



Artículo original / Original article

Obtención de colágeno a partir de subproductos de Paco (*Piaractus brachypomus*)

Obtaining collagen from by-products of Paco (*Piaractus brachypomus*)

María Isabel Cajo-Pinche ^{1*}; Javier Eduardo Díaz-Viteri ¹; Yban Vílchez-Navarro ¹
; Pedro Saul Montalvan-Apolaya ¹

¹ Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú

Recibido: 02/11/2021

Aceptado: 10/12/2021

Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: mcajo@unamad.edu.pe

Resumen: Madre de Dios, departamento amazónico del Perú presenta restingas y bajiales ofreciendo oportunidades para el desarrollo de la acuicultura, sin embargo, a medida que se incrementa el número de acuicultores el precio de peces disminuirá. Por ello se planteó la obtención de colágeno a partir de la piel de paco (*Piaractus brachypomus*), a través de dos métodos de; extracción con ácido acético a 45 °C por 12 horas en la etapa de extracción y relación materia prima: agua: 1:10 y 1:22, obteniéndose mayor rendimiento en la relación 1:22. Para el segundo método de extracción con hidróxido de sodio, ácido sulfúrico y ácido cítrico, a 45 °C por 12 horas en la etapa de extracción, y relación de materia prima: agua: 1:10 y 1:22, mejor rendimiento con la relación 1:10; además con este segundo método las características organolépticas del colágeno son mejores.

Palabras clave: ácido acético; ácido sulfúrico; colágeno; paco; piel

Abstract: Madre de Dios, Amazonian department of Peru, presents restingas and shallows offering opportunities for the development of aquaculture, however as the number of aquaculturists increases, the price of fish will decrease. For this reason, the obtaining of collagen from the skin of paco (*Piaractus brachypomus*) was proposed, through two methods of; extraction with acetic acid at 45 °C for 12 hours in the extraction stage and raw material: water ratio: 1:10 and 1:22, obtaining a higher yield in the 1:22 ratio. For the second method of extraction with sodium hydroxide, sulfuric acid and citric acid, at 45 °C for 12 hours in the extraction stage, and ratio of raw material: water: 1:10 and 1:22, better performance with the ratio 1:10; In addition, with this second method, the organoleptic characteristics of the collagen are better.

Keywords: acetic acid; collagen; paco; skin; sulfuric acid

1. Introducción

El paco (*Piaractus brachypomus*) es una especie cuya distribución está comprendida en toda la extensión de la cuenca Amazónica. Es una de las especies más grandes de los peces dulceacuícolas de Sudamérica (Chaverra Garcés et al., 2017). Habita los cuerpos de agua de la Amazonía, los adultos realizan migraciones laterales y longitudinales; en el primer caso, desde la planicie de inundación hacia el canal principal; en el segundo, a lo largo del canal principal. Realiza, además, otra migración corta, de carácter reproductivo, hacia las áreas de mezcla de aguas en la confluencia de los ríos. Las larvas inician su fase de alimentación en los remansos de los ríos, en zonas con abundante vegetación en proceso de descomposición, que propicia una alta productividad de microorganismos planctónicos. Los alevinos realizan migraciones para alcanzar nuevos ambientes laterales en los que viven hasta alcanzar su estado adulto (López & Anzoátegui, 2012).

La gelatina es un biopolímero de gran importancia con aplicación en la industria de alimentos, industria farmacéutica, cosmética e industria fotográfica. Es uno de los agentes más versátiles utilizados en la elaboración de alimentos debido a que mejora las propiedades de los alimentos tales como la elasticidad, consistencia y estabilidad, logrando una mejora también en la percepción de “derretimiento en la boca”. Generalmente la gelatina es obtenida de la piel o el colágeno de los huesos del bovino o el porcino mediante la aplicación de un tratamiento ácido o básico (Labeaga Viteri, 2018).

Para los propósitos industriales, la principal fuente de gelatina proviene de bovinos y porcino (animales de sangre caliente) y ésta se caracteriza y aprecia por su alto punto de fusión y gelificación, mayor al de los peces de agua fría, sin embargo, existen muchos problemas sanitarios producidos por el uso de residuos de animales de sangre caliente. Por otra parte, enfermedades infectocontagiosas, así como la enfermedad de las vacas locas, *Spongiform encephalopathy Transmisible* (TSE), y la enfermedad de la boca (FMD) en los cerdos y ganado ha limitado el uso de colágeno derivado de estos animales para los propósitos industriales ya que podrían transmitir sus enfermedades al ser humano (Gudmundsson & Hafsteinsson, 1997).

