

Evaluación de dos métodos de conservación sobre filetes de tilapia (*Oreochromis sp.*)

Anayerly Lugo Moreno¹; Daniela Vargas Carrera²; Anyi Tatiana López Carvajal³; Manuel De Jesús Vela Vargas⁴; Laura Camila Vásquez Rivillas⁵ & Romario Andrés Delgado Chavarro⁶

^{1,2,3,4,5,6}Estudiantes de Ingeniería Agrícola, Universidad Surcolombiana, ^{1,2}Integrantes Semillero de Investigación Agroalimentario Surcolombiano AS+. Carrera 3 No. 1-31 vía las Termitas-Garzón (Huila). E-mail: u20191177289@usco.edu.co

Resumen

Los procesos agroindustriales son de vital importancia a la hora de conservar y alargar la vida útil de productos perecederos, como es el caso de los productos pesqueros. Hoy en día se tiene conocimiento de que existen gran variedad de productos que ayudan a cumplir tal fin, como la sal, el azúcar y/o diferentes extractos a base de plantas que permiten realizar recubrimientos. En este estudio se trabajó con dos métodos de conservación (sal parrillera marina al 3% y recubrimiento con extracto de romero) para determinar cuál es más efectivo a la hora de evitar la aparición de microorganismos. Para ello se cortaron 24 muestras de filete de tilapia de forma homogénea, distribuyéndolas en 2 grupos las cuales se mantuvieron a una temperatura de 4°C, de las cuales se tomaron 3 muestras de cada grupo aleatoriamente cada 7 días por 4 semanas para evaluar la aparición de enterobacterias. El tratamiento con sal al 3% presentó el mayor efecto inhibitorio contra el crecimiento de microorganismos en el filete de tilapia en almacenamiento comparado con el tratamiento en el que se usó una película elaborada con extracto de romero ($p < 0,05$).

Palabras claves: Aceite esencial, carboximetilcelulosa, romero, recubrimiento, salado.

Abstract

Agro-industrial processes are of vital importance when it comes to conserving and extending the useful life of perishable products, such as fishery products. Today it is known that there is a wide variety of products that help to achieve this purpose, such as salt, sugar and/or different plant-based extracts that allow coatings to be made. In this study, we worked with two conservation methods (3% sea salt grill and coating with rosemary extract) to determine which is more effective in preventing the appearance of microorganisms. For this, 24 samples of tilapia fillet were cut homogeneously, distributing them into 2 groups which were kept at a temperature of 4°C, of which 3 samples were taken from each group randomly every 7 days for 4 weeks to evaluate the appearance of enterobacteria. The treatment with 3% salt had the highest inhibitory effect against the growth of microorganisms in the tilapia fillet in storage compared to the film treatment made with rosemary extract ($p < 0.05$).

Keywords: Coating, carboxymethylcellulose, essential oil, rosemary, salty.

Introducción

Se estima que la producción mundial de pescado para el 2018 fue de 179 millones de toneladas, de las cuales 156 millones fueron destinadas para consumo humano (FAO, 2020). En Colombia la cadena de valor del sector acuícola es considerada de gran importancia, cuya producción para el primer trimestre del 2021 fue de 89.230 toneladas de carne de pescado y camarón, en donde casi 8.563 toneladas fueron exportadas (MADR, 2021). Sin embargo, cabe resaltar que las exportaciones de tilapia y trucha son realizadas en filetes en fresco y empacados al vacío sin ningún proceso de conservación que proporcione un valor agregado a dicho producto.

La carne de pescado es considerada un alimento muy perecedero, por su alto contenido de humedad, lo que la hace susceptible al deterioro por parte de microorganismos y enzimas (Ruan *et al.*, 2022), debido a esto, actualmente se desarrollan diversos estudios con el fin de optimizar las propiedades nutritivas y alargar la vida útil de los productos acuícolas así mismo, su calidad y comercialización (Wang *et al.*, 2022).

