



Colágeno obtenido de escamas de cachema (*Cynoscion analis*), bonito (*Sarda chiliensis*) y corvina (*Cilus gilberti*): Comparación del contenido proteico

Collagen obtained from fish scales of cachema (*Cynoscion analis*), bonito (*Sarda chiliensis*) y corvina (*Cilus gilberti*): Comparison of the protein content

Shirley Valderrama-Alfaro^{1*}; José Luis Polo-Corro¹; Juan Alvarado-Ibáñez²

1 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo. Ciudad Universitaria, Av. Juan Pablo II S/N, Trujillo, Perú.
2 Universidad Nacional Intercultural "Fabiola Salazar Leguía" de Bagua. Jr. Comercio N° 128, Bagua, Perú.

*Autor corresponsal: smvalderrama@unitru.edu.pe (Shirley Valderrama-Alfaro)

ID ORCID de los autores

Shirley Valderrama-Alfaro:  <http://orcid.org/0000-0003-2627-7377>

José Luis Polo-Corro:  <http://orcid.org/0000-0002-7111-5150>

Juan Alvarado-Ibáñez:  <https://orcid.org/0000-0002-6413-3457>

RESUMEN

En los últimos años, el colágeno ha tomado importancia en nuestra dieta alimenticia por mantener firmeza y flexibilidad en nuestra piel, uñas y cabello. En el presente trabajo, se obtuvo colágeno natural a partir de escamas de pescado de "cachema" (*Cynoscion analis*), "bonito" (*Sarda chiliensis*) y "corvina" (*Cilus gilberti*). Las especies fueron seleccionadas por ser las más vendidas en los mercados populares de la ciudad, se compraron y se lavaron para luego extraer las escamas con ayuda de un cuchillo dentado, las escamas se secaron a temperatura ambiente y se esterilizaron a 80°C por 30 minutos en vapor seco. Para la obtención del colágeno se hidrataron las escamas y luego se pulverizó por método mecánico, que consistió en colocar las escamas en una olla adicionando 1 litro de agua, luego se hirvieron por espacio de media hora, finalmente se licuó y tamizó. El producto obtenido se conservó a 4°C, y fue sometido a análisis de caracteres sensoriales y contenido de proteína total por método de Kjeldahl. Se concluye que no hay diferencia de sabor, textura y aroma, entre el colágeno obtenido en los tres tratamientos, siendo el contenido de proteínas mayor en corvina (67%).

Palabras clave: colágeno; escamas de pescado; contenido proteico; aprovechamiento de residuos.

ABSTRACT

In recent years, collagen has become important in our diet to maintain firmness and flexibility in our skin, nails and hair. In the present work, natural collagen was obtained from of fish scales of "cachema" (*Cynoscion analis*), "bonito" (*Sarda chiliensis*) y "corvina" (*Cilus gilberti*). The species were selected for being the best-selling in the popular markets of the city, they were bought and washed and then extracted the scales with the help of a serrated knife, the scales were dried at room temperatura and sterilized at 80°C about 30 minutes in dry steam. To obtain collagen, the scales were hydrated and then pulverized by mechanical method. This procedure consisted of placing the scales in a pot with 1 liter of water, then boiling for about 30 minutes, finally it was liquefied and sieved. The product obtained was stored at 4°C, and was subjected to analysis of organoleptic characteristics and protein content by Kjeldahl method. It is concluded that there is not difference in flavor, texture and aroma, between the collagen obtained in the three treatments, but the protein content is higher in "corvina" (67%).

Keywords: collagen; scales fish; protein content; waste utilization.

Recibido: 12-04-2021.
Aceptado: 22-08-2021.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUCCIÓN

El colágeno es una proteína que constituye el componente más abundante de la piel y los huesos, cubriendo el 25% de la masa corporal. Según Kamiyama et al. (2010) esta proteína comienza a reducirse a partir de los 30 años de edad, por lo que su consumo se hace necesario para aminorar el impacto negativo que puede causar, la reducción de esta proteína, sobre la calidad de vida del ser humano (Muller et al., 2011).

Esta proteína se obtiene de diferentes fuentes naturales como son: de origen porcino (cerdos), de origen bovino (vacas) y de origen marino (peces) (Gómez et al., 2011). La industria productora de colágeno tiene tendencia a sustituir los agentes sintéticos con otros naturales, para ello, se están buscando nuevas fuentes naturales de donde extraer el colágeno, considerándose a los subproductos de especies acuáticas una fuente prometedora de este material, y que se pueden convertir en una alternativa rentable debido a que son usualmente descartados (Ennas et al., 2016).

