

**Efecto de porcentajes de saborizante y tiempos de cocción sobre la calidad del colágeno extraído de escamas de pargo rojo (*Lutjanus campechanus*)**

**Effect of flavoring percentages and cooking times on the quality of collagen extracted from red snapper (*Lutjanus campechanus*) scales.**

**Efeito das percentagens de aromatizante e dos tempos de cozedura na qualidade do colagénio extraído das escamas do pargo vermelho (*Lutjanus campechanus*).**

Guerrero Castro Rubén Hernán<sup>1</sup>  
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila  
[rubenguerreroastro@tsachila.edu.ec](mailto:rubenguerreroastro@tsachila.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0000-2588-6889>



Saldarriaga Oviedo Jhon Jairon<sup>2</sup>  
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila  
[jhonsaldarriagaoviedo@tsachila.edu.ec](mailto:jhonsaldarriagaoviedo@tsachila.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0001-3203-6740>



Arias Jara Miguel Angel<sup>3</sup>  
Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila  
[miguelarias@tsachila.edu.ec](mailto:miguelarias@tsachila.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-8212-3228>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE2/1119>

**Como citar:**

Guerrero, R, Saldarriaga, J. & Arias, M., (2025). Efecto de porcentajes de saborizante y tiempos de cocción sobre la calidad del colágeno extraído de escamas de pargo rojo (*Lutjanus campechanus*). *Código Científico Revista de Investigación*, 6(E2), 2177-2200.

**Recibido:** 20/06/2025

**Aceptado:** 21/07/2025

**Publicado:** 30/03/2025

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de distintos porcentajes de saborizante y tiempos de cocción sobre la calidad de colágeno pulverizado extraído de escamas de pargo rojo (*Lutjanus campechanus*). Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial A×B, considerando tres niveles de saborizante (1 %, 3 %, 5 %) y dos tiempos de cocción (60 y 90 minutos), con tres repeticiones por tratamiento. Las escamas fueron lavadas, tratadas con vinagre y bicarbonato, cocidas, saborizadas, deshidratadas y pulverizadas. Los análisis fisicoquímicos mostraron que el pH aumentó con concentraciones intermedias de saborizante y tiempos prolongados (6,67), el contenido de ceniza se incrementó con mayor saborizante y tiempo (14,22–15,10 %) y la humedad fue más alta en 5 % de saborizante y 60 minutos de cocción (6,80 %). Sensorialmente, el tratamiento T6 (5 %, 90 minutos) obtuvo las mejores calificaciones en color, aroma, textura y sabor, mientras que el mayor rendimiento (3,11 %) se registró con 1 % de saborizante y 60 minutos de cocción. El costo promedio de producción fue de US\$ 0,141 por gramo. Además, T6 presentó alto contenido proteico (80,26 %) y de calcio (7400,06 mg/100 g), cumpliendo los límites de metales pesados. Se concluye que el colágeno obtenido es de alta calidad, con potencial en mercados sostenibles y nutricionales, recomendando optimizar el proceso para su escalamiento comercial.

**Palabras clave:** Escamas de pargo rojo, colágeno en polvo, análisis fisicoquímicos, metales pesados.

## Abstract

The objective of the study was to evaluate the effect of different percentages of flavoring and cooking times on the quality of powdered collagen extracted from red snapper (*Lutjanus campechanus*) scales. A completely randomized design with an A×B factorial arrangement was used, considering three levels of flavoring (1%, 3%, 5%) and two cooking times (60 and 90 minutes), with three replicates per treatment. The scales were washed, treated with vinegar and bicarbonate, cooked, flavored, dehydrated, and powdered. Physicochemical analyses showed that the pH increased with intermediate flavoring concentrations and prolonged cooking times (6.67), the ash content increased with higher flavoring and time (14.22–15.10%), and the moisture content was highest at 5% flavoring and 60 minutes of cooking (6.80%). Sensory evaluation showed that treatment T6 (5%, 90 minutes) obtained the best ratings for color, aroma, texture, and flavor, while the highest yield (3.11%) was recorded with 1% flavoring and 60 minutes of cooking. The average production cost was US\$0.141 per gram. In addition, T6 had high protein (80.26%) and calcium (7400.06 mg/100 g) content, complying with heavy metal limits. It is concluded that the collagen obtained is of high quality, with potential in sustainable and nutritional markets, recommending optimization of the process for commercial scaling.

**Keywords:** Red snapper scales, collagen powder, physicochemical analyses, heavy metals.

## Resumo

A investigação teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes percentagens de aromatizante e tempos de cozedura sobre a qualidade do colagénio em pó extraído de escamas de pargo vermelho (*Lutjanus campechanus*). Foi utilizado um desenho completamente aleatório com um arranjo fatorial A×B, considerando três níveis de aromatizante (1%, 3%, 5%) e dois tempos de cozedura (60 e 90 minutos), com três repetições por tratamento. As escamas foram lavadas,

tratadas com vinagre e bicarbonato, cozidas, aromatizadas, desidratadas e pulverizadas. As análises físico-químicas mostraram que o pH aumentou com concentrações intermediárias de aromatizante e tempos prolongados (6,67), o teor de cinzas aumentou com mais aromatizante e tempo (14,22–15,10%) e a humidade foi mais alta com 5% de aromatizante e 60 minutos de cozedura (6,80%). Sensorialmente, o tratamento T6 (5%, 90 minutos) obteve as melhores classificações em cor, aroma, textura e sabor, enquanto o maior rendimento (3,11%) foi registrado com 1% de aromatizante e 60 minutos de cozimento. O custo médio de produção foi de US\$ 0,141 por grama. Além disso, o T6 apresentou alto teor de proteína (80,26%) e cálcio (7400,06 mg/100 g), cumprindo os limites de metais pesados. Conclui-se que o colagénio obtido é de alta qualidade, com potencial em mercados sustentáveis e nutricionais, recomendando-se a otimização do processo para o seu escalonamento comercial.

**Palavras-chave:** Escamas de pargo vermelho, colagénio em pó, análises físico-químicas, metais pesados.

## Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014) señaló que los recursos pesqueros se habían consolidado como uno de los eslabones más relevantes en la economía de numerosos países a nivel mundial. Según sus estimaciones, la producción global de recursos pesqueros alcanzaba las 157.969 millones de toneladas, de las cuales el 86,2 % se destinaba al consumo humano. El 13,8 % restante, equivalente a 21.700 millones de toneladas, corresponde a desechos no alimentarios, tales como esqueletos, vísceras y escamas.

Las escamas representan aproximadamente el 5 % del peso vivo del pescado y se caracterizan por su alto contenido proteico, destacándose el colágeno como su principal componente, cuya concentración oscilaba entre el 41 % y el 64 %. Este contenido depende tanto de la especie de pez como del entorno en que se desarrollaron, incluyendo su zona de captura o cultivo, así como la dieta consumida durante su vida (Sikorski & Sun Pan, 2005). Tradicionalmente, la obtención de colágeno se realiza principalmente a partir de tejidos porcinos y bovinos; sin embargo, en años recientes, la comunidad científica orientó sus investigaciones hacia fuentes alternativas.

A escala internacional se han desarrollado múltiples estudios enfocados en la extracción de colágeno a partir de escamas de diversas especies de peces, especialmente de agua dulce.