El recubrimiento y las películas comestibles se derivan a partir de componentes naturales que incluyen proteínas (ej: gelatina, suero, zeína) y polisacáridos (ej: quitosano, alginatos, gomas) (Xiong *et al.*, 2021). Los materiales que se utilizan para este propósito pueden recubrir completamente el alimento o pueden usarse como una capa continua entre los componentes del mismo, de acuerdo con diferentes investigaciones, los recubrimientos han ganado interés para la conservación de alimentos gracias a los importantes resultados obtenidos, principalmente mejorando la calidad de los productos alimenticios a través de sus aplicaciones (Bonilla & Sobral, 2016), además de alternativas sostenibles y reducir el uso de aditivos alimentarios sintéticos (Di Giuseppe *et al.*, 2022). La incorporación de aceites naturales en los recubrimientos y películas comestibles han demostrado que potencia las propiedades físicas, funcionales, calidad y rendimiento (Bonilla & Sobral, 2016). Los polifenoles y los aceites esenciales son las dos categorías que se usan comúnmente (Dehghani *et al.*, 2018), los extractos ricos en polifenoles se consideran potentes aditivos de películas porque ayudan a prevenir la oxidación lipídica de los alimentos y el deterioro microbiano (Piñeros-Hernández *et al.*, 2017; Mohamed *et al.*, 2020).

Los aceites esenciales son sustancias naturales, complejas que pueden contener compuestos volátiles y no volátiles (Teixeira *et al.*, 2022; Yeddes *et al.*, 2020). El aceite esencial de romero es un potente antioxidante por sus compuestos fenólicos como carnosol, rosmanol, epirosmanol e isorosmanol, entre otros (Teshale *et al.*, 2022) y antimicrobiano por sus compuestos de bajo peso molecular como, los terpenos y terpenoides (Teixeira *et al.*, 2022). Los compuestos aromáticos presentes en los aceites esenciales se derivan del fenilpropano e incluyen varias funciones orgánicas como aldehídos, cetonas, fenoles, alcoholes, ésteres y demás (Sánchez-González *et al.*, 2011).

La carboximetilcelulosa (CMC) es el polisacárido natural más abundante, se obtiene a partir de fuentes naturales como la madera, el algodón y los desechos de alimentos, residuos agrícolas, salvado de cereales y cáscaras de frutas (Liu *et al.*, 2021). Las películas comestibles de CMC con propiedades antioxidantes y antimicrobianas tienen un gran potencial para reducir los desechos de alimentos y la contaminación ambiental, mejorando la calidad y la seguridad de los alimentos (Yildirim-Yalcin *et al.*, 2022).

El salado es uno de los métodos más antiguos de conservación del pescado, consiste en la penetración de sal en el músculo del pescado y la extracción de agua, lo que reduce la actividad del agua y el pH. La extracción de agua se debe a las concentraciones de sal y adicionalmente a los cambios estructurales dentro del músculo (Arason *et al.*, 2014); Ruiz-Alonso *et al.*, 2021). La sal se aplica mediante varios métodos, como salado en seco, manual, en salmuera, por inyección y escabechado (Arason *et al.*, 2014), además se puede agregar en conjunto con otros métodos de conservación como el ahumado, generando un valor agregado a los productos y mejores características fisicoquímicas y sensoriales (Ruiz-Alonso *et al.*, 2021).

El objetivo de esta investigación es analizar la efectividad de los dos tratamientos utilizados (película comestible con aceite esencial de romero y el salado) para la conservación de filetes de tilapia en refrigeración durante un período de almacenamiento de 28 días.

Materiales y Métodos

Materia prima: La materia prima utilizada fueron filetes de tilapia (*Oreochromis* sp) frescos obtenidos de puntos de ventas autorizados en el municipio de Garzón- Huila.

