

Caracterización parcial de biopelículas elaboradas a base de gelatina de colágeno obtenida de patas de pollo

Partial characterization of biofilms made from collagen gelatin obtained from chicken legs

HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, Daniel†*, MATA-GARCÍA, Moisés, VÁZQUEZ-BRIONES, María del Carmen y GONZÁLEZ-TOTO, Jorge

ID 1^{er} Autor: *Daniel, Hernández-Ramírez*

ID 1^{er} Coautor: *Moisés, Mata-García*

ID 2^{do} Coautor: *María del Carmen, Vázquez-Briones*

ID 3^{er} Coautor: *Jorge, González-Toto*

Recibido 2 de Abril, 2018; Aceptado 8 de Junio, 2018

Resumen

La avicultura, es la actividad más dinámica de la ganadería nacional y en sus mataderos, se generan subproductos, por ejemplo: efluentes líquidos compuestos de (grasas, proteínas y restos de animales) y los desechos sólidos (huesos, vísceras, patas, cabezas y piel). El propósito del presente trabajo fue la extracción de gelatina de colágeno a partir de patas de pollo para la formulación de una biopelícula. Inicialmente, se realizó la extracción de gelatina de colágeno a partir de restos de patas. Se verificó la presencia del colágeno mediante espectrofotometría IR al mostrar bandas relacionadas al colágeno: 3300 cm⁻¹, 1655 cm⁻¹, 1550 cm⁻¹ y 1250 cm⁻¹ (Camacho *et al.*, 2001). Una vez obtenida la gelatina de colágeno, se realizaron cuatro formulaciones de solución formadora de películas utilizando: Alcohol polivinílico al 1 y 5%, Borax al 1 y 5%. De acuerdo a los resultados obtenidos las biopelículas presentaron valores de 2.96% de humedad, 1.33% de cenizas y un 47.48% de solubilidad. Con lo anterior, se comprobó que las patas de pollo son una fuente de gelatina de colágeno, que puede emplearse en la formulación de biopelículas biodegradables.

Avicultura, Colágeno, Biopelícula

Abstract

Poultry farming is the most dynamic activity of the national livestock and in their slaughterhouses, several by-products are generated, among which are: liquid effluents composed of (fats, proteins and animal remains) and solid waste (bones, viscera, legs, heads and skin). The purpose of the present work was the extraction of collagen gelatin from chicken legs for the formulation of a biofilm. In the first stage of the project, collagen gelatin extraction was carried out from leg remains. The presence of collagen was verified by IR spectrophotometry by showing bands related to collagen: 3300 cm⁻¹, 1655 cm⁻¹, 1550 cm⁻¹ and 1250 cm⁻¹ (Camacho *et al.*, 2001). Once the collagen gelatin was obtained, four formulations of film-forming solution were made using: 1% and 5% polyvinyl alcohol, 1% and 5% Borax. According to the results obtained, the biofilms showed values of 2.96% moisture, 1.33% ash and 47.48% solubility. It was found that chicken legs are a source of collagen gelatin, which can be used in the formulation of biodegradable biofilms.

Poultry farming, Collagen, Biofilm

Citación: HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, Daniel, MATA-GARCÍA, Moisés, VÁZQUEZ-BRIONES, María del Carmen y GONZÁLEZ-TOTO, Jorge. Caracterización parcial de biopelículas elaboradas a base de gelatina de colágeno obtenida de patas de pollo. Revista de Innovación Sistemática 2018. 2-6:1-7

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: moisesmg2000@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La avicultura es la crianza de aves doméstica o comercialmente, principalmente para carne y huevos, pero también para plumas. Los pollos son de primordial importancia en esta actividad. Con una producción de 353 mil toneladas anuales de carne y un inventario cercano a los 40 millones de aves. Veracruz se consolidó en la presente administración como el primer productor de pollo del país y como potencia nacional en el sector avícola (INA, 2018).

Sin embargo, esta actividad genera en los mataderos subproductos entre los que se destacan los: efluentes líquidos compuestos de (grasas, proteínas y restos de animales) y los desechos sólidos (huesos, vísceras, patas, cabezas y piel). Comúnmente, gran parte de estos desechos no son utilizadas por estas empresas, a menudo son descartadas en los vertederos (Biazus *et al.*, 2006), los cuales representan un foco de contaminación al no ser tratados adecuadamente (Guerard *et al.*, 2010).