De acuerdo a la información emitida en La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO (2018), indica que los recursos pesqueros se han convertido en uno de los más importantes en la economía de varios países alrededor del mundo. Se estima que la producción mundial de recursos pesqueros es de 157 969 millones de toneladas, de las cuales 86,2% son para consumo humano, correspondiendo el restante 13,8% (21700 millones de toneladas) a desechos no alimentarios, como esqueletos, vísceras y escamas.

En países como África, Asia y Europa es muy común el consumo de pescado (Nguyen et al., 2019). Los siete principales países productores de la pesca de captura (China, Indonesia, Perú, India, Rusia, los Estados Unidos de América y Viet Nam) representaron casi el 50% de la producción total de la pesca de captura mundial (Blanco et al., 2017). Las capturas de anchoveta (*Engraulis ringens*) por parte del Perú y Chile representaron la mayor parte del aumento de las capturas en 2018, alrededor del 88% de los 179 millones de toneladas de la producción pesquera total se utilizó para el consumo humano directo, mientras que el 12% restante se utilizó para fines no alimentarios (FAO, 2018).

El estado mundial de la pesca en el 2018 pone en evidencia la importancia de la pesca y la acuicultura para la alimentación, la nutrición y el empleo de millones de personas, muchas de las cuales durante esta pandemia tienen grandes dificultades para mantener unos medios de vida razonables (Cai, 2017).

Ante la alta demanda del consumo de pescado, los desechos constituyen residuos con alto impacto

ambiental, y según estudios realizados por Nguyen (2019) las escamas de pescado, uno de los desechos menos utilizados, contienen alrededor del 40% al 50% de colágeno, grasa, lecitina, vitaminas y aproximadamente del 7% al 25% de fosfato cálcico. Basados en este conocimiento a nivel mundial, parte de la comunidad científica se ha concentrado en extraer colágeno de origen marino, así lo demuestra Liu & Huand (2016) que utilizaron espinas y cartílagos de peces para obtener colágeno de forma segura. También tenemos a Quintero y Zapata (2017) que han realizado estudios para la obtención de colágeno de "Tilapia roja" a partir de sus escamas, pieles, espinas y huesos, obteniendo resultados positivos. Además, Zhu et al. (2019), Ikoma et al. (2003), Nagai et al. (2002), Serrano (2011), Gómez et al. (2011) y Wang et al. (2013) han realizado estudios para la obtención de colágeno de diferentes tipos de peces a partir de sus escamas, piel y huesos. Los subproductos (vísceras, colas, pieles, exoesqueleto y escamas) no son valorados como alimento directo para humanos; sin embargo, se están apreciando por sus biocomponentes de interés tecnológico, tales como: péptidos bioactivos (Rabiei et al., 2017, Vázquez et al., 2019), otros con aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica, médica, biomédica, ingeniería ambiental, cosmética, entre otras (Siewe et al., 2019).

Esta comunidad científica demuestra haber obtenido colágeno a través de métodos químicos (Blanco et al., 2017; Gómez et al., 2011); sin embargo, en los últimos años se está extrayendo colágeno utilizando métodos físicos, así por ejemplo Wang et al., 2013 utilizó calor y temperatura para obtener colágeno de *Scomberomorus niphonius*; mientras que Ramos (2018) hirvió piel de pescado por espacio de una hora para obtener colágeno natural que se solidificó a 4 °C. También tenemos a Torres *et al.*, quien, en el 2008 describió que la obtención de colágeno de las aletas, manto y tentáculos de "calamar gigante" es mayor si se somete a temperatura elevada por mayor tiempo (Torres et al., 2008).

En cualquier ciudad donde se consume y genera residuos de pescado, es necesario implementar un proyecto de manejo adecuado y reutilización de estos residuos, para lo cual es importante investigaciones previas sobre los productos que se pueden obtener a partir del procesamiento de estos desechos y de este modo reducir el impacto ambiental que generan. Con estos antecedentes, el objetivo del presente trabajo fue comparar el contenido proteico del colágeno obtenido de escamas de pescado *Cynoscion analis* "cachema", *Sarda chiliensis* "bonito" y *Cilus gilberti* "corvina".

