

Influencia de saborizante y tiempos de cocción sobre las propiedades físico-química, organoléptica y bromatológica del colágeno extraído de escamas de tilapia negra (*Oreochromis mossambicus*)

Influence of Flavoring and Cooking Times on the Physicochemical, Organoleptic, and Bromatological Properties of Collagen Extracted from Black Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) Scales

Influência do Saborizante e dos Tempos de Cocção nas Propriedades Físico-Químicas, Organolépticas e Bromatológicas do Colágeno Extraído das Escamas da Tilápia Negra (*Oreochromis mossambicus*)

Flores Sarzosa Laia Mickaela¹
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
laiafloressarzosa@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-5079-9447>



Real Bravo Johana Gissela²
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
gisselarealbravo@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-1974-7424>



Arias Jara Miguel Angel³
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
miguelarias@tsachila.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8212-3228>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE2/1116>

Como citar:

Flores, L., Real, F. & Arias, M. (2025). Influencia de saborizante y tiempos de cocción sobre las propiedades físico-química, organoléptica y bromatológica del colágeno extraído de escamas de tilapia negra (*Oreochromis mossambicus*). *Código Científico Revista de Investigación*, 6(E2), 2121-2138.

Recibido: 20/06/2025

Aceptado: 21/07/2025

Publicado: 30/09/2025

Resumen

El desarrollo de la investigación se basó en extraer colágeno a partir de las escamas de tilapia negra (*Oreochromis mossambicus*) partiendo de un diseño de investigación con un enfoque mixto combinando metodologías cualitativas y cuantitativas en donde se determinaron diferentes porcentajes de saborizantes, tiempos de cocción y temperaturas en diferentes tratamientos y así, mediante una prueba sensorial seleccionar al tratamiento con mayor aceptación. Los resultados indicaron que el colágeno extraído de las escamas de tilapia negra tiene un pH de 7.31 y 7.65 lo cual indica que es un producto neutro ligeramente alcalino. Al tratamiento con mayor aceptación se le realizó un análisis bromatológico y físico-químicos en donde se obtuvo una humedad del 1.6%, mientras que de ceniza posee un 33.14%, el colágeno extraído de las escamas de tilapia negra posee una mayor concentración de proteína del 69.37 %, un alto contenido de calcio del 28652,32%; además, de un bajo contenido de metales pesados como de mercurio (<0.10) y cadmio (0.56) cumpliendo así con la normativa INEN 2983. Posteriormente se determinó mediante cálculos matemáticos se analizaron los costos directos para así poder determinar el rendimiento del producto el cuál fue de un 12%.

Palabras clave: Colágeno, esencias, metales pesados, escamas.

Abstract

The development of the research was based on extracting collagen from the scales of black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) using a research design with a mixed approach, combining qualitative and quantitative methodologies. Different percentages of flavorings, cooking times, and temperatures were applied in various treatments, and through a sensory test, the treatment with the highest acceptance was selected. The results indicated that the collagen extracted from black tilapia scales has a pH ranging from 7.31 to 7.65, which classifies it as a neutral to slightly alkaline product. The most accepted treatment underwent bromatological and physicochemical analyses, showing a moisture content of 1.6%, ash content of 33.14%, protein concentration of 69.37%, and a high calcium content of 28,652.32%. Additionally, it presented a low content of heavy metals, such as mercury (<0.10) and cadmium (0.56), thus complying with INEN 2983 regulations. Subsequently, mathematical calculations were performed to analyze direct costs, allowing the determination of product yield, which was 12%.

Keywords: Collagen, essences, heavy metals, scales.

Resumo

O desenvolvimento da pesquisa baseou-se na extração de colágeno a partir das escamas da tilápia negra (*Oreochromis mossambicus*), utilizando um desenho de pesquisa com abordagem mista que combinou metodologias qualitativas e quantitativas. Foram aplicados diferentes percentuais de saborizantes, tempos de cocção e temperaturas em vários tratamentos, e, por meio de um teste sensorial, selecionou-se o tratamento com maior aceitação. Os resultados indicaram que o colágeno extraído das escamas da tilápia negra apresenta um pH entre 7,31 e 7,65, o que o classifica como um produto neutro a ligeiramente alcalino. O tratamento mais aceito foi submetido a análises bromatológicas e físico-químicas, obtendo-se um teor de umidade de 1,6%, cinzas de 33,14%, concentração de proteína de 69,37% e elevado teor de cálcio de 28.652,32%. Além disso, apresentou baixo teor de metais pesados, como mercúrio

(<0,10) e cádmio (0,56), atendendo assim à norma INEN 2983. Posteriormente, foram realizados cálculos matemáticos para analisar os custos diretos, permitindo determinar o rendimento do produto, que foi de 12%.