La industria de los alimentos se encuentra en constante evolución con la finalidad de obtener productos nuevos y aprovechar eficientemente los recursos naturales (Valenzuela B. & Valenzuela B, 2015). En ese sentido se han desarrollado diferentes investigaciones orientadas a aprovechar eficientemente los recursos ictiológicos orientados a la alimentación de productos frescos o en conservas, así como también aprovechar los residuos que no pueden ser destinados directamente a la alimentación (Scartascini, 2012).

Madre de Dios como todo departamento amazónico presenta condiciones limitadas para el desarrollo de la agricultura pues cultivos anuales se ven afectados por los regímenes irregulares de lluvia y el nivel de los ríos los cuales constituyen una fuente importante de riesgo para el empresario productor.

El uso de restingas y bajiales ofrece oportunidades para el desarrollo de la acuicultura como actividad económica importante para la población, así como en una fuente importante para la alimentación del poblador amazónico, sin embargo, a medida que se incremente el número de empresarios acuícolas los precios de los productos tendrán tendencia a bajar de precio, disminuyendo la rentabilidad del cultivo. Es por ello que es necesario que los centros de investigación y las universidades promuevan investigaciones a cerca de la generación del valor agregado de la producción y la búsqueda del aprovechamiento eficiente del recurso (Medina Coronado, 2018).

Dentro de las alternativas para la incorporación de valor agregado se encuentran las industrias de la conserva de pescado, así como también la obtención de colágeno a partir de la piel y los huesos de algunas especies ictiológicas que sirve como aditivos de gran importancia en la

industria farmacéutica y alimentaria, especialmente en la industria de los productos cárnicos, vitivinícola, pastelería, confitería, etc.

La gelatina es un biopolímero más importante con aplicaciones en los alimentos pues mejora las propiedades de los alimentos tales como la elasticidad, consistencia y estabilidad logrando una mejora también en la percepción, es usado también en productos farmacéuticos, cosmética e industria fotográfica

La gelatina es una molécula proteica que forma las fibras colágenas que sirven de agente ligante en productos cárnicos, agente precipitante de polifenoles en vino tinto y como agente gelificante y aglutinante en la confitería.

Con la ejecución del proyecto se pretendió proponer alternativas tecnológicas para el aprovechamiento del colágeno a partir de la piel de paco el cual se convertiría en una alternativa para la mejora de vida tanto de productores, de la industria de alimentos, así como de la población en general. Siendo el objetivo Obtener colágeno a partir de los subproductos de paco (*Piaractus brachypomus*).

2. Materiales y métodos

2.1. Métodos

Previamente a la implementación de los métodos de extracción de colágeno se realizó:

2.1.1. Análisis de la materia prima

Se realizó los análisis fisicoquímicos de la materia prima y de la piel con escamas, empleando métodos recomendados por (A.O.A.C., 1990) referidos a el análisis de ceniza, humedad, método termo gravimétrico, proteína total, extracto etéreo.

2.1.2. Preparación de la muestra

Las pieles con escamas previamente congeladas o refrigeradas se acondicionaron realizando previamente un proceso de descongelación, y sometida a un lavado para eliminar posibles impurezas, luego ello se cortó en tiras de 4 o 5 cm de ancho para reducir el tamaño, facilitando la manipulación y el almacenamiento.

Luego se realizó el envasado y almacenado en bolsas de polietileno de aproximadamente 500g y 1 000g, para ser congelados en forma seccionada hasta su posterior tratamiento.

2.1.3. Métodos de extracción

a. Extracción con ácido acético

El proceso se encuentra esquematizado en el flujo de la figura 1.