Preparación de las muestras y tratamientos: Se tomaron 200 gramos de romero fresco (tallos y hojas), se lavaron y desinfectaron, posteriormente se colocaron sobre parrillas y se llevaron a secar en un horno a temperaturas entre 35-40°C durante 48 horas. Para la extracción del aceite esencial de romero se usó el método de destilación por arrastre de vapor, los principales elementos de este proceso es un balón de 1000 mL, destilador y el condensador, la destilación por arrastre de vapor es un proceso en el que el agua se calienta hasta el punto de ebullición mediante la fuente calor y se convierte en vapor de agua, el cual pasa a través de las hojas pasando al condensador a través de la tuberías, se condensa y el aceite y el agua se separan en un matraz (Kant & Kumar, 2021), las hojas de romero previamente secas se introdujeron en el balón redondo junto con agua destilada, se usó un dispositivo eléctrico para calentar, luego de esto el vapor de agua pasaba por un conducto y se destilaba, como resultado de este proceso se obtuvo el aceite esencial de romero, hidrolato, y demás componentes.

Elaboración de la película: La elaboración de la película consistió en disolver la carboximetilcelulosa (CMC) en agua destilada bajo agitación magnética y manual a 80°C (15 g/L), seguido a esto se adicionó el extracto de romero (200 mL) homogenizando la muestra en un tiempo de aproximadamente 40 minutos, se dejó reposar unos segundos. Se usaron 12 filetes con cortes y tamaños homogéneos de 10 g cada uno, se pasaron por la película y se dejaron escurrir para luego empacarlos en bolsas ziploc, para la rotulación se denominaron de acuerdo con el número de muestras y el tratamiento usado, se almacenaron en refrigeración a 4°C durante 28 días.

Salado: Se cortaron 12 filetes de tamaños homogéneos con un peso de 10 g cada uno, se añadió sal parrillada en una proporción del 0.03 gr de sal/g de pescado, se empacaron en bolsas ziploc, para la rotulación se denominaron de acuerdo con el número de muestras y el tratamiento usado, se almacenaron en refrigeración a 4°C durante 28 días. Se realizó un diseño experimental (Figura 1), completamente aleatorio de 2*4, dos tipos de tratamientos (sal al 3 % y recubrimiento comestible) y cuatro tiempos de almacenamiento (7, 14, 21, y 28 días).

Medio de cultivo: Por cada grupo se prepararon 12 cajas de Petri (24 cajas en total) añadiendo 15 gramos de agar (Agar Rojo de Violeta con Bilis) en 1 litro de agua destilada, seguidamente se esterilizaron en autoclave por 15 minutos, se dejó reposar el medio de cultivo y se sembró en las placas y se almacenaron hasta su uso.

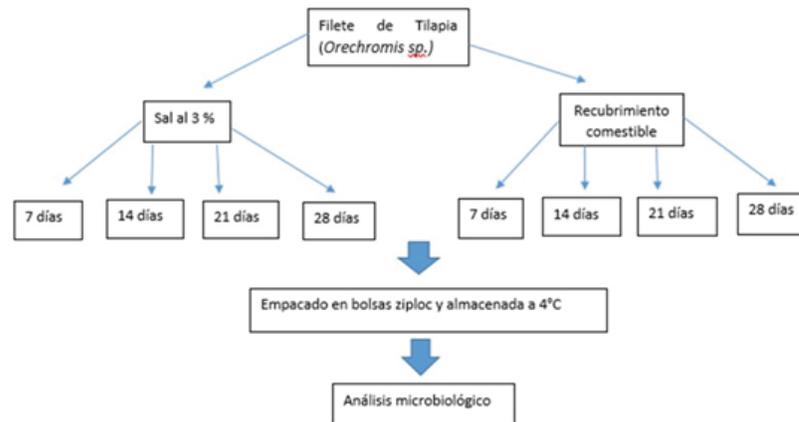


Figura 1. Diseño experimental

Resultados y Discusión

Todas las muestras presentaron un crecimiento de colonias de enterobacterias durante el tiempo de estudio (Figura 2), siendo el tratamiento con NaCl al 3 % el que presentó menor cantidad de colonias pasando de 0,46 a 1,56 Log UFC/g en 28 días. Estadísticamente este tratamiento fue diferente con relación al del recubrimiento comestible ($p < 0,05$). Lo que indica que el tratamiento con sal al 3% presentó mayor efecto inhibitorio contra el crecimiento de microorganismos durante el almacenamiento.

