

**ARTÍCULO ORIGINAL****Análisis microbiológico y sensorial de filetes de tilapia (*Oreochromis niloticus*) con recubrimiento bioactivo incorporando aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*)****Microbiological and sensory analysis of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets with bioactive coating incorporating oregano (*Origanum vulgare*) essential oil**Esmeralda Aguilar<sup>1</sup> , Ana Guamuro<sup>1</sup> , Hans Minchán-Velayarce<sup>1</sup> , Sandra Pasapera-Campos<sup>1</sup>  y Juan Ticona<sup>2</sup> **RESUMEN**

Los productos derivados del pescado, son fuentes ricas en nutrientes, sin embargo, son altamente susceptibles a la alteración y el deterioro. Este estudio evaluó el efecto microbiológico, sensorial y en el pH, de un recubrimiento bioactivo incorporando aceite esencial de orégano (al 0, 2, 3 y 4 %) en filetes de tilapia refrigerado, a 4° C durante 1, 4, 7 y 11 días. Se utilizó un diseño factorial 4Ax4B, A: Concentración de aceite esencial y B: tiempo de almacenamiento en días, con tres repeticiones. Se emplearon la prueba de Friedman y Kruskal–Wallis. Los filetes tratados con recubrimiento y aceite esencial mostraron ausencia/25 g de *Salmonella sp.*, con niveles de aerobios mesófilos ( $2 \times 10^5$  UFC/g), aerobios psicrófilos totales ( $7 \times 10^3$  UFC/g), anaerobios psicrófilos facultativos totales ( $3.18 \times 10^4$  UFC/g), *Escherichia coli* (8 UFC/g) y *Staphylococcus aureus* ( $4 \times 10^2$  UFC/g); todos ellos dentro de los límites establecidos por la Norma Técnica N° 071-MINSA/DIGESA. Los filetes recubiertos mostraron características sensoriales superiores en comparación con los no tratados, manteniendo un pH entre 6.28-6.4, hasta el día siete con un 4% de aceite esencial. Se concluye que estos resultados y su aplicación constituyen una alternativa prometedora para la industria de procesamiento primario de esta especie.

**Palabras clave:** Recubrimiento bioactivo, aceite esencial, orégano, tilapia.

**ABSTRACT**

Fish products are rich sources of nutrients; however, they are highly susceptible to alteration and spoilage. This study evaluated the microbiological, sensory and pH effects of a bioactive coating incorporating oregano essential oil (0, 2, 3 and 4 %) on refrigerated tilapia fillets at 4°C for 1, 4, 7 and 11 days. A 4Ax4B factorial design was used, A: concentration of essential oil and B: storage time in days, with three replicates. Friedman and Kruskal–Wallis tests were used. The fillets treated with coating and essential oil showed absence/25 g of *Salmonella sp.*, with levels of mesophilic aerobes ( $2 \times 10^5$  CFU/g), total psychrophilic aerobes ( $7 \times 10^3$  CFU/g), total facultative psychrophilic anaerobes ( $3.18 \times 10^4$  CFU/g), *Escherichia coli* (8 CFU/g) and *Staphylococcus aureus* ( $4 \times 10^2$  CFU/g); all within the limits established by Technical Standard No. 071-MINSA/DIGESA. The coated fillets showed superior sensory characteristics compared to untreated fillets, maintaining a pH between 6.28-6.4, up to day seven with 4% essential oil. It is concluded that these results and their application constitute a promising alternative for the primary processing industry of this species.

**Keywords:** Bioactive coating, essential oil, oregano, tilapia.

\* Autor para correspondencia

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: [anaguamuro@gmail.com](mailto:anaguamuro@gmail.com); [aguilarpaquirachin@gmail.com](mailto:aguilarpaquirachin@gmail.com); [hans.minchan@unj.edu.pe](mailto:hans.minchan@unj.edu.pe); [sanloica22@gmail.com](mailto:sanloica22@gmail.com)