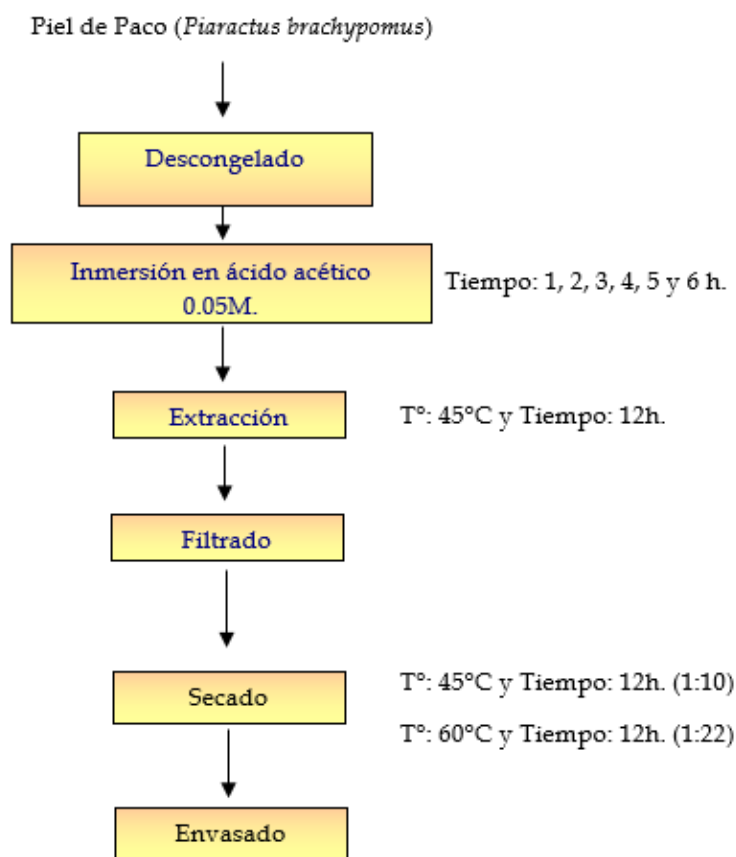


Figura 1. Extracción con Ácido Acético

Materia Prima. Se descongeló la piel con escamas previamente lavadas y cortadas.

Pre tratamiento. Se remojó la piel en ácido acético 0.05 en una proporción de 35g de piel por 350ml de solución, por tiempo de remojo de 1, 2, 3, 4, 5 y horas.

Extracción. Luego del pretratamiento las muestras se depositaron en vasos de precipitado para iniciar la extracción que consiste en someter el producto a 45°C por 12 horas en baño isotérmico con agua desionizada en proporciones de 1:10 y 1:22

Filtrado. La etapa de filtrado se realizó con embudo Büchner con papel filtro Whatman N° 4.

Secado. La solución se deshidrató con aire caliente de 45°C para la proporción 1:10 y de 60°C para la proporción 1:22, ambos por 12 horas.

Envasado. Se pesaron las muestras y se envasaron en bolsas de polietileno.

b. Extracción con Hidróxido de sodio, ácido sulfúrico y ácido cítrico.

Según el método recomendado por (Gudmundsson & Hafsteinsson, 1997).

Al igual que la metodología anterior la piel debe de ser descongelada, cortada y lavada, el proceso se esquematiza en la figura 2:

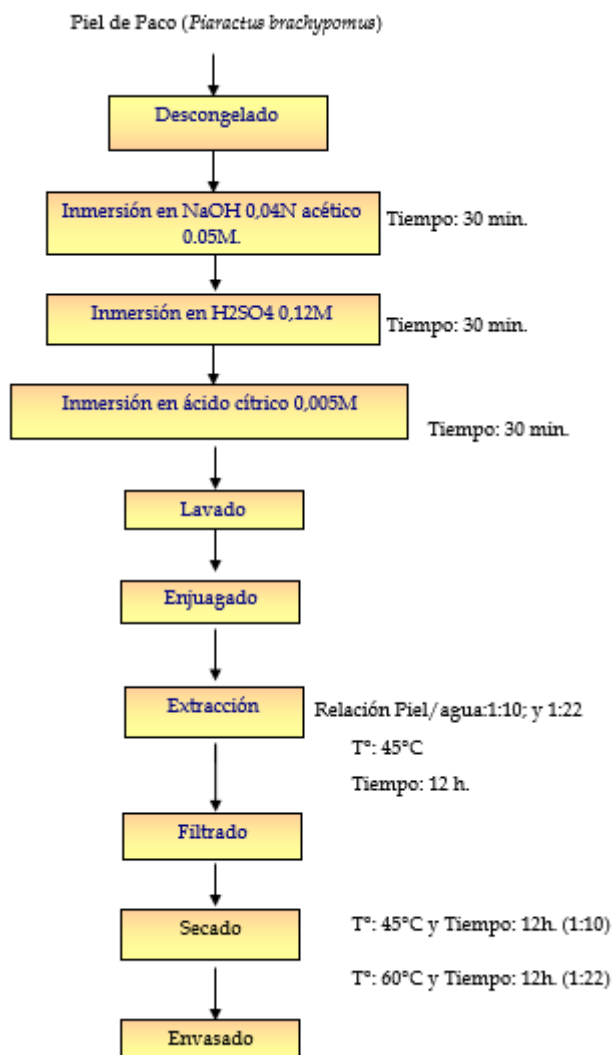


Figura 2. Extracción con Hidróxido de sodio, ácido sulfúrico y ácido cítrico

Pretratamiento. Las muestras tendrán el siguiente tratamiento antes de la extracción:

- 1 Kg de piel debe remojar en 3 Litros de Hidróxido de Sodio 0.04N durante 30 minutos, luego lavar y enjuagar con agua desionizada.
- Remojar en tres litros de ácido sulfúrico 0.12M durante 30 minutos, luego lavar y enjuagar en agua desionizada.
- La piel debe ser tratada con ácido cítrico 0.005M durante 30 minutos, luego lavar y enjuagar con agua desionizada

Extracción. Se debe realizar con agua desionizada en baño isotérmico

Filtrado, Secado y Envasado. Similar al método anterior.