MATERIAL Y MÉTODOS

Acopio de escamas

Para el acopio de escamas, se compraron especímenes de "cachema", "bonito" y "corvina", los

cuales fueron seleccionados por ser los más vendidos en los mercados zonales de la ciudad de Trujillo-Perú y poseer escamas de tamaño mediano

(0,5 a 1 cm de diámetro). Los especímenes fueron llevados al laboratorio de ciencias del IEP San Pedro, en donde se lavaron y se les retiró las escamas con ayuda de un cuchillo dentado. Las escamas extraídas se lavaron con abundante agua y se dejaron secar a temperatura ambiente. Posteriormente, se pesó 500 gramos de escamas de cada espécimen y se colocaron en bolsas de papel marcadas, para luego ser esterilizadas en estufa (vapor seco) a 80 °C por 30 minutos.

Obtención del colágeno

Las escamas esterilizadas se hidrataron y se pulverizaron por método mecánico. Este procedimiento consistió en colocar las escamas (Fig. 1) en una olla, adicionándole 1 litro de agua; luego, se llevó a fuego medio moviendo constantemente.



Figura 1. Escamas de pescado *Cynoscion analis* "cachema".

Se dejó hervir por un lapso de 30 minutos, pasado este tiempo se retiró del fuego y se dejó enfriar; se vertió en una licuadora, donde se pulverizó por 5 minutos, obteniendo una solución homogénea (Figura 2), posteriormente se filtró haciéndolo pasar por un tamiz, la mezcla obtenida se dejó reposar durante toda la noche a 4 °C.



Figura 2. Colágeno líquido a temperatura ambiente obtenido de escamas de *Cilus gilberti* "corvina".

Para no confundir las mezclas obtenidas se tiñeron estratégicamente con colorante vegetal, se colocó tinte rojo a "bonito" y amarillo a "corvina", mientras

que, la mezcla obtenida de "cachema" no se le agregó colorante. El procedimiento descrito se resume en la Figura 3.

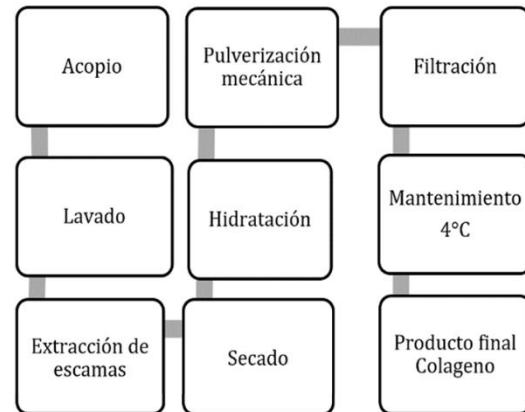


Figura 3. Flujograma del proceso de obtención de colágeno.

Análisis Sensorial

Se analizaron los caracteres sensoriales de sabor, textura y olor, en el colágeno obtenido en los tres tratamientos. Para ello, se seleccionaron 30 estudiantes totalmente al azar (tamaño de muestra de la población estudiantil de la IEP San Pedro), entre 14 y 15 años de edad, en una proporción de 1:1 entre varones y mujeres, además se caracterizaron por no haber consumido antes este tipo de colágeno. En la tabla 1, se describen los datos tomados para la evaluación sensorial; asimismo, para determinar si existió diferencia significativa entre los tratamientos, a los datos obtenidos se les calculó el promedio y se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) con una significancia de ($p < 0,05$), sin repeticiones.

Tabla 1

Tabla de evaluación sensorial

Características sensorial	Puntuación	Puntaje
Sabor	Fresco	0
	Neutral	1
	Mal sabor	2
Textura	Suave	0
	Mixta (entre suave y aspera)	1
	Aspera	2
Aroma	Fresco	0
	Neutral	1
	Mal olor	2

Análisis bioquímico

Para realizar el cálculo de proteína total se aplicó de acuerdo a los métodos químicos oficiales de la A.O.A.C. (2019), el método Kjeldahl (factor 6,25). El análisis se realizó en el laboratorio de bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa-Chimbote (Perú).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de colágeno de cada tratamiento es directamente proporcional a la cantidad de proteína se obtuvo colágeno natural que fue extraído de las escamas de pescado *Cynoscion analis* "cachema", *Sarda chiliensis* "bonito" y *Cilus gilberti* "corvina". El colágeno líquido se solidificó a 4 °C en los tres tratamientos mostraron características similares como se puede apreciar en la Figura 4. Estos resultados coinciden con las investigaciones de Nagai et al. (2002) y Serrano (2011), quienes obtuvieron colágeno de aletas, espinas y restos de especies marinas con métodos químicos y físicos. Asimismo, Ikoma et al., en el 2003, obtuvieron colágeno a partir de piel y escamas de *Oreochromis niloticus*, ellos reportaron que la piel tiene un contenido de aminoácidos superior (hidroxiprolina y prolina) que las escamas de dicha especie, los cuales están directamente relacionados con el contenido de colágeno.