Actualmente se busca reciclar y evitar los desperdicios de la avicultura, es una tarea que va tomando mayor importancia en la sociedad, ya que se pueden convertir en productos funcionales y/o comerciales. Además de impactar en el cuidado del medio ambiente. Una alternativa a la valorización de residuos es el desarrollo de nuevos productos dando a los residuos un destino más noble y de mayor valor comercial (Karim y Bhat, 2009).

La proteína más abundante de origen animal es el colágeno (Muyonga *et al.*, 2004); está compuesta por un conjunto de tres cadenas polipeptídicas (1000 aminoácidos por cadena) agrupadas en una estructura helicoidal, siendo esta la responsable de la rigidez y la resistencia de las fibras (Prockop y Guzmán, 2002), se encuentra presente en todos los tejidos conectivos del cuerpo: músculos, dientes, huesos, tendones y piel.

El colágeno se ha utilizado para la elaboración de alimentos funcionales, materiales de empaque biodegradable, películas fotográficas, productos de cosmetología y algunas otras aplicaciones en alimentos y medicina (Montero y Gómez-Guillén, 2000; Serrano, 2011).

La elaboración de biopelículas formuladas a partir de colágeno extraído de patas de pollo, representa una alternativa para el aprovechamiento de uno de los subproductos de la industria avícola.

Por lo tanto, el propósito del presente trabajo fue elaborar y caracterizar fisicoquímicamente biopelículas formuladas a base de gelatina de colágeno extraído de desechos de pollo (patas) para posteriormente darle una aplicación y de esta forma contribuir con la reducción de la contaminación ocasionada por los residuos de actividades avícolas.

Justificación

El aprovechamiento integral de los recursos naturales, debe ser una tarea primordial para el ser humano.

De acuerdo a lo anterior, es necesario implementar técnicas para el aprovechamiento de los residuos de pollo que se generan como subproductos de las actividades avícolas de la zona sur del estado de Veracruz.

Los restos de pollo, principalmente las patas, deben de emplearse como una fuente importante para la extracción de proteína de gran valor comercial y nutricional, como lo es el colágeno, razón por la cual, se desarrolla el presente trabajo.

Problema

En los municipios del sur de Veracruz, la industria avícola es una de las actividades recurrente por los habitantes de la zona, debido a la demanda de la carne de pollo. De acuerdo con lo anterior, diariamente se generan en la zona sur de Veracruz subproductos (cabezas, plumas, piel, patas y vísceras) de pollo.

Desafortunadamente estos subproductos, ocasionan problemas de contaminación al medio ambiente, debido a que los productores y comerciantes del sector avícola, no cuenta con un tratamiento adecuado para los desechos orgánicos ya mencionados.

Otro problema que observamos, es el desaprovechamiento de los componentes que contienen los residuos del pollo, por ejemplo el colágeno.

Hipótesis

La gelatina de colágeno obtenida a partir de patas de pollo permitirá la formulación de soluciones formadoras de biopelículas biodegradables.

Objetivo General

Elaborar y caracterizar fisicoquímicamente biopelículas a base de gelatina de colágeno obtenida de patas de pollo.

Objetivos específicos

- Obtener la gelatina de colágeno a partir de subproductos de pollo.
- Diseñar la metodología para la elaboración de una biopelícula a partir de colágeno.
- Realizar la caracterización fisicoquímica de la biopelícula.

Metodología de Investigación

Se utilizaron patas de pollo adquiridas en diferentes expendios de la ciudad de Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río Veracruz. La materia prima se transportó a una temperatura de 6°C aproximadamente hasta el laboratorio de química general de la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz. En el laboratorio, se lavaron con abundante agua para eliminar residuos como polvo o tierra. Después del lavado se hizo la reducción del tamaño de los residuos, mediante corte con cuchillo de acero inoxidable.

Obtención de gelatina a partir de patas de pollo

Para realizar la extracción de la gelatina de patas de pollo, se procedió de la siguiente manera:

Hidrólisis de la proteína.

Los trozos de pata de pollo se colocaron por 6 horas a temperatura ambiente en una solución de NaOH al 0.25 M. En esta etapa, la sosa al entrar en contacto con las proteínas de los tejidos vivos produce su rompimiento por efectos de hidrólisis (Liu *et al.*, 2015). Luego de la hidrólisis los aminoácidos y péptidos más pequeños se liberan al medio acuoso.