Palavras-chave: Colágeno, essências, metais pesados, escamas.

Introducción

En Ecuador, la acuicultura representa un sector de creciente importancia económica, con la tilapia siendo está una de las especies de mayor producción (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2022). Esta actividad ha generado una cantidad considerable de subproductos, como las escamas, las cuales a menudo son descartados, representando así un desafío ambiental y una pérdida significativa de recursos valiosos. Sin embargo, estos subproductos poseen un alto potencial para la extracción de biopolímeros de interés, siendo el colágeno uno de los más destacados por sus diversas aplicaciones en las industrias tales como alimentaria, farmacéutica y cosmética. El colágeno de tilapia al igual que el de otras fuentes, exhibe propiedades biológicas y fisicoquímicas promisorias, como biocompatibilidad y biodegradabilidad (Velarde, Beltrán, Pichardo, & Amezcua, 2015).

El incremento de subproductos pesqueros mediante la obtención de colágeno no solo contribuye a la sostenibilidad y a la economía circular dentro del contexto ecuatoriano, sino que también abre la puerta al desarrollo de productos innovadores con un valor agregado. En este sentido, la adición de saborizantes, podría llegar a mejorar la aceptación y de esta manera ampliar las aplicaciones del colágeno de tilapia en el mercado local. Tal y como señalan estudios a nivel global, “el colágeno extraído de subproductos de pescado ha emergido como una alternativa valiosa al colágeno de mamíferos, ofreciendo ventajas en términos de disponibilidad, menor riesgo de transmisión de enfermedades y aceptación cultural en ciertos grupos de población” (Gómez, B, Lopez, & M.P, 2011). No obstante, es fundamental investigar cómo la incorporación de saborizantes llega a afecta las propiedades del colágeno de tilapia (*Oreochromis mossambicus*) específicamente en los recursos y las preferencias locales.

Metodología

Ubicación y duración

El trabajo de investigación se desarrolló en el Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Planta de Procesos ubicada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, parroquia Chigüilpe, avenida Galo Luzuriaga y Franklin Pallo, en el periodo lectivo I-2025 durante 4 meses.

Enfoque

La presente investigación adoptó un enfoque mixto combinando metodologías cualitativas y cuantitativas. El enfoque cualitativo se fundamenta en comprender con profundidad las dinámicas del proceso de obtención de colágeno deshidratado de las escamas de pescado de agua dulce de la especie de tilapia (*Oreochromis mossambicus*).

Por otra parte, el enfoque cuantitativo se centró en la evaluación de los parámetros físico-químicos, bromatológicos del colágeno producido y el análisis de los costos y rendimientos al mejor tratamiento con mayor aceptación. Esto incluyó mediciones precisas de las propiedades del colágeno, tales como el pH, contenido de metales pesados (Mercurio y cadmio), humedad, ceniza, proteína y calcio, a través de análisis de laboratorio que fue aplicado al tratamiento con mayor aceptación mediante un análisis sensorial.

Modalidad de la investigación

En la presente investigación, se realizó de la modalidad de investigación documental y experimental.

- **Investigación experimental:** Se llevó a cabo en la Planta de Procesos del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, la producción de colágeno deshidratado a partir de escamas de pescado de agua dulce de la especie tilapia (*Oreochromis mossambicus*). En esta fase, se implementaron técnicas de extracción y deshidratación para obtener el colágeno en forma de polvo. Durante la obtención de colágeno, se midieron parámetros

físico-químicos (pH), para la obtención de un producto de alta calidad, los análisis de contenido proteico, humedad, ceniza y contenido de metales pesados fue aplicado al tratamiento que tuvo mayor aceptabilidad entre los panelistas.

- **Investigación documental:** Implico la revisión y análisis de documentación relevante, incluyendo estudios previos, artículos académicos y normativas aplicables a la industria alimentaria. Este análisis sirvió para contextualizar los resultados experimentales, identificando su contenido de metales pesados en la producción de este tipo de colágeno.

Nivel o tipo de investigación

- **Investigación exploratoria:** Se consiguió obtener colágeno a partir de las escamas de pescado de la especie tilapia negra (*Oreochromis mossambicus*) mediante la implementación de diferentes formulaciones. Este enfoque permitió evaluar mediante una prueba sensorial cual formulación tiene mayor aceptabilidad.
- **Investigación descriptiva:** Se aplicó durante la fase de análisis para detallar y describir las variables claves del estudio, como el análisis de laboratorio para medir parámetros clave como el pH, humedad, ceniza, calcio, proteína, mercurio y cadmio, lo que contribuyó a determinar la eficacia de las técnicas aplicadas. Es decir, se utilizó para caracterizar las particularidades del colágeno obtenido de las escamas de tilapia negra. De igual manera se documentaron las características físico-químicas y biológicas de este colágeno, así como su adecuación a las normativas industriales en materia de producción para su uso en aplicaciones cosméticas, biomédicas y alimentarias.
- **Investigación explicativa.** Porque permitió discutir los resultados obtenidos y compararlos con los de otros autores.