No obstante, existe un limitado número de investigaciones centradas en peces marinos provenientes de zonas cálidas, a pesar de que estos presentaban una mayor estabilidad térmica. En este sentido, especies como el pargo rojo resultan de particular interés para investigaciones futuras (Gómez et al., 2011).

El pargo rojo es una especie de alta demanda en los mercados pesqueros, especialmente en regiones de clima tropical y subtropical. No obstante, durante su procesamiento industrial se generan grandes cantidades de escamas que, al no ser utilizadas, se convierten en residuos con implicaciones ambientales negativas. Estas escamas, por su alto contenido en colágeno tipo I, representan una fuente potencialmente valiosa para la obtención de esta proteína estructural, ampliamente utilizada en las industrias alimentaria, cosmética, farmacéutica y de biomateriales (Sionkowska et al., 2020).

En este contexto, la extracción y caracterización del colágeno a partir de escamas de pargo rojo se planteó como una alternativa innovadora para el aprovechamiento de subproductos pesqueros. No obstante, su valorización requiere una evaluación rigurosa de sus propiedades fisicoquímicas, tales como el pH, contenido de humedad y ceniza, parámetros que pueden variar según la formulación empleada, la presencia de aditivos —como saborizante artificial de vainilla y las condiciones del proceso (Sotelo, Comesaña, Ariza & Pérez, 2016). Paralelamente, se consideró fundamental garantizar la inocuidad del producto final mediante la determinación de posibles contaminantes, como los metales pesados (mercurio y cadmio), cuya presencia en organismos marinos puede deberse a la contaminación de los ecosistemas oceánicos.

Otro aspecto crítico evaluado fue la aceptación sensorial del colágeno extraído, dado que su incorporación en productos alimenticios funcionales depende directamente de atributos como la textura, el color, el olor y el sabor. En este sentido, la adición de saborizantes, como la vainilla, se propuso como una estrategia para mejorar su palatabilidad. El estudio tuvo como

objetivo principal evaluar la viabilidad de las escamas de pargo rojo como fuente de colágeno. Se analizaron distintos tratamientos mediante pruebas sensoriales, determinando el efecto de diversas formulaciones sobre la textura, aroma y sabor del colágeno obtenido. Además, se realizaron análisis físico-químicos y bromatológicos para identificar la formulación que proporcionara tanto la mejor aceptación sensorial como la mayor calidad nutricional del producto.

### Metodología

La investigación se desarrolló en la Planta de Procesos del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, ubicada en Santo Domingo de los Tsáchilas, durante el periodo lectivo I-2025, con una duración de cuatro meses. Se adoptó un enfoque mixto: cualitativo, para comprender las dinámicas del proceso de obtención de colágeno en polvo a partir de escamas de pargo rojo (*Lutjanus campechanus*), y cuantitativo, para evaluar parámetros físico-químicos y bromatológicos, rendimiento y costos del producto.

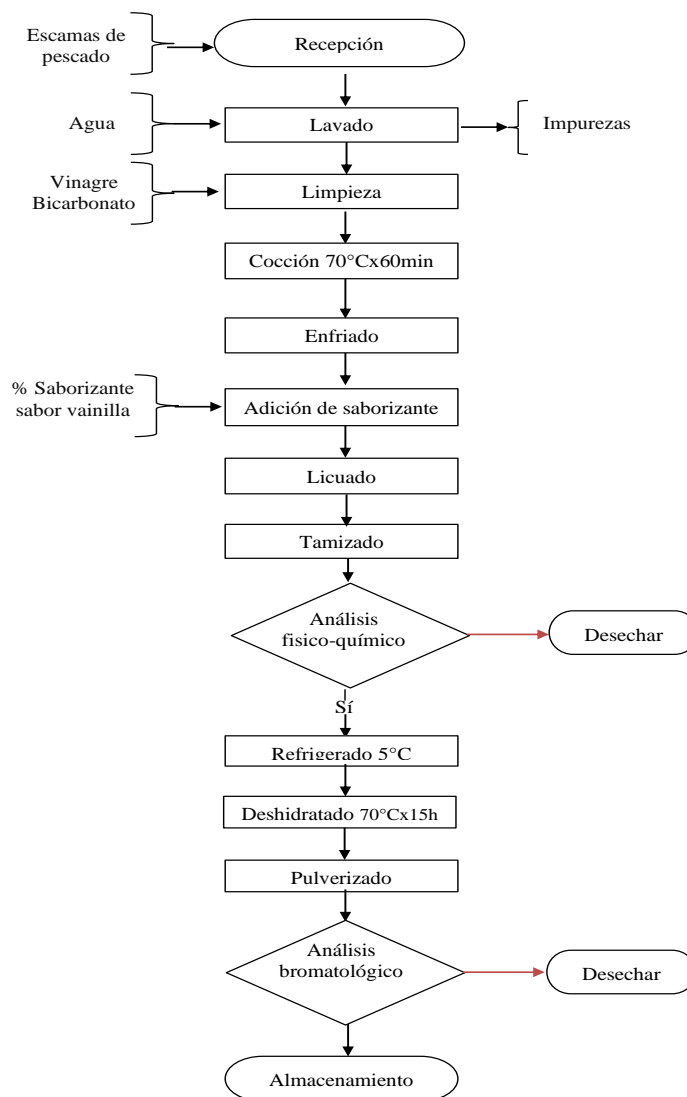
La investigación combinó modalidad experimental y documental. La fase experimental consistió en la extracción, deshidratación y pulverización del colágeno, incorporando diferentes porcentajes de saborizante y evaluando su efecto en la calidad del producto mediante análisis de laboratorio (pH, proteína, ceniza, calcio, humedad y metales pesados como mercurio y cadmio). La fase documental incluyó la revisión de estudios previos, artículos académicos y normativas de la industria alimentaria, contextualizando los resultados y asegurando el cumplimiento de estándares.

El estudio adoptó niveles exploratorio, descriptivo y explicativo, permitiendo optimizar la formulación del colágeno, caracterizar sus propiedades y discutir los hallazgos en relación con investigaciones anteriores. La muestra se seleccionó del mercado mayorista local y se evaluó sensorialmente con un panel de 12 expertos (6 docentes y 6 estudiantes de

Agroindustria), identificando la mejor formulación para análisis físico-químicos y bromatológicos posteriores.

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) de tipo factorial  $A \times B$ , considerando: A: Porcentaje de saborizante de vainilla (dos niveles). B: Tiempo de cocción (dos niveles). Esta combinación dio lugar a seis tratamientos, cada uno con tres repeticiones, sumando un total de 18 unidades experimentales. Para la comparación de medias se utilizará la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5 %. Para la elaboración del colágeno se realizó teniendo presente el siguiente proceso de la figura 1.

**Figura 1.**  
Diagrama de flujo para la obtención de colágeno de escama de pargo rojo



El proceso de obtención de colágeno a partir de escamas de pargo rojo inició con la recepción y selección de escamas frescas y libres de deterioro, seguido de un lavado a presión para eliminar impurezas como restos de piel, sangre y mucus. Posteriormente, las escamas se sometieron a un tratamiento con vinagre y bicarbonato de sodio para desnaturalizar proteínas no deseadas, eliminar lípidos residuales y reducir la carga microbiana, obteniendo un material más puro.