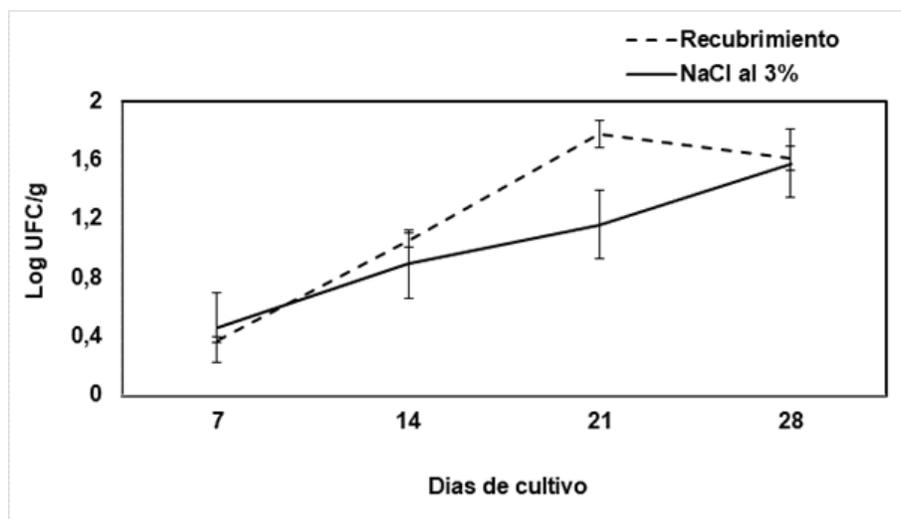


Figura 2. Recuento de enterobacterias en filetes de tilapia almacenados a 4°C

Li *et al.*, (2018) estudiaron la calidad de la dorada mediante dos tratamientos, salazón y salazón con adición de azúcar, concluyendo que los filetes de dorada en salmuera con un 1,8 % de sal (tratamiento 1) y un 1,8 % de sal y un 0,9 % de azúcar (tratamiento 2) pueden retrasar el deterioro y el crecimiento microbiano. Del mismo modo, Zhang *et al.*, (2015), estudiaron la calidad de los filetes de carpa tratados con diferentes concentraciones de sal y azúcar, indicando que el 6,0% de sal restringió intensamente el crecimiento del conteo total viable en comparación con el otro grupo (tratado con 2,0% de sal y 1,0% de azúcar). Esto muestra que la proporción de sal y azúcar utilizada en el producto es efectiva en la formación y supresión de la actividad microbiana, lo que afecta directamente la calidad general.

La presencia de cristales de sal en la superficie provoca una mayor deshidratación del producto (Fuentes *et al.*, 2008). La sal penetra en el músculo e induce la pérdida de agua por efecto osmótico a nivel celular (Collignan *et al.*, 2001), lo que posiblemente permitió una mayor conservación.

El aumento del contenido de sal aumenta la interacción de las proteínas, lo que hace que el agua se filtre fuera del filete permitiendo así una disminución del contenido de agua con el aumento de sal. La actividad del agua (a_w) está relacionada directamente con la carga microbiológica de los productos salados por lo que puede considerarse un parámetro decisivo para garantizar la seguridad del pescado (Rizo *et al.*, 2015).