El NaOH al ser una base fuerte podría de igual forma hidrolizar la molécula de colágeno a pesar de ser una molécula fibrosa y resistente, por esta razón no es recomendable usar altas temperaturas o altas concentraciones de NaOH (Serrano, 2011).

Obtención de gelatina de colágeno

Una vez realizada la hidrólisis de la proteína se adicionó una solución de HCl 0.3 M hasta lograr un pH de 8. Luego se realizó un lavado con agua destilada hasta eliminar el exceso de ácido.

Posteriormente se sometió a un calentamiento durante 3 horas a una temperatura de 60°C.

En seguida, se procedió a filtrar la mezcla empleando papel filtro whatman estándar No. 1.

Una vez filtrada la solución se procedió a calentar nuevamente por una hora a 60°C. Terminado el tiempo se dejó enfriar a temperatura ambiente, observando la formación de un gel.

La muestra obtenida se colocó en un recipiente de vidrio, se cubrió con papel aluminio, y se dejó en el refrigerador durante 4 días a una temperatura de 4 °C.

Elaboración de la biopelícula

En este paso se realizó la biopelícula a base de gelatina de colágeno (ver tabla 1) en la formulación se varió la concentración de alcohol polivinílico (1 y 5%) y la concentración de bórax (1 y 5 %). Manteniendo la misma concentración del plastificante (glicerol), agua y gelatina de colágeno. A continuación, se indica el procedimiento que se empleó para la elaboración de las biopelículas.

En un vaso de precipitado de vidrio, se calentó agua destilada a 50°C por 15 minutos, posteriormente se adicionó la gelatina, después con una pipeta se añadió glicerina y por último otros agentes filmógenos (Alcohol polivinílico y Borax).

Por último, la mezcla se colocó en una caja Petri y se secó en una estufa a 35°C durante 72 h.

Caracterización parcial del colágeno y biopelícula

Se tomaron muestras de las biopelículas elaboradas, y se cuantificó la humedad, cenizas, se efectuó el análisis por espectrofotometría de infrarrojo. Se realizó también una prueba de porcentaje de hinchamiento y de biodegradabilidad a las biopelículas.

Ensayo	Tiempo min	°C	Sustancia	Cantidad
A	10	60	Gelatina	14 g
			Agua	12 mL
			Glicerina	0.5 mL
			Alcohol polivinílico 1%	2 mL
B	10	60	Gelatina	14 g
			Agua	12 mL
			Glicerina	0.5 mL
			Alcohol polivinílico 5%	2 mL
C	10	60	Gelatina	14 g
			Agua	12 mL
			Glicerina	0.5 mL
			Borax 1%	2 mL
D	10	60	Gelatina	14 g
			Agua	12 mL
			Glicerina	0.5 mL
			Borax 5%	2 mL

Tabla 1 Formulación de biopelícula

Determinación de humedad de la biopelícula

Los métodos de determinación de humedad por secado se fundamentan en la evaporación del agua contenida en la muestra.

El porcentaje de humedad, se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula (ecuación 1).

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100 \quad (1)$$

Dónde:

P₂: masa final de la película (después del secado)

P₁: masa inicial de la película

Determinación de ceniza

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo.

$$\% \text{ cenizas totales} = \frac{P_3 - P_2}{P_1 - P_2} * 100 \quad (2)$$

Dónde:

P₃: masa en gramos de la cápsula con las cenizas

P₂: masa en gramos de la cápsula

P₁: masa en gramos de la cápsula con la muestra

Análisis de solubilidad

Se utilizó la metodología descrita por Wang *et al.*, (2007). Se cortaron piezas de cada película con dimensiones de 2 cm por 3 cm, las cuales se almacenaron en un desecador a una humedad relativa cercana al 0% (provisto por sílica de gel) durante siete días.

Los pesos de las películas cortadas fueron registrados y, posteriormente, colocados en un vaso de precipitado con 100 mL de agua destilada con agitación continua 125 rpm, a una temperatura ambiente.

Terminada la agitación, las piezas de las películas fueron filtradas y se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C por 2 h.

Después estas fueron pesadas, para finalmente determinar el porcentaje de solubilidad, el cual se calculó de la siguiente manera:

$$\% \text{ Solubilidad} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} * 100 \quad (3)$$

Dónde:

P₂: masa final de la película seca

P₁: masa inicial de la película seca

Resultados

Después de realizar el protocolo de extracción se obtuvo una mezcla proteica de color blanco perla, de textura gelatinosa y espesa.

