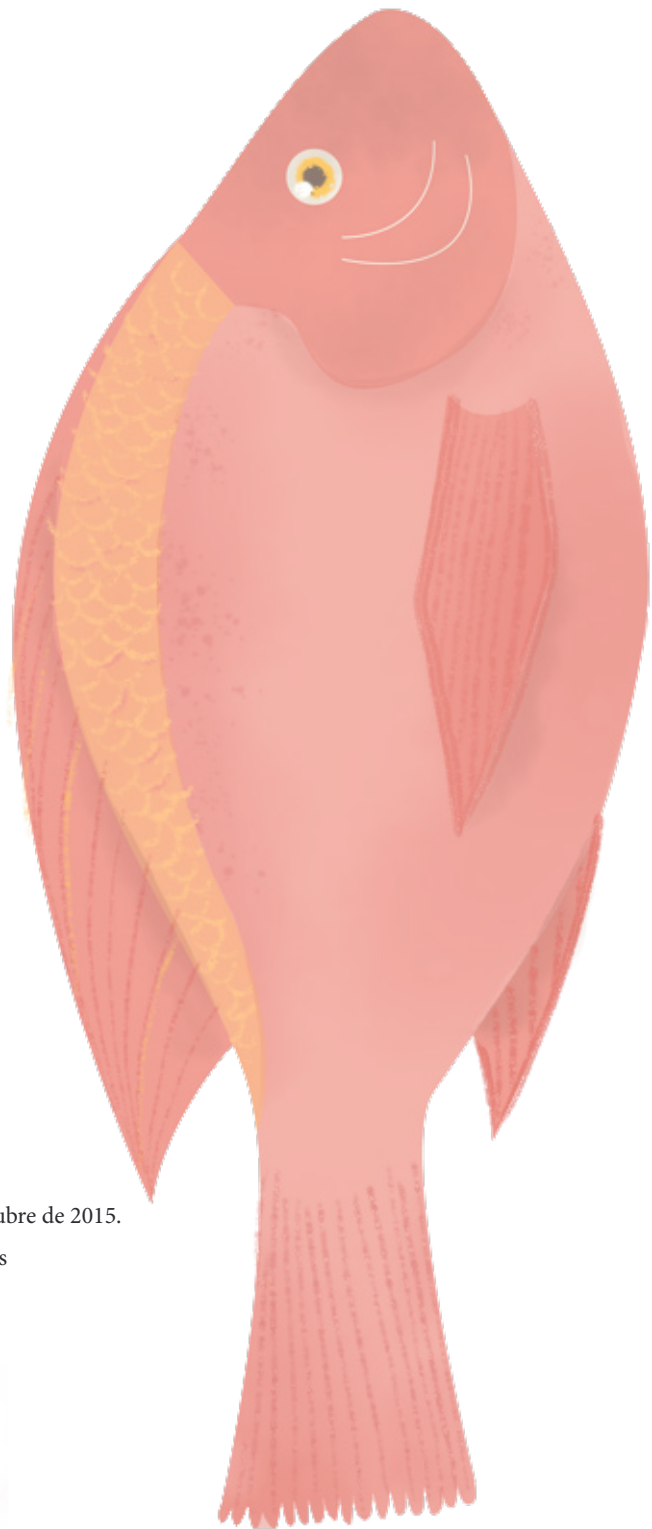
Dentro de los lineamientos que proponemos para las perspectivas futuras postulamos que es necesario continuar investigando y desarrollando bioproductos cosméticos avanzados, basados en colágeno, pero teniendo en cuenta los biopolímeros naturales y contemplar la microencapsulación de extractos vegetales, fitoterapéuticos para la reparación dérmica y el cuidado de la piel, principalmente facial.

La generación de biofertilizantes a partir de viseras de pescados requiere también un fortalecimiento en investigación y desarrollo tecnológico, esto con el fin de evitar impactos ambientales negativos innecesarios, por lo tanto, es importante profundizar en la investigación de formulación de biostimulantes agrícolas derivados de hidrolizados de vísceras de pescado, que actúan como fuentes naturales de aminoácidos esenciales y mejoran la eficiencia de absorción de nutrientes en plantas.

A largo plazo se hace necesario evaluar realmente los indicadores de sostenibilidad de la generación de este tipo de subproductos, en el futuro se hará necesario analizar mediante herramientas que determinen indicadores de sostenibilidad el grado de viabilidad de la obtención de productos no comestibles mediante el aprovechamiento de los residuos, se plantea que cada producto sea evaluado mediante el Análisis de Ciclo de Vida, teniendo en cuenta la particularidad de cada proceso.

Referencias

- Delgado, D. L. C., Rubio, C. A., & Quiroz, V. A. C. (2020). Proximal and sensory analysis of red tilapia (*Oreochromis sp.*) fed with fish tanks sediments from a Biofloc culture. *Food Science and Technology*, 41(4), 870-876.
- 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.
- Love, D. C., Asche, F., Fry, J., Brown, M., Nguyen, L., Garlock, T. M., ... & Neff, R. (2024). Fisheries and aquaculture by-products: Case studies in Norway, United States, and Vietnam. *Marine Policy*, 167, 106276.
- Kozłowska, J., & Ciesielska, A. (2025). Preparation and preliminary studies of porous fish collagen and chitosan materials enriched with microcapsules containing an active ingredient. *Scientific Reports*, 15(1), 11511.
- Domínguez, H., Iñarra, B., Labidi, J., & Bald, C. (2024). Fish viscera hydrolysates and their use as biostimulants for plants as an approach towards a circular economy in Europe: a review. *Sustainability*, 16(20), 8779.



Este libro se terminó de editar en octubre de 2015.

Compuesto con fuentes de las familias

Aleo y Officina Sans.

Bogotá, Colombia.