Conclusión

Esta investigación mostró que el tratamiento con sal al 3% presentó mayor efecto inhibitorio contra el crecimiento de microorganismos en el filete de tilapia en almacenamiento comparado con el tratamiento que contenía la película con extracto de romero ($p < 0,05$). En la figura 2, se logra evidenciar que al día 21 para el recubrimiento se cuenta con un valor máximo aproximado de 1,8 Log UFC/g, mientras que para el tratamiento con sal se encuentra con un valor inferior a 1,2 Log UFC/g, indicando así la efectividad del tratamiento.

La diferencia significativa entre los tratamientos puede referirse a las condiciones de inocuidad durante los días de almacenamiento, adicionalmente, las muestras fueron empacadas en presencia de oxígeno, siendo las muestras de la película las últimas en almacenarse, lo cual contribuye a un mayor desarrollo de microorganismos.

Para mejorar los resultados obtenidos, se recomienda complementar el tratamiento de salado con otros, como el ahumado (Birkeland & Bjerkeng, 2005; Ruiz-Alonso *et al.*, 2021), salazón en salmuera, secado, entre otros. La película comestible puede combinarse con más elementos que proporcionen grandes características antioxidantes y antimicrobianas (Du *et al.*, 2021) como la menta y emulsionantes como la soja (Xiong *et al.*, 2021) adicionalmente, las plantas han sido de gran investigación en la incorporación de películas comestibles para distintos procesos (Kontogianni *et al.*, 2022).

REFERENCIAS

- Arason, S., Nguyen, M. Van, Thorarinsdottir, K. A., & Thorkelsson, G. (2014). Preservation of Fish by Curing 15pp.
- Birkeland, S., & Bjerkgeng, B. (2005). The quality of cold-smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*) as affected by salting method, time and temperature. *International Journal of Food Science and Technology*, 40(9), 963–976. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01030.x>
- Bonilla, J., & Sobral, P. J. A. (2016). Investigation of the physicochemical, antimicrobial and antioxidant properties of gelatin-chitosan edible film mixed with plant ethanolic extracts. *Food Bioscience*, 16, 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2016.07.003>
- Collignan, A., Bohuon, P., & Polign, I. (2001). Osmotic treatment of fish and meat products. www.elsevier.com/locate/jfoodeng
- Dehghani, S., Hosseini, S. V., & Regenstein, J. M. (2018). Edible films and coatings in seafood preservation: A review. In *Food Chemistry* (Vol. 240, pp. 505–513). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.034>
- Di Giuseppe, F. A., Volpe, S., Cavella, S., Masi, P., & Torrieri, E. (2022). Physical properties of active biopolymer films based on chitosan, sodium caseinate, and rosemary essential oil. *Food Packaging and Shelf Life*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100817>
- Du, H., Liu, C., Unsalan, O., Altunayar-Unsalan, C., Xiong, S., Manyande, A., & Chen, H. (2021). Development and characterization of fish myofibrillar protein/chitosan/rosemary extract composite edible films and the improvement of lipid oxidation stability during the grass carp fillets storage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 184, 463–475. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.06.121>
- FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. In *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- FAO & OMS. (2022). Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros. <https://doi.org/10.4060/cb0658es>
- Fuentes, A., Barat, J. M., Fernández-Segovia, I., & Serra, J. A. (2008). Study of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) salting process: Kinetic and thermodynamic control. *Food Control*, 19(8), 757–763. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.07.014>
- Kant, R., & Kumar, A. (2021). Advancements in steam distillation system for oil extraction from peppermint leaves. *Materials Today: Proceedings*, 47, 5794–5799. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.123>

Kontogianni, V. G., Kasapidou, E., Mitlianga, P., Mataragas, M., Pappa, E., Kondyli, E., & Bosnea, L. (2022). Production, characteristics, and application of whey protein films activated with rosemary and sage extract in preserving soft cheese. *LWT*, 155. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112996>

Li, Y., Fang, Y., Zhang, J., Feng, L., Lv, Y., & Luo, Y. (2018). Changes in quality and microbial succession of lightly salted and sugar-salted blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) fillets stored at 48C. *Journal of Food Protection*, 81(8), 1293–1303. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-072>