El colágeno se extrajo mediante cocción controlada a 70 °C durante 60 minutos, seguido de un enfriamiento progresivo que preservó sus propiedades. En esta etapa se incorporó opcionalmente saborizante de vainilla, mezclándose homogéneamente. La solución se licuó y tamizó para uniformidad, y se realizaron análisis fisicoquímicos de pH, grados Brix, viscosidad y densidad. El producto aprobado se refrigeró a 5 °C y luego se deshidrató mediante secado por aire caliente a 70 °C durante 15 horas, obteniendo láminas secas que fueron pulverizadas hasta lograr un polvo fino y controlado. Finalmente, el colágeno en polvo se sometió a análisis bromatológicos de contenido proteico, microbiología y metales pesados, y se envasó al vacío en empaques multicapa para su almacenamiento en condiciones controladas hasta su distribución y uso final.

### **Descripción de análisis:**

Los análisis físico-químicos que se realizarán para evaluar la calidad del colágeno extraído de las escamas de pargo rojo incluyen: pH, solubilidad, humedad, y características organolépticas.

**pH:** Para la medición del pH del colágeno extraído, se utilizará el **potenciómetro de laboratorio** (APERA PH700 Benchtop PH Meter Kit). Según el manual de uso del equipo, se tomará una pequeña muestra del colágeno y se insertará el electrodo en la muestra para obtener la medición, evitando el contacto directo con el vaso.

**Humedad:** Se determinará el contenido de humedad del colágeno utilizando el **horno de secado** a 105°C por 1 hora y media, conforme al método estándar de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists). La fórmula utilizada será la siguiente:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * (100)$$

**Análisis sensorial:** Se llevó a cabo un análisis sensorial utilizando un panel de 12 catadores semi – entrenados conformados por 6 estudiantes y 6 docentes. Los evaluadores analizaron características organolépticas como la textura, olor, color, viscosidad y aceptación general. Cada catador recibió muestras codificadas con números de tres dígitos asignados aleatoriamente y completaron una ficha de evaluación en una escala de Likert de un rango de calificación de 1 a 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 fue 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 leerá la absorbancia a 595 nm en un espectrofotómetro. Los resultados fueron comparados con una curva estándar de albúmina.

**Rendimiento:** El rendimiento se calculó para evaluar la eficiencia del proceso de extracción de colágeno. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Peso del colágeno}}{\text{Peso inicial de las escamas}} * (100)$$

**Costos:** En los costos se calculó mediante la suma de todos los costos directos individuales de la obtención del colágeno en polvo saborizado, así obteniendo un costo total de cada tratamiento.



## Resultados

### Análisis fisicoquímico

En la tabla 1 se presentan los resultados correspondientes a las propiedades fisicoquímicas del colágeno extraído a partir de escamas de pargo rojo (*Lutjanus campechanus*), sometido a distintos tratamientos con variaciones en el porcentaje de saborizante (1%, 3% y 5%) y tiempos de cocción (60 y 90 minutos). Se evaluaron tres variables: pH, porcentaje de ceniza y porcentaje de humedad, expresadas como media  $\pm$  desviación estándar de tres repeticiones por tratamiento. Asimismo, se incluyen letras superíndice para indicar diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, determinadas mediante pruebas de comparación múltiple.

Tabla 1.

Valores medios (desviaciones estándar) Del colágeno en polvo: pH, ceniza, humedad.

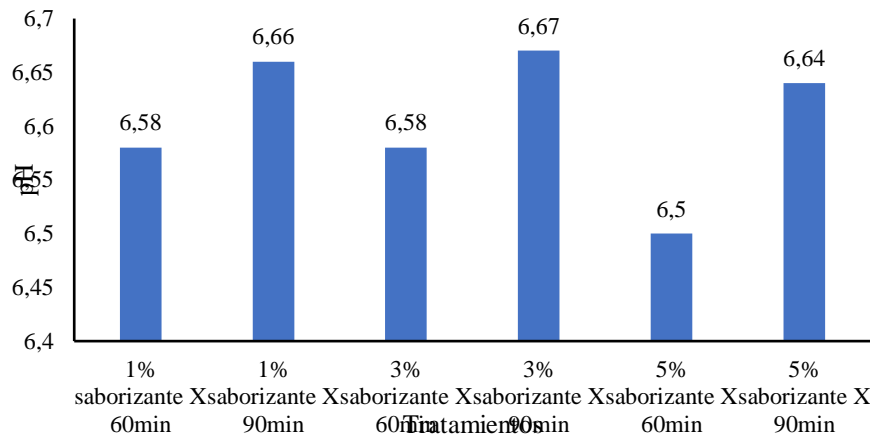
Tratamiento	pH	Ceniza (%)	Humedad (%)
1% $\times$ 60 min	6,58 $\pm$ 0,01 <sup>(b)</sup>	14,22 $\pm$ 0,04 <sup>(a)</sup>	6,60 $\pm$ 0,01 <sup>(b)</sup>
1% $\times$ 90 min	6,58 $\pm$ 0,02 <sup>(a)</sup>	14,32 $\pm$ 0,03 <sup>(a)</sup>	6,50 $\pm$ 0,02 <sup>(a)</sup>
3% $\times$ 60 min	6,66 $\pm$ 0,03 <sup>(c)</sup>	14,60 $\pm$ 0,02 <sup>(b)</sup>	6,70 $\pm$ 0,02 <sup>(d)</sup>
3% $\times$ 90 min	6,67 $\pm$ 0,01 <sup>(d)</sup>	14,75 $\pm$ 0,03 <sup>(c)</sup>	6,60 $\pm$ 0,02 <sup>(c)</sup>
5% $\times$ 60 min	6,50 $\pm$ 0,02 <sup>(a)</sup>	14,92 $\pm$ 0,03 <sup>(d)</sup>	6,80 $\pm$ 0,01 <sup>(d)</sup>
5% $\times$ 90 min	6,58 $\pm$ 0,02 <sup>(b)</sup>	15,10 $\pm$ 0,02 <sup>(e)</sup>	6,65 $\pm$ 0,01 <sup>(c)</sup>

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

### pH

El análisis de varianza realizado para la variable pH mostró efectos altamente significativos tanto para el porcentaje de saborizante ( $p < 0,0001$ ) como para el tiempo de cocción ( $p < 0,0001$ ), así como para la interacción entre ambos factores ( $p < 0,0001$ ), lo que indica que el efecto del saborizante sobre el pH varía dependiendo del tiempo de cocción. El modelo presentó un coeficiente de variación extremadamente bajo ( $CV = 0,03\%$ ), lo que evidencia una alta precisión y confiabilidad de los resultados.