Población y muestra

La población objeto de estudio estuvo conformada por 3 libras de escamas de tilapia negra, recolectadas en el mercado 17 de diciembre, ubicado en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Estas escamas representan un subproducto de la industria alimentaria local, con potencial para ser transformado en un insumo de valor agregado como el colágeno.

La muestra experimental incluyó la utilización de ingredientes accesibles como vinagre y bicarbonato de sodio, adquiridos en el mercado “La Feria” de la misma ciudad, así como esencia (chocolate). A partir de estos insumos, se elaboraron diferentes formulaciones de colágeno, manteniendo los porcentajes de cada componente con el objetivo de identificar la combinación más adecuada en términos de rendimiento y calidad.

Para la evaluación sensorial del colágeno deshidratado, se contó con un panel de 12 personas entre docentes y estudiantes de la carrera de Agroindustria del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, quienes poseen formación en procesamiento de alimentos y conocimientos básicos en análisis sensorial. Con base en los resultados obtenidos, se seleccionó la muestra con mayor aceptación para ser sometida a análisis bromatológicos, así como la evaluación de costos y rendimiento, con el fin de determinar su calidad nutricional e inocuidad y costos directos.

Técnicas e instrumentos de recolección de la información

Técnica de laboratorio:

Para realizar los análisis físico-químicos del colágeno en este estudio, se emplearon diversas metodologías:

- Medición de pH, se utilizó el potenciómetro APERA PH 700 para medir la escala de pH del colágeno.
- Determinación del contenido de humedad se utilizó la estufa a una temperatura 120°C por un tiempo de 1 hora.

- Determinación del contenido de metales pesados y proteínas en el laboratorio externo con nombre de Multianalityca S.A que se realizará al mejor tratamiento mediante un laboratorio externo según la metodología de la NTE INEN 2983 y NTE INEN 1961 según corresponda.

Ficha de catación:

Se realizó una catación a 12 personas entre docentes y estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila de la carrera de Agroindustria, con la finalidad de conocer cuál es la formulación más aceptada en la obtención del colágeno de escamas de pescado de la especie tilapia negra.

Descripción de análisis:

Los análisis físico-químicos se realizaron al mejor tratamiento para evaluar la calidad del colágeno extraído de las escamas de tilapia (*Oreochromis mossambicus*) incluyen: pH, humedad, y características organolépticas.

- **pH:** Para la medición del pH del colágeno extraído, se utilizó el potenciómetro de laboratorio (APERA PH700 Benchtop PH Meter Kit). Según el manual de uso del equipo, se tomó una pequeña muestra del colágeno diluido en una solución al 1% a 25°C y se insertó el electrodo en la muestra para obtener la medición, evitando el contacto directo con el vaso.
- **Humedad:** Se determinó el contenido de humedad del colágeno utilizando el horno de secado a 105°C por 90 min, conforme al método estándar de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists).
- **Análisis sensorial:** Se llevó a cabo un análisis sensorial utilizando un panel de 12 catadores semi-entrenados de la carrera de agroindustria, en los cuales los evaluadores midieron características organolépticas como la textura, olor, sabor, color y aceptación general. Cada catador recibió muestras codificadas según el tratamiento

correspondiente y completará una ficha de evaluación en una escala de Likert (del 1 al 5).

- **Análisis de contenido de metales pesados (Mercurio y Cadmio):** El análisis de contenido de metales pesados como mercurio y cadmio se llevó a cabo mediante espectrometría de absorción atómica (AAS) en un laboratorio especializado que se encuentra en la ciudad de Quito, llamado Multianalityca S.A. Este análisis es crucial para asegurar la calidad y seguridad del colágeno extraído, dado que estos metales son altamente tóxicos.
- **Análisis de proteínas:** Se utilizó el método Bradford para la determinación del contenido de proteínas del colágeno extraído, donde se aplicó el reactivo de Bradford y se leyó la absorbancia a 595 nm en un espectrofotómetro.
- **Rendimiento:** El rendimiento se calculó para evaluar la eficiencia del proceso de extracción de colágeno en la formulación con mayor aceptación.
- **Costos de producción:** Los costos de producción se calcularon mediante la suma de todos los costos directos individuales de la obtención del colágeno en polvo saborizado así obteniendo un costo total del tratamiento con mayor aceptación por parte de los panelistas.