Liu, Y., Ahmed, S., Sameen, D. E., Wang, Y., Lu, R., Dai, J., Li, S., & Qin, W. (2021). A review of cellulose and its derivatives in biopolymer-based for food packaging application. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 112, pp. 532–546). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.016>

MADR. (2021). *Acuicultura en Colombia. Cadena de la Acuicultura.*

Mohamed, S. A. A., El-Sakhawy, M., & El-Sakhawy, M. A. M. (2020). Polysaccharides, Protein and Lipid -Based Natural Edible Films in Food Packaging: A Review. In *Carbohydrate Polymers* (Vol. 238). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116178>

Piñeros-Hernández, D., Medina-Jaramillo, C., López-Córdoba, A., & Goyanes, S. (2017). Edible cassava starch films carrying rosemary antioxidant extracts for potential use as active food packaging. *Food Hydrocolloids*, 63, 488–495. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.09.034>

Rizo, A., Mañes, V., Fuentes, A., Fernández-Segovia, I., & Barat, J. M. (2015). Physicochemical and microbial changes during storage of smoke-flavoured salmon obtained by a new method. *Food Control*, 56, 195–201. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.03.030>

Ruan, J., Li, M., Liu, Y., Ye, B., & Ling, C. (2022). Adsorption isotherm and thermodynamic properties of microwave vacuum dried tilapia fillets. *LWT*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113766>

Ruiz-Alonso, S. A., Girón-Hernández, L. J., López-Vargas, J. H., Muñoz-Ramírez, A. P., & Simal-Gandara, J. (2021). Optimizing salting and smoking conditions for the production and preservation of smoked-flavoured tilapia fillets. *LWT*, 138. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110733>

Sánchez-González, L., Vargas, M., González-Martínez, C., Chiralt, A., & Cháfer, M. (2011). Use of Essential Oils in Bioactive Edible Coatings: A Review. In *Food Engineering Reviews* (Vol. 3, Issue 1, pp. 1–16). <https://doi.org/10.1007/s12393-010-9031-3>

Teixeira, R. F., Balbinot Filho, C. A., & Borges, C. D. (2022). Essential oils as natural antimicrobials for application in edible coatings for minimally processed apple and melon: A review on antimicrobial activity and characteristics of food models. In *Food Packaging and Shelf Life* (Vol. 31). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100781>

Teshale, F., Narendiran, K., Beyan, S. M., & Srinivasan, N. R. (2022). Extraction of essential oil from rosemary leaves: optimization by response surface methodology and mathematical modeling. *Applied Food Research*, 2(2), 100133. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100133>

Wang, J., Fu, T., Sang, X., & Liu, Y. (2022). Effects of high voltage atmospheric cold plasma treatment on microbial diversity of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) fillets treated during refrigeration. *International Journal of Food Microbiology*, 375. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109738>

Xiong, Y., Kamboj, M., Ajlouni, S., & Fang, Z. (2021). Incorporation of salmon bone gelatine with chitosan, gallic acid and clove oil as edible coating for the cold storage of fresh salmon fillet. *Food Control*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.107994>

Yeddes, W., Djebali, K., Aidi Wannes, W., Horchani-Naifer, K., Hammami, M., Younes, I., & Saidani Tounsi, M. (2020). Gelatin-chitosan-pectin films incorporated with rosemary essential oil: Optimized formulation using mixture design and response surface methodology. *International Journal of Biological Macromolecules*, 154, 92–103. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.092>

Yildirim-Yalcin, M., Tornuk, F., & Toker, O. S. (2022). Recent advances in the improvement of carboxymethyl cellulose-based edible films. *Trends in Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.09.022>

Zhang, Y., Qin, N., Luo, Y., & Shen, H. (2015). Effects of different concentrations of salt and sugar on biogenic amines and quality changes of carp (*Cyprinus carpio*) during chilled storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6), 1157–1162. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6803>