Prueba	A	B
Masa (g) patas de pollo	300	300
Volumen (mL) NaOH	250 0.25 M	250 0.3 M
Volumen (mL) HCl	100 0.3 M	100 0.3 M
Observaciones	Se obtuvo gelatina	Se obtuvo gelatina

Tabla 2 Extracción de colágeno

Las biopelículas formuladas a base de gelatina de colágeno, se evaluaron de manera preliminar (censo rialmente), considerando cuatro atributos básicos (color, textura, apariencia y elasticidad).

Los resultados de la evaluación preliminar se presentan en la tabla 3.

Atributo /Prueba	A	B	C	D
Color	Blanca con ligera tonalidad amarilla			
Textura	Lisa	Lisa	Lisa	Lisa
Apariencia	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Elasticidad	Buena	Muy buena	Mala	Mala

Tabla 3 Características de las biopelícula

De acuerdo a lo anterior, la biopelícula que presentó mejores atributos, fue la obtenida en la formulación B.



Figura 1 Biopelícula prueba B

Las pruebas de caracterización se realizaron en la biopelícula obtenida en la prueba B.

Caracterización parcial de la biopelícula

A continuación, se presentan los valores porcentuales de humedad, cenizas y solubilidad de la biopelícula B.

Prueba	M ₁	M ₂	Promedio
% Humedad	2.438	3.498	2.968
% Cenizas	1.502	1.172	1.337
% Solubilidad	44.748	50.216	47.482

Tabla 4 Caracterización parcial de la biopelícula

Análisis de humedad y cenizas en la biopelícula

El porcentaje de humedad de la biopelícula, presentó un 2.96% de humedad debido al proceso de secado que se aplicó en la elaboración de la misma.

La cantidad de cenizas resultó ser alta, debido a que no se aplicó una etapa de desmineralización como la realizada por Mata *et al.*, (2017) quienes reportan 0.204 % de cenizas para una biopelícula elaborada con colágeno de tilapia. Al incluir la etapa mencionada se logra la quelación de los iones Ca²⁺ en solución (Pati *et al.*, 2010).

Análisis de solubilidad

La solubilidad involucra la penetración de las moléculas de agua en la matriz polimérica, esto es seguido por el rompimiento de las fuerzas de Van der Waals entre las cadenas poliméricas (Turhan y Sahbaz, 2004).

En la tabla 4, se observa que las biopelículas presentaron valores altos de solubilidad, podría deberse a la presencia de los grupos -OH presentes en el colágeno y glicerina (Rungsinee y Krochta 2001).

Análisis del colágeno y biopelícula en el IR

En la figura 2 se muestra el espectro IR de una muestra de gelatina obtenida donde se presenta las bandas relacionadas al colágeno: 3300 cm^{-1} , 1655 cm^{-1} , 1550 cm^{-1} y 1250 cm^{-1} (Camacho *et al.*, 2001).

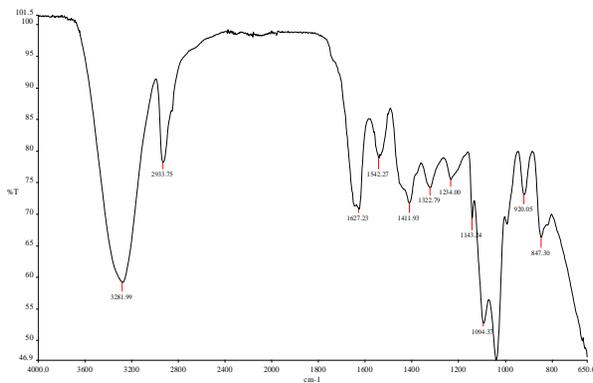


Figura 2 Espectro IR del colágeno

De acuerdo con la figura 3, se verificó que existe una disminución de amplitud de los picos en el espectro IR de la biopelícula correspondiente a las vibraciones por estiramiento que presentan absorbancias entre 3000 y 3900 cm^{-1} y las vibraciones por doblamiento del grupo OH entre 1650 cm^{-1} debido a la modificación química del colágeno.

Se presenta una flexión del OH del agua a 1650 cm^{-1} , lo que confirma el carácter higroscópico del biopolímero (Conley, 1979).