Resultados

Análisis físico químicos

pH

Según los resultados presentados en la tabla 1, los valores obtenidos para los diferentes tratamientos del colágeno extraído de escamas de tilapia, se encuentra dentro del rango aceptable establecido por la norma INEN 1961 para la gelatina pura comestible. La norma INEN 1961 indica que “el pH de la gelatina pura comestible debe estar entre 3.5 y 7.5”.

Tabla 1.
Valores medios de pH (errores estándar) del colágeno extraído de escamas de pescado bajo diferentes condiciones de cocción y concentraciones de saborizante.

Tratamiento	Media (pH)
T1	7,31 ± 0,131 ^a
T2	7,41 ± 0,036 ^{ab}
T3	7,41 ± 0,175 ^{ab}
T4	7,45 ± 0,035 ^{ab}
T5	7,51 ± 0,065 ^{ab}
T6	7,65 ± 0,066 ^b

Nota: Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre las muestras (p < 0,05).

Los resultados presentados en la tabla 1, fueron medidos en principios estadísticos sugiriendo de tal manera las diferencias en las medias que fueron medidas utilizando análisis de varianza (ANOVA).

Tal y como menciona Padilla (2018), “el análisis de varianza es empleado para determinar la probabilidad de que las diferencias en las medias entre varios grupos sean debidas al error muestral y mas no al error aleatorio experimental”.

Ceniza y humedad

En el análisis físico- químico realizado al colágeno extraído de las escamas de tilapia negra dio como resultado una humedad del 1,6%, mientras que el contenido de ceniza de un 33,14 indicando así que contiene un alto contenido de minerales de ceniza según indica la Tabla 2.

Tabla 2.
Contenido de humedad.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO REFERENCIA	DE
Ceniza	33,14	%	MFQ-03	AOAC 923.03/ Gravimetría, directo	
Humedad	1,6	%	-	-	

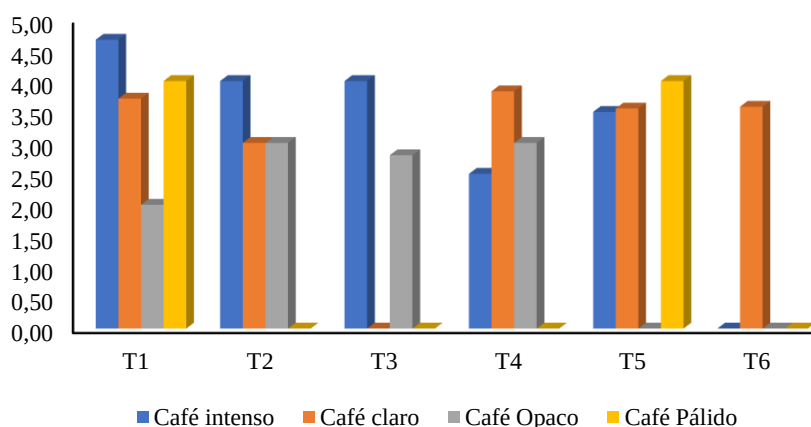
Fuente: Multianalityca S.A (2025).

De acuerdo a un estudio realizado por Gómez et al, (2011) al ser una humedad menor del 5% es considerada óptima debido que al contener un bajo contenido de agua garantiza una mayor estabilidad y conservación del colágeno. Además, que al tener una baja cantidad de humedad reduce la actividad microbiana y degradación hidrolítica (Sikorski et al., 2019).

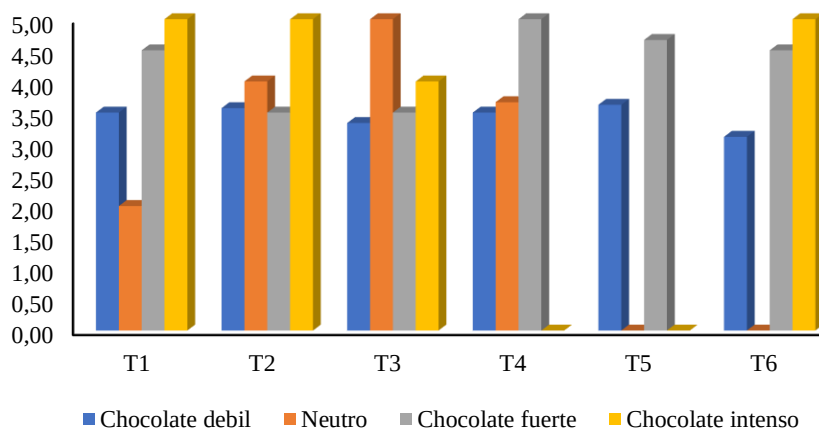
Como lo menciona Miano (2014), el porcentaje de cenizas máximo que debe presentar la gelatina comestible es del 2%. Al tener un alto contenido de ceniza mayormente significa que contiene una alta cantidad de minerales o impurezas inorgánicas en la gelatina. Esto puede deberse a varios factores, tanto en la calidad de la materia prima utilizada o a su vez por el proceso de extracción de la gelatina donde puedo llegar a ver contaminación durante el proceso de elaboración del colágeno.