Figura 4. Colágeno de escamas de pescado solidificado a 4 °C.

Al analizar los caracteres sensoriales, no se muestran diferencias significativas entre tratamientos a las pruebas de sabor, textura y olor, es decir se llegó al mismo resultado como se observa en la tabla 2. Esto probablemente a que en este trabajo solo se utilizó escamas, que son tejidos que carecen de óxido de trimetilamina, componente por el cual cada especie puede variar el sabor en la piel (Serrano, 2011).

El cálculo de proteína total muestra que los tres tratamientos están sobre 63%. Los resultados obtenidos para el cálculo del total de proteínas se muestran en la Tabla 2.

El análisis del producto obtenido (colágeno), se realizó en base a pruebas fisicoquímicas, sensoriales y de cuantificación de proteína total. El análisis de proteínas se realizó mediante el método Kjeldahl (A.O.A.C., 2019), que es uno de los más utilizados para la determinación del contenido proteico en grano, harinas, carnes, y en general, en materiales biológicos. Así lo demuestra, Ramos (2018) en su trabajo sobre obtención y caracterización de colágeno a partir de las escamas de pescados rojo y pardo.

Basado en los resultados de proteína por el método Kjeldahl, en la Tabla 2 se muestra que la cantidad de proteínas es similar entre las especies de "cachema" y "bonito", estos resultados son similares a los publicados por Ramos (2018) que obtuvo colágeno de escamas de *Lutjanus campechanus* (rojo) y *Labrus bergylta* (pardo), calculando por método de Kjeldahl el contenido total de proteínas, fue de 60 % en las especies mencionadas. Esto probablemente se deba a que la composición y la concentración de colágeno presente en las escamas de pescado, esté relacionada directamente con la especie del cual provienen las escamas, la cantidad de colágeno obtenido pueda variar de acuerdo al método de extracción. Aunque la mayoría de estudios demuestran que la obtención de colágeno se hace con diversos métodos químicos, descritos en los trabajos de investigadores como Serrano, 2011; Gómez et al., 2011; Wang et al., 2013 y Ramos, 2018. En el presente estudio se muestra que se obtuvo colágeno utilizando métodos físicos como calor y temperatura; de este modo, se sometió a 100 °C y 500 g de escamas adicionándole 1 litro de agua, se obtuvo colágeno natural que se solidificó homogéneamente a 4 °C.

Tabla 2

Resultados del contenido de proteína total (método de Kjeldahl) y evaluación sensorial promedio del colágeno obtenido en los tres tratamientos

	T1 "cachema"	T2 "bonito"	T3 "corvina"
Proteína (g/100 g de muestra original) (Factor 6,25)	65%	63%	67%
Evaluación sensorial de sabor	0	0	0
Evaluación sensorial de textura	0	0	0
Evaluación sensorial de aroma	1	1	1

En el T3, se obtuvo el contenido más alto de proteína total (67%), esto probablemente a su alto valor proteico, pues, se sabe que las escamas de pescado están compuestas por proteínas (81% colágeno) y sales de calcio, además, la composición de estas estructuras se va constituyendo más rígida según el tamaño de la especie ósea (Krishnan, et al., 2012).

CONCLUSIONES

Se obtuvo colágeno por método físico de forma rápida utilizando escamas de *Cynoscion analis* "cachema", *Sarda chiliensis* "bonito" y *Cilus gilberti* "corvina".

El colágeno de escamas de *Cilus gilberti* "corvina" presenta más alto contenido proteico que el de

Cynoscion analis "cachema" y *Sarda chiliensis* "bonito".