Figura 2.  
pH respecto a los diferentes tratamientos empleados en el colágeno

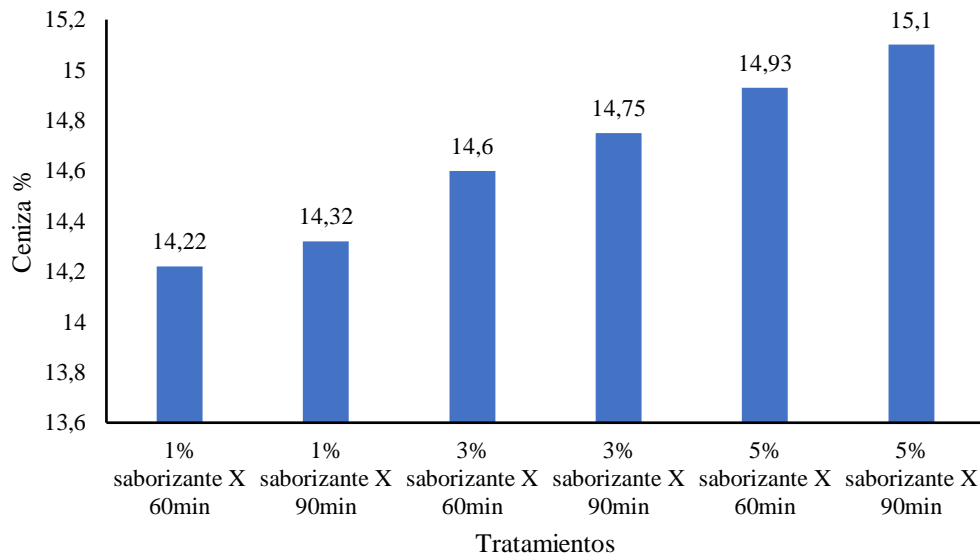


La figura 2 muestra la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos. En esta investigación, el pH del colágeno aumentó ligeramente con el incremento del saborizante y del tiempo de cocción, alcanzando su valor más alto (6,67) con 3 % de saborizante y 90 minutos de cocción. El valor más bajo (6,50) se presentó con 5 % y 60 minutos, lo que indica que combinaciones moderadas y tiempos prolongados favorecen una ligera alcalinización del producto.

### Ceniza

El análisis de varianza para la variable ceniza mostró que tanto el porcentaje de saborizante ( $p < 0,0001$ ) como el tiempo de cocción ( $p = 0,0002$ ) tuvieron un efecto significativo sobre el contenido de cenizas del producto, mientras que la interacción entre ambos factores no fue significativa ( $p = 0,2535$ ), lo que indica que sus efectos son independientes. El modelo presentó un coeficiente de variación bajo ( $CV = 0,25\%$ ), lo que confirma una alta precisión experimental.

Figura 3.  
Ceniza respecto a los diferentes tratamientos empleados en el colágeno

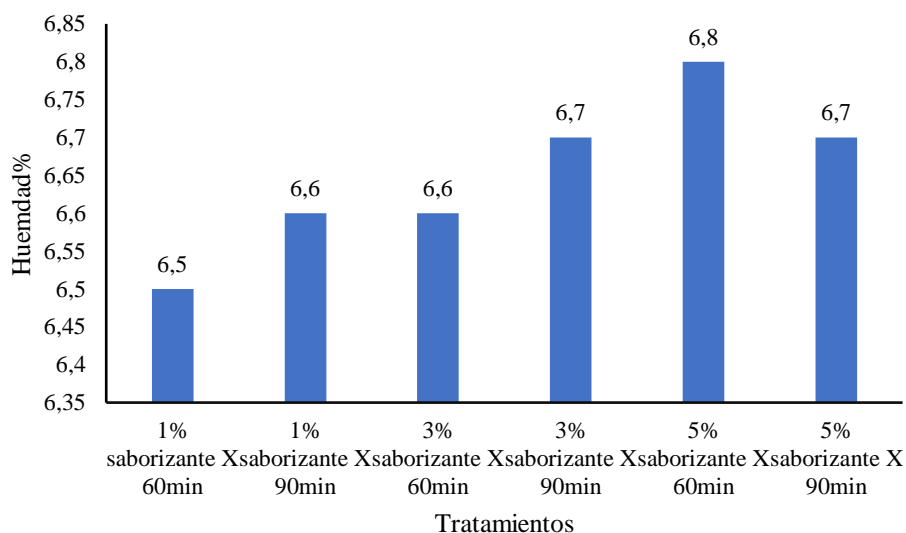


En la figura 3 se muestra la comparación de medias de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los valores más altos de ceniza se observaron con 5% de saborizante y 90 minutos de cocción (15,10%), agrupados en la letra E, mientras que los menores correspondieron a 1% de saborizante y 60 minutos de cocción (14,22%, letra A). Estos resultados evidencian que el contenido de ceniza aumenta a medida que se incrementa la concentración de saborizante y el tiempo de cocción.

## Humedad

El análisis de varianza realizado para la variable humedad mostró que tanto el porcentaje de saborizante (Factor A) como el tiempo de cocción (Factor B) influyeron de manera significativa sobre el contenido de humedad del producto ( $p < 0,0001$  en ambos casos), mientras que la interacción entre ambos factores no fue significativa ( $p = 0,0872$ ), lo que indica que el efecto del saborizante sobre la humedad no depende del tiempo de cocción. El experimento presentó un coeficiente de variación bajo ( $CV = 0,28\%$ ).

Figura 4.  
Humedad respecto a los diferentes tratamientos empleados en el colágeno



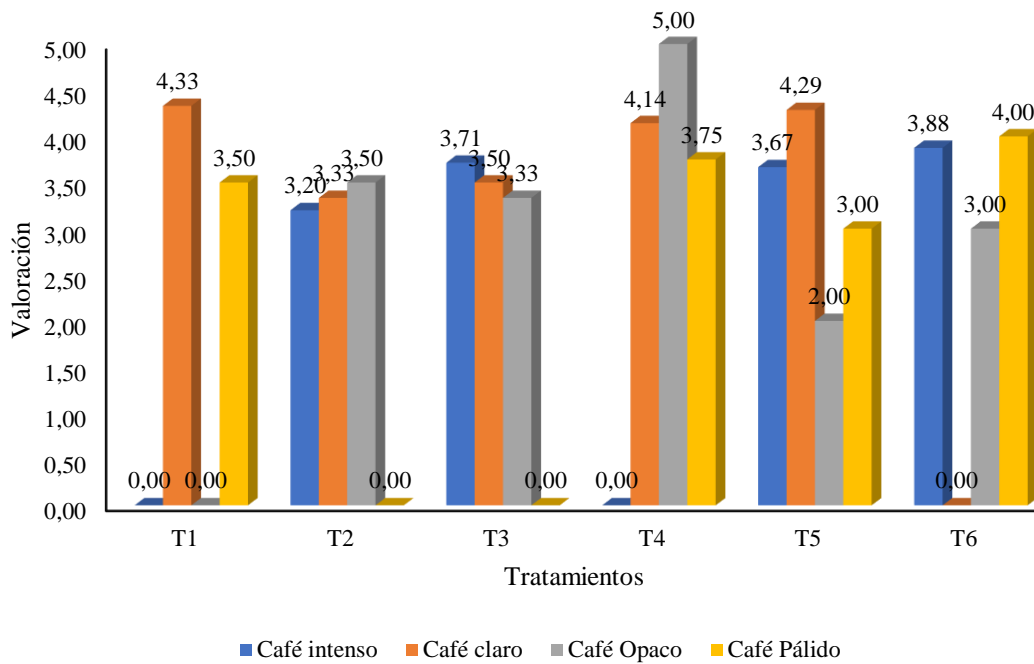
En la figura 4 la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos. Las combinaciones con 5% de saborizante y 60 minutos de cocción presentaron el mayor contenido de humedad (6,80%), agrupándose en la letra D, mientras que el menor valor se registró con 1% de saborizante y 90 minutos de cocción (6,50%, letra A). Este comportamiento evidencia que el contenido de humedad aumenta con concentraciones más altas de saborizante y tiempos de cocción más cortos. Estos resultados permiten establecer que, si se desea mantener mayor humedad en el producto final, es recomendable emplear un mayor porcentaje de saborizante y reducir el tiempo de cocción.