Análisis organoléptico

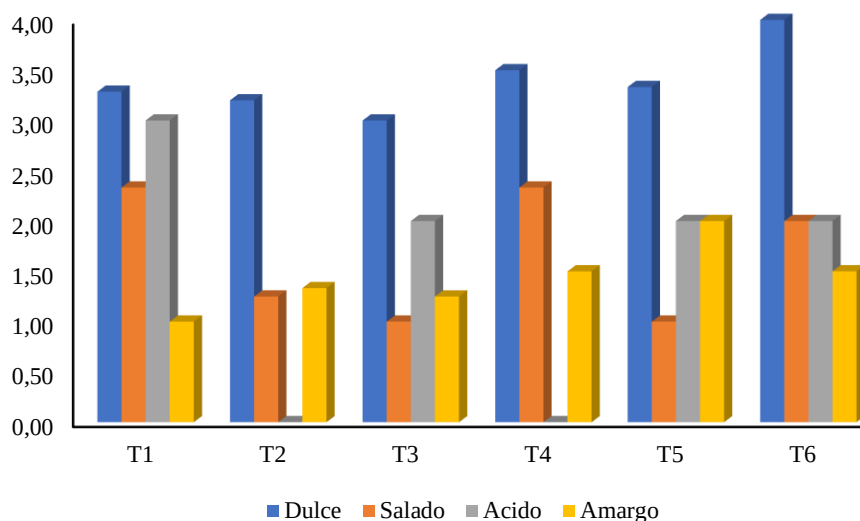
Figura 1.
Figuras obtenidas mediante la tabulación de respuestas
[a]



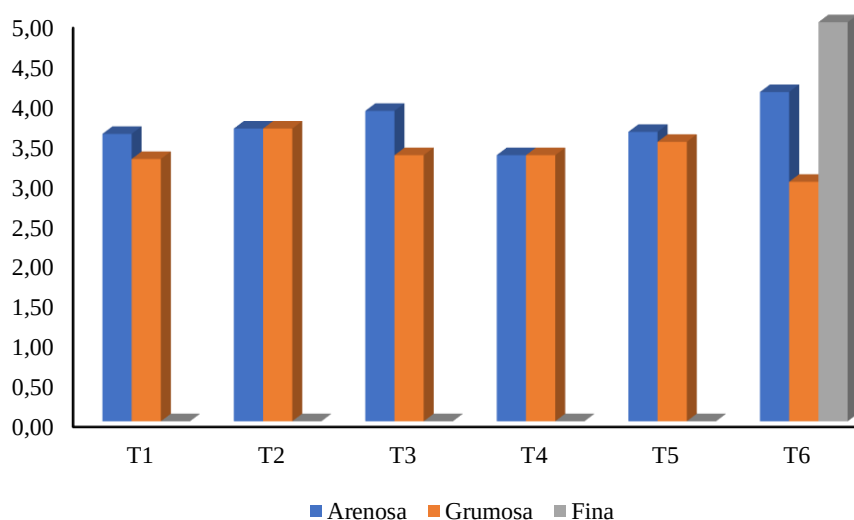
[b]



[c]



[d]



En el aspecto visual donde se refiere al color [a], el tratamiento T1 destacó notablemente al ser calificado con la denominación "café intenso", alcanzando los valores más altos en la escala de evaluación. Esta característica sugiere que la formulación empleada en T1 logró una interacción óptima entre los componentes del colágeno y el saborizante de chocolate, generando una tonalidad uniforme y visualmente atractiva. Como bien señala (Fernández, 2012) el primer factor que el consumidor considera es el aspecto del mismo. Los tratamientos T2 y T3 presentaron tonalidades menos intensas, mientras que T4 mostró un color pálido.

El análisis del olor [b] confirmó la superioridad de T1, que alcanzó puntuaciones cercanas al máximo (5.00) y fue con la descripción de "chocolate intenso". Este resultado

sugiere una excelente retención de los compuestos volátiles responsables del aroma durante el proceso de elaboración. Los tratamientos intermedios (T2 y T3) mostraron valores entre 3.00 y 4.00, asociados a descriptores de "chocolate fuerte" y "neutro", mientras que T4 ("chocolate débil") presentó el menor puntaje (<2.00), posiblemente debido a pérdida de compuestos aromáticos.