Se recomienda realizar estudios en la determinación del tipo de colágeno extraído a través de electroforesis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associations of official analytical chemists-AOAC. (2019). *Oficial methods of analysis*. Maryland: Gaithersburg.
- Blanco, M., Vázquez, J., Pérez, M., & Sotelo, C. (2017). Hydrolysates of Fish Skin Collagen: An Opportunity for Valorizing Fish Industry Byproducts. *Marine drugs*, 15(2), 131-126.
- Cai, J. (2017). Aquaculture growth potential: projections from short-term projection of fish demand. *Fisheries and Aquaculture Newsletter*, 57, 48-62.
- Ennas, N., Huamami, R., Goma, A., Bédard, F., Biron, É., Subirade, M., Beaulieu, L., & Fliss, I. (2016). Collagencin an antibacterial peptide from fish collagen: Activity, structure and interaction dynamics with membrane. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 18(2), 1-6.
- Gómez, M., Giménez, B., López, M., & Montero, M. (2011). Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocolloids*, 25(8), 1813-1827.
- Ikoma, T., & Kobayashi, H. (2003). Physical properties of type I collagen extracted from fish scales of *Pagrus major* and *Oreochromis niloticus*. *International journal of biological macromolecules*, 32(3), 199-204.
- Kamiyama, S. (2010). Absorption and effectiveness of orally administered low molecular weight collagen hydrolysate. *Agric Food Chem*, 58(2), 35-41.
- Krishnan, S., Sekar, S., Katheem, M., & Krishnakumar, S. (2012). Fish scale collagen a novel material for corneal tissue engineering. *Artificial Organs*, 36(9), 829-835.
- Liu, H., & Huand, K. (2016). Structural Characteristics of Extracted Collagen from Tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *International Journal of Food Properties*, 19(1), 63-75.
- Muller, L. (2011). *Vivir sin estrés para siempre*. Madrid, España: Editorial S.L.
- Nagai, T., Araki, Y., & Suzuki, N. (2002). Collagen of the skin of ocellate puffer fish (*Takifugu rubripes*). *Food chemistry*, 78(2), 173-177.
- Nguyen, C., Vu Quoc, M., Vu Quoc, T., Tran, L., Mai D., Nguyen, Q., & Thai, H. (2019). Characterization of Collagen Derived from Tropical Freshwater Carp Fish Scale Wastes and Its Amino Acid Sequence. *Natural Product Communications*, 14(7), 1-12.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. (2018). *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*. Roma, Italia.
- Quintero, J., & Zapata, J. (2017). Optimización de la Extracción del Colágeno Soluble en Ácido de Subproductos de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*). *Revista de información tecnológica*, 28(1), 109-120.
- Rabiei, S., Nikoo, M., Rezaei, M., & Raffleian, K. (2017). Marinederived bioactive peptides with pharmacological activities. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(10), 1-6.
- Ramos, G. (2018). Obtención y caracterización de colágeno a partir de las escamas de pescados rojo y pardo. Universidad Central del Ecuador. *Food Chemistry*, 85(1), 81-89.
- Serrano, J. (2011). Estandarización de un proceso de extracción de colágeno a partir de los residuos de fileteo de tilapia (*Oreochromis sp*) y cachama (*Piaractus brachypomus*) (Trabajo de postgrado).
- Siewe, B., Akouan, A., Sandesh, K., Cathrine, B., & Kudre, T. (2019). Green and innovative techniques for recovery of valuable compounds from seafood by-products and discards. *Trends in Food Science & Technology*, 85(1), 10-22.
- Torres, A., & Pacheco, R. (2008). Caracterización parcial del colágeno extraído a partir del manto, aleta y tentáculos de calamar gigante (*Dosidicus gigas*). *Journal of Food*, 6(2), 101-108.
- Vázquez, A., Fernandez, A., Blanco, M., Rodriguez, I., Moreno, H., Bordarias, J., & Perez, M. (2019). Development of bioprocesses for the integral valorization of fish discards. *Biochemical Engineering Journal*, 144(1), 198-208.
- Wang, B., & Li, Z. (2013). Isolation and characterization of acid soluble collagens and pepsin soluble collagens from the skin and bone of Spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*). *Food Hydrocolloids*, 31(1), 103-113.
- Zhu, S., Yuan, Q., Yang, M., You, J., Yin, T., Gu, Z., Hu, Y., & Xiong, S. (2019). A quantitative comparable study on multi-hierarchy conformation of acid and pepsin-solubilized collagens from the skin of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Materials Science & Engineering*, 96(1), 446-457.