2.1.4. Análisis del producto Final

La gelatina seca debe someterse a los siguientes análisis:

- Humedad pro el método Termo gravimétrico.
- Rendimiento.
- Análisis organoléptico.

3. Resultados y discusión

Tabla 1. Análisis físico químico de paco en 100 g. de muestra

Análisis	(%)
humedad	79.0
ceniza	1.4
proteína	18.6
grasa	1.0

En el cuadro N° 01 se puede observar que paco contiene mayor porcentaje de proteína con un valor de 79.0 %, lo cual coincide con quienes obtuvieron 79.3% y 79.2 % de proteína respectivamente.

3.1. Extracción con ácido acético

Tabla 2. Análisis físico químico de paco en 100 g. de muestra

Tiempo de Inmersión (h)	Extracción con Ácido Acético									
	1:10 (P/V)					1:22 (P/V)				
	T1(g)	T2(g)	T3(g)	X(g)	Rendimiento (% base seca)	T1(g)	T2(g)	T3(g)	X(g)	Rendimiento (% base seca)
1	4.03	4.011	4.04	4.03	11,51	2.30	2.33	2.33	2.32	13,26
2	3.02	3.04	3.025	3.03	8,66	1.82	1.80	1.85	1.82	10,40
3	2.90	2.80	3.00	2.90	8,29	1.69	1.73	1.72	1.71	9,77
4	2.95	2.80	2.90	2.88	8,23	1.65	1.63	1.66	1.65	9,43
5	2.58	2.585	2.59	2.59	7,40	1.64	1.62	1.625	1.63	9,31
6	2.5	2.455	2.47	2.48	7,09	1.47	1.45	1.47	1.46	8,34
Promedio					8.53	Promedio				10.09

Para la extracción con ácido acético se observa que en la relación materia prima: agua: 1:22, se obtiene mayor cantidad de gelatina que con la relación materia prima: agua: 1:10, en el observa el rendimiento promedio de gelatina de 10.09% en base seca; así mismo, se puede ver que en menor tiempo de Inmersión en ácido acético es mayor el porcentaje de colágeno para ambas relaciones. Dueik González & Mariotti Celis, (2005), en la extracción de gelatina a partir de piel de salmón atlántico (*Salmo salar*), utilizando ácido acético; con tiempo de remojo de: 1, 2, 3, 4, 5 y 6 horas y la proporción de la materia prima: agua: 1:10 y 1:22; obtuvieron mayor rendimiento de gelatina con la relación 1:22.

Se puede suponer que la molécula de gelatina a una relación materia prima: agua: 1:10, es capaz de retener más agua, y que a una proporción de 1.22, absorbe demasiado líquido, no pudiendo retener más en su matriz.

El análisis de los rendimientos, se realizó por medio de una ANOVA de dos vías para las variables tiempo de remojo de ácido acético, y la relación materia prima: agua a un nivel de significancia de 5%. La variable tiempo de remojo en ácido acético resulto no tener un efecto no significativo en el rendimiento. Similar comportamiento tuvo la proporción materia prima: agua. También se encontró, que a medida que aumenta la proporción materia prima: agua, aumenta los rendimientos, siendo mayores, en la proporción: 1:22, que en la relación 1:10.

Tabla 3: Extracción con hidróxido de sodio, ácido sulfúrico y ácido cítrico

Componentes							
Extracción con Hidróxido de Sodio, Ácido Sulfúrico y Ácido Cítrico							
1:10 (P/V)				1:22(P/V)			
T1(g)	T2(g)	T3(g)	X(g)	T1(g)	T2(g)	T3(g)	X(g)
21.75	21.78	21.77	21.77	12.45	12.48	12.46	12.46
Rendimiento (%base seca)				Rendimiento (%base seca)			

Para la extracción con hidróxido de sodio, ácido sulfúrico y ácido cítrico a temperatura de 45°C, 12 horas y la proporción de la materia prima: agua: 1:10 y 1:22; se observa que en la relación materia prima: agua: 1:10, se obtiene mayor cantidad de gelatina que con la relación materia prima: agua: 1:22, obteniéndose el rendimiento promedio de gelatina de 17.27% en base seca; (Dueik González & Mariotti Celis, 2005), en la extracción de gelatina a partir de piel de salmón atlántico (*Salmo salar*), combinación de hidróxido de sodio, ácido sulfúrico y ácido cítrico, trabajaron a temperaturas entre 45-65 °C, tiempos de 4 y 12 horas y la proporción de la materia prima: agua: 1:5.5, 1:10 y 1:22; obteniendo mayor rendimiento con la relación 1:10, a temperatura constante de 58 °C.