### Análisis sensorial

#### Color

La figura 5 presenta los resultados del análisis sensorial del colágeno de la escama de pescado tratados con diferentes tiempos de cocción y porcentajes de saborizantes, respecto al atributo color.

Figura 5.  
Color respecto a los diferentes tratamientos empleados en el colágeno

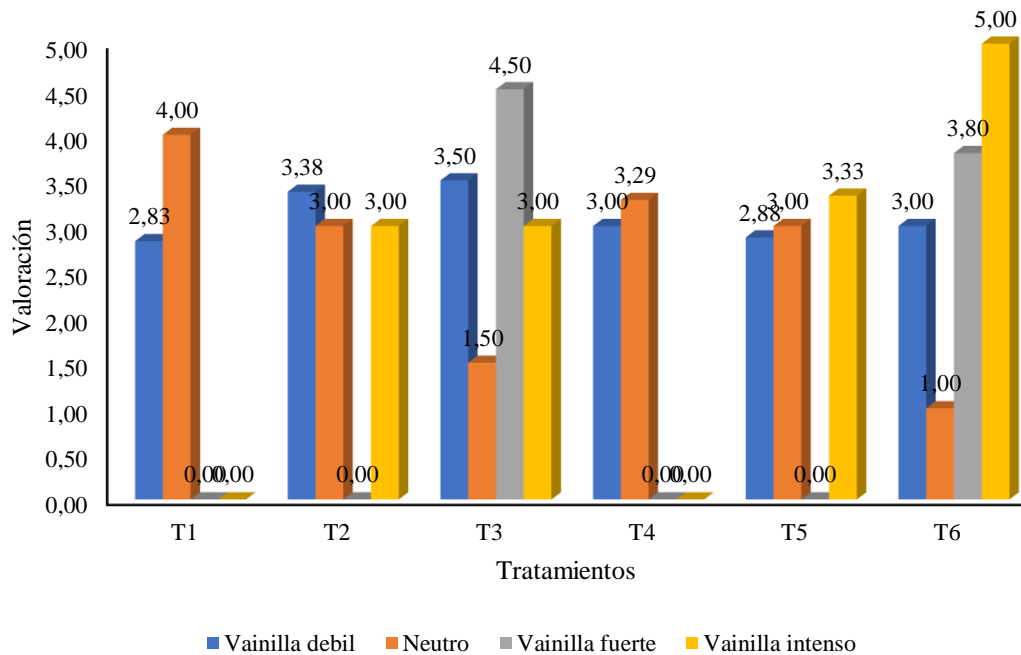


El tratamiento T4 destacó por presentar las mejores valoraciones en café opaco, lo que indica una alta aceptabilidad visual. En cambio, T1 fue preferido por su color café claro y pálido, sin presencia de tonalidades intensas u opacas. Por otro lado, los tratamientos T2, T3, T5 y T6 reflejaron mayor presencia de café intenso, posiblemente asociado a tiempos de cocción más largos o mayores concentraciones de saborizante, lo que podría haber afectado negativamente su apariencia. El tratamiento T6 mostró una combinación de café intenso y pálido, sin puntuación en café claro, lo cual podría influir en su percepción final. Los resultados sugieren que las tonalidades intermedias como el café claro y opaco son mejor valoradas sensorialmente, mientras que los colores extremos presentan menor preferencia por parte de los evaluadores.

**Olor**

La figura 6 presenta los resultados del análisis sensorial del colágeno de la escama de pescado tratados con diferentes tiempos de cocción y porcentajes de saborizantes, respecto al atributo olor.

Figura 6.  
Olor respecto a los diferentes tratamientos empleados en el colágeno

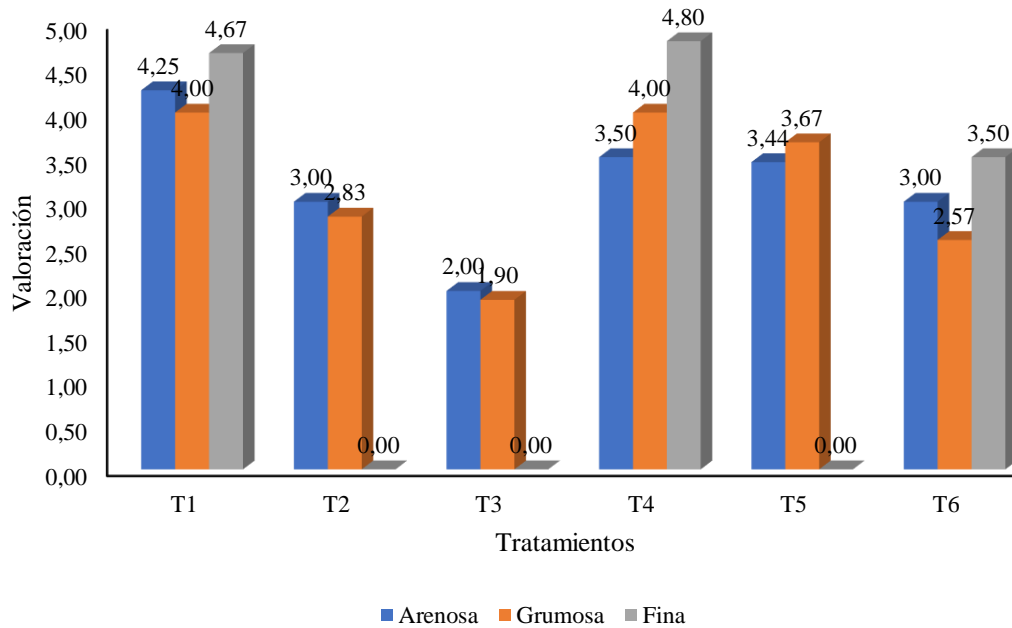


El tratamiento T6 obtuvo la mejor aceptación, con altos puntajes en vainilla fuerte e intenso, lo que indica una preferencia por aromas marcados. En contraste, T1, T2 y T4 fueron percibidos como neutros o con vainilla débil, reflejando menor intensidad aromática. T3 también destacó por su aroma fuerte, aunque con menor aceptación en neutralidad. Concluyendo que los evaluadores mostraron mayor preferencia por tratamientos con aromas definidos, especialmente aquellos con notas intensas de vainilla.

### Textura

La figura 7 presenta los resultados del análisis sensorial del colágeno de la escama de pescado tratados con diferentes tiempos de cocción y porcentajes de saborizantes, respecto al atributo textura.