El análisis del perfil de sabor [c] reveló que T1 sobresalió claramente con un marcado carácter dulce, lo que indica que su formulación logró enmascarar eficazmente los sabores residuales propios del colágeno. Este aspecto es particularmente relevante, ya que como documentan Bak, et al (2022), el sabor desagradable en los péptidos de colágeno de pescado limita su aplicación integral en la industria alimentaria. Por lo tanto, la eliminación del sabor desagradable de los péptidos de colágeno es de gran importancia. En contraste, el tratamiento T4 presentó un marcado amargor, probablemente debido a la presencia de péptidos de bajo peso molecular o a una dosificación inadecuada del saborizante.

La evaluación de textura [d] demostró que T1 mantuvo una estructura "fina" y homogénea, indicando que la adición del saborizante no comprometió las propiedades físicas del producto. Como afirma (Chen & Rosenthal, 2015), La sensación de textura de los alimentos desempeña un papel crucial en el gusto y la preferencia de los consumidores por un producto alimenticio. Los tratamientos T2 y T3, descritos como "grumoso" y "arenoso" respectivamente, podrían reflejar problemas en la solubilidad o dispersión del saborizante dentro de la matriz proteica.

Análisis bromatológicos

Análisis bromatológicos al mejor tratamiento

Como se puede observar en la tabla 3 los resultados obtenidos de los análisis bromatológicos al tratamiento con mayor aceptabilidad mediante la evaluación sensorial T1.

Tabla 3
Resultados obtenidos de los análisis bromatológicos del colágeno extraído de escamas de tilapia negra.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Calcio	28652,32	mg/kg	MFQ-469	SM, Ed.24, 2023, 3111 B-Ca/ Espectrofotometría de AA por llama de aire acetileno
Proteína	69,37	(F: 6,25) %	MFQ-01	AOAC 2001.11/ Volumetría, Kjeldahi
Mercurio	<0,10	mg/kg	MFQ-101	SM. 3112B, ED.24, 2023, /EPA 7471B, REV. 02, 2007 /Espectrofotometría de Absorción Vapor frío
Cadmio	0,56	mg/kg	MFQ-132	SM, Ed. 24, 2023, 3111B-Cd/ AAS llama aire C2H2

Fuente: Multianalityca S.A (2025).

En el colágeno se obtuvo un total de 28652,32 de contenido de calcio, esto podría deberse por una posible contaminación durante el proceso de elaboración el cual al ser un valor elevado en comparación a otros estudios como lo menciona Ogawa (2004), indica que en la mayoría de los casos en los procesos de extracción de colágeno a partir de las escamas de pescado puede deberse a una eliminación incompleta de minerales durante el proceso de desmineralización. Mientras tanto, el contenido proteico obtenido fue de un 69,37 lo que significa que es un producto rico en proteínas y por tanto es ideal para su consumo.

En cuanto al contenido de mercurio y cadmio basado en la normativa INEN 2983 (2019) indica que se encuentran dentro del límite permitido. En la normativa para cadmio establece un límite máximo de 1,0 mg/kg para especies marinas tales como algas marinas o moluscos mientras que para los demás productos marinos es límite máximo es de 3,0 mg/kg. Indicando así que el resultado obtenido de 0,56 mg/kg cumple con el límite establecido, lo que garantiza así que nuestro colágeno extraído de escamas de tilapia negra es apto para el consumo. Mientras que para mercurio establece un límite máximo de 0.1mg/kg indicando que el colágeno extraído de las escamas de tilapia negra cumple con los límites establecidos con un resultado de <0,10.

Costos directos

En la tabla 4 se detallan los costos directos empleados para la elaboración del tratamiento con mayor aceptación entre los catadores del colágeno extraído de las escamas de tilapia negra.

Tabla 4
Costos directos del colágeno.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Escamas (lb)	3	2.00	6.00
Vinagre (L)	4	0.50	2.00
Bicarbonato (lb)	½	1.25	1.25
Saborizante (5 ML c/u)	7	1.50	10.5
Envases	1	1.00	1
Total			18.75

Realizar un análisis detallado de los costos directos empleados en la elaboración del mejor tratamiento de colágeno saborizado siendo este el tratamiento (T1), siendo esto esencial para asegurar la sustentabilidad financiera del proyecto ya que permite conocer de manera detallada el costo de la materia prima y demás materiales utilizados para su elaboración, con un costo alrededor de \$18,75 por cada 141,66 gramos de colágeno en polvo.

Rendimiento

En la tabla 5, se presenta el rendimiento que tiene nuestro producto final.

Tabla 5.
Rendimiento del colágeno extraído de las escamas de tilapia negra.