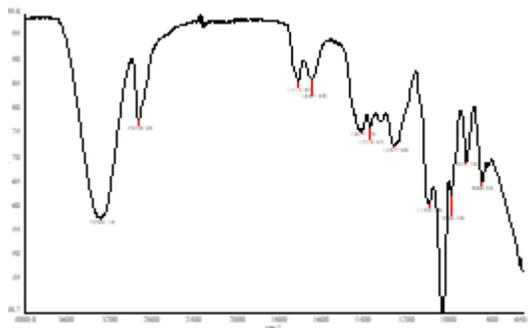


Figura 3 Espectro IR de la biopelícula

Conclusiones

La metodología desarrollada para la obtención de una biopelícula a partir de gelatina de colágeno obtenido de patas de pollo, permitió obtener un producto con características potenciales para ser utilizado como empaque biodegradable.

Agradecimiento

Se agradece a la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz, por todas las facilidades para el desarrollo del presente trabajo.

Referencias

Biazus, J. P., M., Santana, J. C. C. y Souza, R. R. (2006). Modelagem empírica do processo de biodegradação de efluentes protéicos por enzimas de *Carica papaya* sp. *Engenharia Agrícola e Ambiental*: 10 (2): 436-440.

Camacho, N. P., West, P., Torzilli, P. a, & Mendelsohn, R. (2001). FTIR microscopic imaging of collagen and proteoglycan in bovine cartilage. *Biopolymers* 62 (1): 1–8.

Conley, R.T., (1979). *Espectroscopía infrarroja*. Ed. Alambra. España.

Gómez-Guillén, M.C., Giménez, B., López-Caballero, M.E. y Montero, M.P. (2011). Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocolloids*. 25, (8):1813-1827.

Guerard, F., Decourcelle, N., Sabourin, C., Floch-Laizet, C., Laurent, L.G., Pascal, L.F., Florence, G., Ronan, L.D., Pascal, J. y Patrick, B. (2010). Recent developments of marine ingredients for food and nutraceutical applications: a review. *Journal des sciences Halieutique et Aquatique*. 2, 21-27.

Instituto nacional avícola. (2017). Compendio de indicadores económicos del sector avícola 2018. Recuperado de: <https://drive.google.com/drive/folders/1UVgmc16FHycKGWqsS6BoJW1eBdautxYS>.

Karim, A. A., y Bhat, R. (2009). Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids* 23, 563–576.

Liu, D., Zhang, X. Li, T., Yang, H., Zhang, H., Regenstein, J., Zhou, P. (2015). Extraction and characterization of acid- and pepsin-soluble collagens from the scales, skins and swim-bladders of grass carp. *Food Bioscience*, 9, 68–74.

Liu, H., y Huand, K. (2016). Structural Characteristics of Extracted Collagen from Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) Bone: Effects of Ethylenediaminetetraacetic Acid Solution and Hydrochloric Acid Treatment. *International Journal of Food Properties*, 19 (1), 63-75.

Mata, M., Hernández, D., Vázquez M., y González, J. (2017). Elaboración de biopelícula a partir de las escamas, espinas y piel de Mojarra Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Revista de ingeniería tecnológica*, 1(4): 20-28.

Montero, P., y Gómez-Guillén, M.C. 2000. Extracting conditions for megrim (*Lepidorhombus boscii*) skin collagen affect functional properties of the resulting gelatin. *Journal of Food Science*, 65 (3): 434-438.

Muyonga, J. H., Cole, C. G. B. y Duodu, K. G. (2004). Characterisation of acid soluble collagen from skins of young and adult Nile perch (*Lates niloticus*). En línea: <http://10.1016/j.foodchem.2003.06.006>, *Food Chemistry* 85(1): 81–89.

Pati, F., Adhikari, B., & Dhara, S. (2010). Isolation and characterization of fish scale collagen of higher thermal stability. *Bioresource technology*, 101 (10): 3737-3742.

Prockop, DJ. Guzmán, NA. (2002). *Tiempos médicos*. Capítulo 4 “El colágeno”. España.

Rungsinee, S., y Krochta, J. M. (2001). Plasticizer effect on mechanical properties of β -lactoglobulin films. *Journal of Food Engineering*, 50 (3): 149-155.

Serrano, C. (2011). Estandarización de un proceso de extracción de colágeno a partir de los residuos de fileteo de tilapia (*Oreochromis*) y cachama (*Piaractusbrachypomus*). Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

Turhan, K., y Sahbaz, F. (2004). *Food Eng.* 61, 459.

Wang, L., Liu, L., Holmes, J., Kerry, J. (2007). *Food Sci. Technol.* 42, 1128.