Figura 7.  
Textura respecto a los diferentes tratamientos empleados en el colágeno

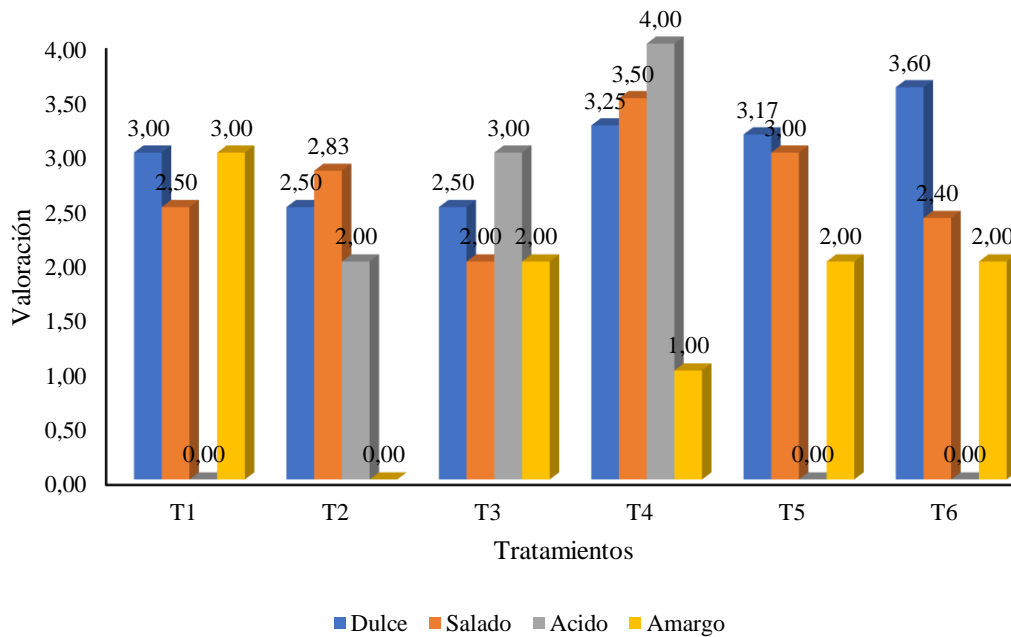


La figura 7 muestra la valoración sensorial de la textura en los tratamientos T1 a T6, evaluando características como arenosidad, grumosidad y finura. Los tratamientos T1 y T4 recibieron las mejores puntuaciones, destacándose por texturas finas y balanceadas, con valores superiores a 4 en la mayoría de los atributos. En contraste, T2, T3 y T5 obtuvieron puntuaciones más bajas, principalmente en finura, lo que indica texturas menos deseables. T6 presentó una textura intermedia, con aceptables valores en finura, pero menor en grumosidad. En general, se evidencia que los tratamientos con texturas más finas y uniformes fueron mejor aceptados por los evaluadores.

**Sabor**

La figura 8 presenta los resultados del análisis sensorial del colágeno de la escama de pescado tratados con diferentes tiempos de cocción y porcentajes de saborizantes, respecto al atributo sabor.

Figura 8. Sabor respecto a los diferentes tratamientos empleados en el colágeno



La figura 8 muestra la valoración sensorial del sabor de los tratamientos T1 a T6, evaluando perfiles dulce, salado, ácido y amargo. El tratamiento T6 destacó principalmente por su sabor dulce, alcanzando la puntuación más alta en esta categoría, mientras que T4 sobresalió por presentar los niveles más elevados en sabores salado y ácido, aunque con una ligera presencia de amargor que podría afectar su aceptación. Los tratamientos T2 y T3 mostraron perfiles más variados, con una combinación moderada de sabores salado, ácido y amargo, lo que indica menor preferencia en comparación con aquellos con sabores dominantes y equilibrados.

**Apariencia global**

El análisis sensorial del colágeno extraído de escamas de pargo rojo evidenció que los atributos de color, olor, textura y sabor fueron significativamente influenciados por el porcentaje de saborizante y el tiempo de cocción. En cuanto al color, los tratamientos T4 y T1 fueron los mejor valorados por sus tonalidades intermedias, como el café opaco y claro, respectivamente, mientras que los tonos intensos o mezclados presentes en T2, T3, T5 y T6 mostraron menor aceptación visual. En el atributo olor, T6 destacó por su aroma intenso a



vainilla, considerado agradable por los panelistas, a diferencia de otros tratamientos con perfiles más neutros o débiles.

En textura, los tratamientos T1 y T4 resaltaron por su suavidad y finura, mientras que T2, T3 y T5 presentaron características menos deseables como grumosidad o arenosidad. En cuanto al sabor, los perfiles dulces y salados suaves, como los observados en T6 y T4, fueron mejor valorados, mientras que las notas ácidas o amargas redujeron la aceptabilidad. En conjunto, los tratamientos T4 y T6 mostraron el mejor desempeño sensorial global, destacándose por su equilibrio en apariencia, aroma, textura y sabor, y posicionándose como las formulaciones más aceptadas por los evaluadores.

### Análisis bromatológico y de minerales

Con base en los resultados sensoriales obtenidos, el tratamiento T6 (5 % de saborizante y 90 minutos de cocción) fue seleccionado para realizar los análisis bromatológicos y de minerales, debido a su destacada aceptación en atributos clave como el aroma intenso y el sabor dulce.

Tabla 2  
Análisis bromatológico y de minerales del tratamiento T6

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Calcio	7400,06	mg/100g	MFQ-469	SM, Ed.24, 2023, 3111 B-Ca/ Espectrofotometría de AA por llama aire acetileno
Cadmio	0,54	mg/kg	MFQ-132	SM, Ed. 24, 2023, 3111B-Cd/ AAS llama aire C2H2
Proteína	80.26	(F: 6.25) %	MFQ-01	AOAC 2001.11/ Volumetría, Kjeldahl
<sup>05</sup> Mercurio	<0.005	mg/kg	MFQ-101	AOAC 971.21 / Absorción atómica

Fuente: Multianalityca S.A. (2025)

El análisis bromatológico y mineral del tratamiento T6 reveló un alto contenido de proteína (80,26 %), un nivel significativo de calcio (7400,06 mg/100 g) y concentraciones seguras de metales pesados, con cadmio en 0,54 mg/kg y mercurio por debajo de 0,005 mg/kg. Según la NTE INEN 2983, los límites máximos permitidos para metales pesados en suplementos nutricionales son de 1,0 mg/kg para cadmio y 0,1 mg/kg para mercurio, lo que

confirma que los valores obtenidos en el tratamiento T6 están dentro de los rangos establecidos por la normativa. Además, el alto contenido proteico supera ampliamente el valor mínimo generalmente aceptado ( $\geq 15\%$ ) para considerarse un suplemento nutricional, y el aporte de calcio respalda su inclusión en el etiquetado como mineral funcional. Por tanto, se concluye que el tratamiento T6 cumple con los requisitos de calidad e inocuidad establecidos por la norma y es apto para su uso como suplemento alimenticio.

### Costos de producción

### Rendimiento

La tabla 3 presenta el rendimiento del colágeno extraído de escamas de pargo rojo (*Lutjanus campechanus*) en seis tratamientos, que combinan diferentes concentraciones de saborizante (1 %, 3 % y 5 %) con dos tiempos de cocción (60 y 90 minutos).