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO DE RECOLECCIÓN
Rendimiento	12	%	$\text{Rendimiento (\%)} = (\text{Peso colágeno extraído} \times 100\%) / \text{Peso inicial de escamas}$

El rendimiento obtenido a partir del colágeno extraído de las escamas de tilapia negra del tratamiento 1 (1% de saborizante a 60 min de cocción) dio como resultado un total del 12%, indicando así que, por cada 100g de escamas de tilapia utilizadas en la producción, se extrae aproximadamente 12,89 gramos de colágeno.

Discusión

Las escamas de *Oreochromis mossambicus* se confirman como una fuente viable de colágeno, en línea con lo reportado por Velarde et al. (2015) y Cobeña et al. (2022), quienes destacan el valor de los subproductos de tilapia dentro de la economía circular. Este aprovechamiento contribuye a reducir residuos y generar compuestos útiles para las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética (FAO, 2018; Cedeño et al., 2025).

Se evidenció que tanto los saborizantes como los tiempos de cocción influyen de manera decisiva en la calidad del colágeno. La adición de compuestos aromáticos favorece su aceptación sensorial sin comprometer la estabilidad (Biggins, 2022; Fernández, 2012), además de enmascarar notas amargas, como señalan Bak et al. (2022). Por su parte, un control adecuado de la cocción resulta esencial para mantener el rendimiento y la fuerza de gel, evitando alteraciones negativas descritas en otros estudios (Miano, 2014; Fernández, 2024).

En cuanto a inocuidad, la evaluación de metales pesados confirmó que los niveles se mantienen dentro de lo permitido por el Codex Alimentarius y las normas INEN (FAO, 2018; INEN, 1961; 2019), garantizando la seguridad del colágeno para aplicaciones industriales, tal como ya había sido advertido por Montenegro y Alirio (2013).

Conclusiones

- Se obtuvo colágeno deshidratado en polvo a partir de las escamas de tilapia negra utilizando tres concentraciones diferentes de saborizantes 1%, 3% y 5% a dos tiempos de cocción (60 min y 90 min) con un tiempo de espera de alrededor de 7 días para la obtención del producto final.
- Se evaluaron las características sensoriales y fisicoquímicas de los distintos tratamientos, los resultados demuestran consistentemente que el tratamiento T1 presenta las características organolépticas más equilibradas y satisfactorias en todos los parámetros evaluados. Su superior desempeño en color, sabor, textura y olor valida la

efectividad de su formulación para el desarrollo de productos a base de colágeno de tilapia saborizados con chocolate. Los valores de pH y humedad indicaron que el colágeno obtenido es estable y con bajo riesgo de actividad microbiana.

- Se realizó un análisis bromatológico y de minerales al mejor tratamiento el cuál fue el T1, para evaluar su calidad nutricional e inocuidad. Los resultados bromatológicos mostraron un alto contenido de proteína del 69.37. Además, un nivel considerable de metales pesados de Mercurio <0.10 y Cadmio 0.56, según lo establecido en la INEN 2983, el alto contenido de calcio 28652.32 mg/kg, nos que sugiere que se pudo haber contaminado en alguna etapa del proceso.
- En cuanto a los costos y rendimiento se puede observar que tiene un 12% de rendimiento esto quiere decir que por cada libra de escamas de tilapia se extraen 12,89 gramos de colágeno deshidratado en polvo, así mismo el costo directo de elaboración del primer tratamiento arrojó un costo de \$18,75 por cada 141,66 gramos, este análisis es clave para determinar si el método es adecuado y rentable dependiendo el contexto en el que se aplique.

Referencias bibliográficas

- Alzamora, Mendoza, Jorge, R., Ruiz, P., Saira, P., Silva, G., & Diana, C. (2019). Obtención y caracterización de colágeno a base de escamas de Mero (**Acanthistius pictus**). *UNP-Institucional*. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2315>
- Angulo, A., Ramírez, A., & López, M. (2021). Claves para la identificación de los peces de las aguas continentales e insulares de Costa Rica. Parte I: Familias. doi:10.22458/urj.v13i1.3145
- Bak, K., Le, B., Wang, X., Zhang, N., & Zhang, Y. (2022). Compuestos de sabor desagradable en péptidos de colágeno de pescado: formación, detección y eliminación. *Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. doi:<https://doi.org/10.1111/ijfs.15962>
- Barba, C. (2015). *Aireación de las Piscinas de cultivo de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) y su influencia en la productividad*. Obtenido de Facultad de ingeniería química y agroindustria: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10324/3/CD-6152.pdf>