Tabla 4. Análisis físico químico de paco en 100 g. de muestra

Características organolépticas	Extracción con Ácido Acético	Extracción con Ácido Acético
Olor	Característico a pescado	Característico a pescado, pero en menor intensidad
Color	Amarillo claro opaco	Marfil claro translúcida

El mejor aspecto en el método de extracción con hidróxido de sodio, ácido sulfúrico y ácido cítrico, se debe al mayor lavado que se realiza por este método a comparación de la extracción con ácido acético que solo se hace un lavado. Otra causa es que el ácido acético al ser un ácido débil no es capaz de eliminar los pigmentos que están presente en la piel del paco (*Piaractus brachypomus*).

4. Conclusiones

La gelatina con mejores características organolépticas se obtuvo por el método de extracción con hidróxido de sodio, ácido sulfúrico y ácido cítrico; con color marfil claro translúcida y con olor Característico a pescado, pero en menor intensidad, casi imperceptible

El rendimiento de obtención de gelatina fue mayor por el método extracción con hidróxido de sodio, ácido sulfúrico y ácido cítrico, que por el método de extracción con ácido acético

La relación de variable para el mayor rendimiento fue: 45°C por 12 horas en la etapa de extracción y relación materia prima: agua: 1:22, para el método extracción con ácido acético.

La relación de variable para el mayor rendimiento fue: 45°C por 12 horas en la etapa de extracción y relación materia prima: agua: 1:10, para el método extracción con hidróxido de sodio, ácido sulfúrico y ácido cítrico.

Financiamiento

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Resolución N° 023-2011-UNAMAD-CU. 18 de setiembre del 2012.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribución de autores

C-P, M. I: conceptualización, análisis formal, investigación, escritura (preparación del borrador final), supervisión.

D-V, J. E: investigación, metodología, curación de datos.

V-N, Y: investigación, curación de datos.

M-A, P. S: investigación, visualización.

Referencias bibliográficas

- A.O.A.C. (1990). *Official Methods of Analysis* (W. D. Association of Official Analytical Chemist (ed.); 15th Edition).
- Chaverra Garcés, S. C., García González, J. J., & Pardo Carrasco, S. C. (2017). Efectos del biofloc sobre los parámetros de crecimiento de juveniles de cachama blanca *Piaractus brachyomus*. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 12(3), 170–180. <https://doi.org/10.21615/CESMVZ.12.3.1>
- Dueik González, V. P., & Mariotti Celis, M. S. (2005). *Optimización de la extracción de gelatina de desechos de Salmón del Atlántico (Salmo salar L.), su caracterización, diseño de planta y evaluación económica* [Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105471>
- Gudmundsson, M., & Hafsteinsson, H. (1997). Gelatin from cod skins as affected by chemical treatments. *Journal of Food Science*, 62(1), 37–39. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.1997.TB04363.X>
- Labeaga Viteri, A. (2018). *Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones* [Universidad Nacional de Educación a Distancia (España). Facultad de Ciencias. Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química]. <http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Alabeaga>
- López, P., & Anzoátegui, D. (2012). Crecimiento del híbrido Cachamoto (*Colossoma Macropomum* x *Piaractus Brachyomus*) en un sistema de recirculación de agua. *Zootecnia Tropical*, 30(4), 351–360. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692012000400006&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Medina Coronado, D. (2018). El rol de las universidades peruanas frente a la investigación y el desarrollo tecnológico. *Propósitos y Representaciones*, 6(2), 703–737. <https://doi.org/10.20511/PYR2018.V6N2.244>
- Scartascini, F. L. (2012). Primeras tendencias ictioarqueológicas en la localidad Bajo de La Quinta, Río Negro, Argentina. *Intersecciones En Antropología*, 13(2), 315–326. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-373X2012000200001&lng=pt&nrm=iso&tlng=es
- Valenzuela B., A., & Valenzuela B, R. (2015). La innovación en la industria de alimentos: Historia de algunas innovaciones y de sus innovadores. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(4), 404–408. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000400013>