Tabla 3  
Análisis de rendimiento de los tratamientos

Tratamiento	% Saborizante	Tiempo (min)	Peso inicial (g)	Peso seco (g)	Rendimiento (%) = (Seco / Inicial) × 100
T1	1 %	60	755,48	23,5	3,11%
T2	1%	90	944,34	12	1,27%
T3	3%	60	770,44	16,9	2,19%
T4	3%	90	963,05	21,8	2,26%
T5	5%	60	785,4	23,8	3,03%
T6	5 %	90	981,75	17,3	1,76%

Se observa que los tratamientos con menor tiempo de cocción (T1, T3 y T5) presentan un mayor rendimiento, siendo el más alto el del T1 (3,11 %), seguido por T3 (3,03 %). En contraste, los tratamientos con 90 minutos de cocción (T2, T4 y T6) muestran rendimientos menores, destacando T2 con el porcentaje más bajo (1,27 %). Esto sugiere que tiempos de cocción prolongados podrían reducir el rendimiento del colágeno seco, posiblemente por degradación térmica o mayor pérdida de masa, mientras que concentraciones más altas de saborizante no necesariamente mejoran la recuperación del producto final.

El colágeno elaborado a partir de escamas de pargo rojo presenta un costo de producción promedio de US\$0.141 por gramo, lo que lo sitúa por encima del precio unitario de colágeno hidrolizado marino disponible comercialmente, como el de la marca AMANDEAN (US\$0.1056/g). Esta diferencia puede atribuirse a la escala reducida del proceso, sin embargo, el producto podría destacarse en el mercado por su origen natural, sostenibilidad (reaprovechamiento de residuos pesqueros), lo que le otorga un valor añadido en nichos específicos como el comercio local o productos gourmet. Para mejorar su competitividad, sería necesario escalar el proceso, automatizar etapas clave y negociar mejores precios en la compra de insumos.

### **Discusión**

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian que tanto el porcentaje de saborizante como el tiempo de cocción influyen de manera significativa en las propiedades físico-químicas y sensoriales del colágeno extraído de escamas de pargo rojo. El análisis de varianza mostró que el pH se ve afectado de forma altamente significativa por ambos factores y su interacción, indicando que el efecto del saborizante depende del tiempo de cocción. Valores moderados de saborizante combinados con tiempos prolongados (3 %, 90 min) favorecieron un ligero aumento del pH (6,67), similar a lo observado en colágeno tratado enzimáticamente (Cordero, 2018), lo que sugiere que tanto la hidrólisis enzimática como el calentamiento prolongado facilitan la liberación de aminoácidos alcalinos.

El contenido de ceniza se incrementó con mayores concentraciones de saborizante y tiempos de cocción más largos, alcanzando un máximo de 15,10 % (5 %, 90 min). Estos resultados concuerdan con estudios previos en colágeno hidrolizado de tilapia, donde la exposición prolongada al calor y la adición de aditivos aumentaron la concentración mineral (Macias, 2021), evidenciando que la mineralización depende del procesamiento térmico y de la incorporación de compuestos exógenos.

En cuanto a la humedad, los valores más altos se registraron en tratamientos con 5 % de saborizante y 60 min de cocción (6,80 %), mientras que los tiempos prolongados redujeron la humedad, coincidiendo con investigaciones previas sobre colágeno de pescado (Sampedro & Hidalgo, 2018). Esto indica que, para productos con mayor retención de agua, se recomienda combinar saborizantes elevados con tiempos de cocción más cortos.

El análisis sensorial mostró que la aceptabilidad global del colágeno depende de un equilibrio entre color, aroma, textura y sabor. Los tratamientos T4 y T6 destacaron por tonalidades intermedias, aromas intensos a vainilla y texturas finas, mientras que sabores dulces y salados fueron preferidos sobre perfiles ácidos o amargos. Estos hallazgos reflejan que la percepción sensorial se optimiza mediante formulaciones equilibradas en saborizante y tiempo de cocción.

El tratamiento T6 (5 % saborizante, 90 min) fue seleccionado para análisis bromatológicos, revelando un contenido proteico elevado (80,26 %), aporte significativo de calcio (7400,06 mg/100 g) y concentraciones seguras de metales pesados, cumpliendo con la normativa NTE INEN 2983. Esto confirma que el colágeno obtenido es adecuado para su uso como suplemento alimenticio y posee valor nutricional destacado.

Finalmente, el rendimiento mostró que tiempos de cocción prolongados reducen la recuperación del colágeno seco, posiblemente por degradación térmica, mientras que el costo de producción promedio (US\$0,141/g) es mayor que el de productos comerciales, aunque el valor agregado de sostenibilidad y origen natural podría justificar su comercialización en nichos específicos. La optimización del proceso, mediante escalamiento y automatización, permitiría mejorar la eficiencia y competitividad del producto.

## Conclusiones

Las conclusiones del estudio indican que se desarrolló un proceso eficiente para obtener colágeno en polvo a partir de escamas de pargo rojo, evaluando distintos tiempos de cocción

(60 y 90 minutos) y porcentajes de saborizante (1 %, 3 %, 5 %). Los resultados mostraron que tanto el tiempo de cocción como la concentración de saborizante afectan significativamente las propiedades fisicoquímicas del colágeno, incluyendo pH, ceniza y humedad, así como la percepción sensorial del producto. Los tratamientos T4 (3 %, 90 min) y T6 (5 %, 90 min) fueron los más aceptados por el panel, destacando por tonalidades visuales intermedias, aromas intensos, texturas suaves y sabores equilibrados.

En términos de rendimiento, los tiempos de cocción más cortos favorecieron la recuperación del colágeno, siendo T1 (1 %, 60 min) el más eficiente (3,11 %), mientras que los tiempos prolongados redujeron el rendimiento, probablemente por degradación térmica. El costo promedio de producción fue de US\$0,141/g.

El tratamiento T6 sobresalió por su alto contenido proteico (80,26 %) y de calcio (7400,06 mg/100 g), además de cumplir con los límites seguros de metales pesados según la normativa NTE INEN 2983, demostrando que el colágeno obtenido es apto para consumo humano, con potencial funcional y valor agregado en el mercado nutricional.

### Referencias bibliográficas

- Barrantes, M. M. (2021). Hidrolizados proteicos a partir de subproductos de la industria pesquera: Obtención y funcionalidad. *Agronomía Mesoamericana*, 681-699. <https://doi.org/10.15517/am.v32i2.41437>
- Bastidas, M. (2017). *Diseño de un proceso industrial para la obtención de colágeno a partir de escamas de pescado recogidas en Riobamba*. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/3b6a2f3b-9be1-4fc5-b552-1efa3b3243ab>
- Bastidas, M. F. (2022). *Diseño de un proceso industrial para la obtención de colágeno a partir de escamas de pescado recogidas en Riobamba*. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/3b6a2f3b-9be1-4fc5-b552-1efa3b3243ab>
- Bonmatí Limorte, M. del C., & León Albert, G. (1983). Estudio del proceso de transformación del colágeno en gelatina. *Anales de la Universidad de Murcia. Ciencias*. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/5463>
- Caroline, S. (2023). *Evaluación de la vida útil de microencapsulados de carotenoides provenientes de desechos agroindustriales de tomate de árbol (Solanum betaceum) en la provincia de Tungurahua*. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/a6c9a0f9-216c-4652-8ee7-2e4c132879ac>