- Biggins, C. (2022). *Los 3 sabores de colágeno más populares: fresa, chocolate y vainilla*. Obtenido de <https://pa.iherb.com/blog/popular-collagen-flavors/1590>
- Cedeño, M., Sarmiento, J., Álava, M., Anchundia, A., Minaya, J., & Carvajal, E. (2025). Estudio técnico para la producción de gelatina a base de escamas de pescado en la Ciudad de Portoviejo. *Ciencia Y Tecnología*. doi: <https://doi.org/10.18779/cyt.v18i1.894>
- Chen, J., & Rosenthal, A. (2015). *Modificación de la textura de los alimentos*. doi: <https://doi.org/10.1016/C2014-0-02669-X>
- Cobeña, M., Delgado, H., Dueñas, A., & Rodriguez, J. (2022). *REVISIÓN DE LOS MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE COLÁGENO A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DE ESPECIES MARINAS*. ResearchGate. Recuperado de <https://www.anec.org/es/structure-of-collagen.htm>
- Cordero Zambrano, K. C., & Garcés Barcia, G. H. (2018). *Obtención de Colágeno a partir de escamas de tilapia mediante*.
- Crouch, S., & Holler, J. (2014). *Fundamentos de química analítica*. Cengage Learning.
- FAO. (2018). *Codex Alimentarius: Límites máximos de contaminantes en alimentos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- Fernandez, L. V. (2024). *Técnicas de extracción de colágeno: Aplicaciones y tendencias científicas*. Obtenido de Scielo: <http://dx.doi.org/10.57188/manglar.2024.043>
- Fernández, M. (2012). *ainia*. Obtenido de <https://www.ainia.com/ainia-news/influye-color-percepcion-sabor-producto/>
- Gómez, G., B, G., Lopez, C., & M.P, M. (2011). *An emerging alternative source for the food industry*. Food Hydrocolloids. ELSEVIER.
- Guillén, J. (2024). *Colágeno: qué es y cuáles son sus beneficios*.
- Hernandez, D. (2024). *La ciencia detrás de la gelatina: del plato al laboratorio*. Obtenido de <https://www.acmor.org/publicaciones/la-ciencia-detras-de-la-gelatina-del-plato-al-laboratorio>
- Ibarra, J. (2019). *Producción, comercialización y rentabilidad del cultivo de tilapia roja en el recinto Santa Rita del Cantón Mocache*. Obtenido de Universidad Estatal de Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3849c64a-64b0-49c5-bd35-763ad1ec6c18/content>
- INEN. (Abril de 2018). *INEN 1961 Gelatina pura comestible*. Obtenido de <https://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/>
- INEN. (2019). *COMPLEMENTOS NUTRICIONALES REQUISITOS 2983*. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/A2-NTE-ENEN-2983%20(1).pdf

- Jacome, J., Sánchez, O., Pérez, J., & Nirchio, M. (2019). *Tilapia en Ecuador: paradoja entre la producción acuícola y la protección de la biodiversidad ecuatoriana*. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332019000400017&lng=es&nrm=iso
- Janeth, J., Omar, S., Julio, P., & Mauro, N. (2019). *Tilapia en Ecuador: paradoja entre la producción acuícola y la protección de la biodiversidad ecuatoriana*. (U. L. Manabí, Editor). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v26i4.16343>
- Mendoza, J. R. (2019). *OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COLÁGENO A BASE DE ESCAMAS DE MERO (Acanthistius pictus)*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/389268377.pdf>
- Miano, A. (2014). *Influencia de la temperatura y tiempo de extracción en la fuerza de gel y rendimiento de gelatina obtenida a partir de piel de tollo (Mustelus mento)*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2014.03.04>
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2022). *Anuario de Estadísticas de acuicultura*.
- Montenegro, J., & Alirio, R. (2013). *Metales pesados y su impacto en la calidad del agua de los ríos Macul y Pichincha*. Obtenido de repositorio uteq: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2340>
- Murillo, L., Chacón, A., & Herrera, J. (2023). *Crecimiento, eficiencia y composición de tilapia (Oreochromis aureus) alimentada con lombriz roja (Eisenia fetida)*. Nutrición Animal Tropical, 11.
- Nakurama. (2003). *Colágeno*. Obtenido de Ecuador: Universidad de los Andes.
- Navas, J. (2016). *Proteínas estructurales y globulares*. (C. U. Cantabria, Editor)
- Quintero, J. (2017). *Optimización de la Extracción del Colágeno Soluble en Ácido de Subproductos de Tilapia Roja (Oreochromis spp) mediante un Diseño de Superficie de Respuesta*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v28n1/art11.pdf>
- Tilapia Market. (abril de 2019). *Tilapia Market*. Obtenido de <https://tilapiamarket.rodaint.com/es/cultivo-de-tilapia-y-las-nanoburbujas/>
- Vega. (2015). *Escamas*. Obtenido de México: Becas y maestrías.
- Velarde, M., Beltrán, A., Pichardo, J., & Amezcua, C. (2015). *Extracción de colágeno a partir de pieles de tilapia*. ECORFAN-Bolivia, 9.