- Carpio, C. (2023). *Extraction and characterization of collagen from the skin of Amazonian freshwater fish pirarucu*. *Extraction and characterization of collagen from the skin of Amazonian freshwater fish pirarucu*. <https://doi.org/10.1590/1414-431X2023e12564>
- Cedeño, M. (2025). *Estudio técnico para la producción de gelatina a base de escamas de pescado en la Ciudad de Portoviejo*. <https://doi.org/10.18779/cyt.v18i1.894>
- Cobeña-Dueñas, M. V., Dueñas-Rivadeneira, A. A., Delgado-Demera, M. H., Rodríguez-Díaz, J. M., Cobeña-Dueñas, M. V., Dueñas-Rivadeneira, A. A., Delgado-Demera, M. H., & Rodríguez-Díaz, J. M. (2022). REVISIÓN DE LOS MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE COLÁGENO A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DE ESPECIES MARINAS. *Centro Azúcar*, 49(4), 102-113.
- CODEX. (1995). *NORMA GENERAL PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS*. [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252FCodex%252FStandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS\\_192s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252FCodex%252FStandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192s.pdf)
- de, de M. (s. f.). *ING. MAGNA GUTIÉRREZ RODAS, M.SC.*
- Espinoza, D., Castillo, A., Espinoza, D., & Castillo, A. (2022). Avances tecnológicos en la obtención, identificación y producción de hidrolizados proteicos de residuos de pescado por acción enzimática: Propiedades bioactivas y tecnofuncionales, aplicación en alimentos, mercado y regulación. *Scientia Agropecuaria*, 13(2), 135-148. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.012>
- EssencialLife. (2023). *Colágeno Tipo 1 Com Biotina Para Unhas Pele Cabelo 60 Cápsulas Mix Nutri*. <https://www.essenciallife.eco.br/colageno-tipo-1-com-biotina-para-unhas-pele-cabelo-60-capsulas-mix-nutri>
- Fisher. (2017). *Collagen II/COL2A1 Protein Overview | Sino Biological*. <https://www.sinobiological.com/resource/collagen-ii-col2a1/proteins>
- Flores, C. (2017). *Extracción de colágeno de las escamas de pescado utilizando diferentes niveles de rennina*. <https://dspace.esepoch.edu.ec/items/45f9d9f1-2ee7-4965-8de4-b3b4412e03fe>
- Furtado, M., Chen, L., Chen, Z., Chen, A., & Cui, W. (2022). Development of fish collagen in tissue regeneration and drug delivery. *Engineered Regeneration*, 3(3), 217-231. <https://doi.org/10.1016/j.engreg.2022.05.002>
- García Ipanaque, M. L., & Guzman Malvas, Y. N. (2023). *Aceptabilidad de preparaciones culinarias con colágeno natural hidrolizado*. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/8403>
- Gómez-Contreras, P., Hernández-Fernández, J., Ortega-Toro, R., Gómez-Contreras, P., Hernández-Fernández, J., & Ortega-Toro, R. (2023). Obtención y caracterización de colágeno del pez de agua dulce *Prochilodus magdalenae*: Aplicación en películas biodegradables. *Información tecnológica*, 34(2), 89-98. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642023000200089>

- INEN. (2014). *REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 183 “GELATINAS Y MEZCLAS EN POLVO PARA PREPARAR REFRESCOS O BEBIDAS INSTANTÁNEAS”*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-183.pdf>
- Inen. (2016). *ROTULADO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CONSUMO HUMANO. PARTE 2. ROTULADO NUTRICIONAL. REQUISITOS*. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu175751.pdf>
- INEN. (2022). *NTE INEN 2983 (COMPLEMENTOS NUTRICIONALES. REQUISITOS)*. <https://alanurla.org/wp-content/uploads/2022/03/A2-NTE-INEN-2983.pdf>
- Inen, V. Y. C. (2017, junio 28). Normalización INEN: Rotulado de alimentos envasados. *Normalización INEN*. <https://inennormalizacion.blogspot.com/2017/06/rotulado-de-alimentos-ensados.html>
- Jafari, H., Lista, A., Siekapen, M. M., Ghaffari-Bohlouli, P., Nie, L., Alimoradi, H., & Shavandi, A. (2020). Fish Collagen: Extraction, Characterization, and Applications for Biomaterials Engineering. *Polymers*, *12*(10), 2230. <https://doi.org/10.3390/polym12102230>
- NeoCell,. (2024). *Super Collagen más vitamina C, Colágeno de tipo 1 y 3, 360 comprimidos— FARMACIA INTERNACIONAL*. <https://www.farmacia-internacional.net/es/home/16409-neocell-super-collagen-mas-vitamina-c-colageno-de-tipo-1-y-3-360-comprimidos.html>
- Palacio, J., Bolívar Pacheco, K., Díaz Tovar, A., Navas Guzmán, N., Meriño Stand, L., & García Pacheco, Y. (2023). Desarrollo de una barra de cereales, frutos secos y frutos tropicales enriquecida con colágeno hidrolizado. *Revista @Limentech: Ciencia y Tecnología Alimentaria*, *21*(1), 103-105.
- Panorama Acuícola Magazine. (2022, marzo 24). *Pargo Rojo*. <https://panoramaacuicola.com/tag/pargo-rojo/>
- Quintero, J., & Zapata, J. E. (2017). Optimización de la Extracción del Colágeno Soluble en Ácido de Subproductos de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*) mediante un Diseño de Superficie de Respuesta. *Información tecnológica*, *28*(1), 109-120. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000100011>
- Ramos Collaguazo, C. D. (2018). *Obtención y caracterización de colágeno a partir de las escamas de pescados rojo y pardo*. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/www.dspace.uce.edu.ec>
- Sáez, S., Jaramillo, R., Sáez, S., & Jaramillo, R. (2020). Estudio comparativo de escamas de las líneas laterales y corporales del Bacalao de profundidad *Dissostichus eleginoides* (Teleostei: Nototheniidae). *Revista de biología marina y oceanografía*, *55*(2), 142-149. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2020.55.2.2499>
- Santos Bernal, C. A. (2021). *Obtención de colágeno a partir de los residuos de pescado provenientes del mercado de abastos del distrito de Huacho*.

<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/4614>

Sipos, M. (2021, junio 4). Fish of Florida: Red Snapper (*Lutjanus campechanus*) Species Profile. *UF/IFAS Extension Collier County*.  
<https://blogs.ifas.ufl.edu/collierco/2021/06/04/fish-of-florida-red-snapper-lutjanus-campechanus-species-profile/>

*T-110300.pdf*. (s. f.). Recuperado 26 de junio de 2025, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/53013/1/T-110300.pdf>

Titan Biotech. (2020, abril 29). *Fish Collagen Applications in Food*.  
<https://titanbiotechltd.com/blogs/fish-collagen-and-its-applications-in-food-industry/>

Vélez, L., Fernandez, J., Vélez, L., & Fernandez, J. (2024). Técnicas de extracción de colágeno: Aplicaciones y tendencias científicas. *Manglar*, 21(3), 391-399.  
<https://doi.org/10.57188/manglar.2024.043>

Vitale, P., Tasca, J., Bax, M., Flores, A., Politis, G. G., & Valenzuela, L. (2019). Análisis mediante FTIR de la conservación del colágeno y la posible contaminación en muestras óseas del Cuaternario pampeano. *Anales de Arqueología y Etnología*, 74(2), Article 2.