<sup>2</sup> Empresa Privada Ecofriendly Engineers S.A.C, Perú. Email: [juan.ticona.yujra@gmail.com](mailto:juan.ticona.yujra@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El pescado y los productos pesqueros son altamente nutritivos, es la principal fuente natural de ácidos grasos n-3 (Perea et al., 2008), pero también su velocidad de degradación es más elevada que la de otros tipos de carnes, especialmente por la exposición a altas temperaturas y prácticas de manipulación inadecuadas (Oliveira et al., 2001). A esta problemática se suma la migración de envases, donde los productos pesqueros son envasados con materiales que contienen policarbonatos, resinas epoxi y bisfenol A (BPA), cuya presencia implica riesgos para la salud humana desarrollando enfermedades como el cáncer, diabetes, problemas neurológicos y cardiovasculares (Flores, 2019). Donde Solano-Doblado et al. (2018) indica que una opción para combatir la migración de envases es emplear recubrimientos comestibles incorporando aceites esenciales de plantas los que actuarán como barreras bioactivas.

Por esta razón, varios investigadores están buscando alternativas de conservación para este tipo de carnes, como el estudio realizado por Guerrero et al. (2015) determinando que la incorporación de aceites esenciales como el orégano mejoran las características sensoriales del producto cárnico, además de otorgar poder antioxidante y antimicrobiano. Moraes-Lovison et al. (2017) indica que el uso del aceite esencial de orégano en productos cárnicos tiene resultados prometedores en cuanto a la prevención de la oxidación y control microbiológico, debido a que en su composición contiene carvacrol y timol, responsables del alto poder antioxidante y antimicrobiano (Tomiotto-Pellissier et al., 2022), capacidad antifúngica y antiviral (Matiucci et al., 2023). Pandia (2020) obtuvo biopelículas a partir de la gelatina extraída de la piel de perico en la que incorporó extracto de orégano, aplicando sobre filetes de trucha para evaluar sus características fisicoquímicas y microbiológicas durante su almacenamiento en refrigeración. Pandia, observó que las biopelículas que contenían 2, 4, 6 y 8 % de extracto de orégano mostraron actividad antimicrobiana sobre *Staphylococcus aureus* y *Proteus vulgaris*; mientras que las biopelículas con 6 y 8 % de extracto de orégano inhibieron el crecimiento de *Enterococcus faecalis* y *Salmonella enterica*. Sólo la biopelícula con 8 %, inhibió el crecimiento de *Shigella spp.* Concluyó que los filetes recubiertos con 2 % de extracto de orégano mantienen la aceptabilidad durante 8 días y los filetes recubiertos con 4 y 6 %, mantienen la aceptabilidad hasta los 11 días durante su almacenamiento en refrigeración de la trucha.

En la ciudad de Jaén y alrededores, una especie comúnmente comercializada es la tilapia (*Oreochromis niloticus*), a menudo no alcanza los estándares de calidad necesarios y llega al mercado en estado de descomposición afectando su aceptación (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2014). Con lo expuesto anteriormente, se consideró necesario evaluar la calidad microbiológica y sensorial de filetes de tilapia

(*Oreochromis niloticus*) con recubrimiento que incorpora aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) manipulando tres concentraciones (2, 3 y 4 %), realizando pruebas al primer, cuarto, séptimo y onceavo día de refrigeración (4° C).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Todas las etapas de proceso, desde la obtención de los filetes de tilapia (recepción 1, transporte, recepción 2, enfriamiento, desescamado, eviscerado y descabezado, fileteado, lavado y escurrido), la preparación de los recubrimientos y el almacenamiento en refrigeración (por 1, 4, 7 y 11 días) se realizaron en las instalaciones de la empresa privada Ecofriendly Engineers S.A.C; los análisis microbiológicos y registros de pH fueron tercerizados a la empresa Peruinka Industrias S.A. ambas empresas situadas en la ciudad de Jaén. La población estuvo constituida por tilapias con un peso promedio de 500 g, capturadas de la piscigranja La Tilapia, ubicada en la misma ciudad. La muestra estuvo constituida 25kg de tilapia, obteniendo filetes de 100 a 120 g.

Los porcentajes de los componentes (9 % de gelatina, 0.84 % de CMC y 1.69 % de bicarbonato de sodio, 1.12 % de glicerina) para la elaboración de los recubrimientos con 3 concentraciones (2%, 3%, 4%) de aceite esencial de orégano (con R.S C6000115N-VCIVAC, producido y envasado por Inversiones Arcadius E.I.R.L. RUC 20533022384) se basaron en 300ml de agua. Se disolvieron todos los componentes en 300 ml de agua a una temperatura de 45° C, seguido la adición de aceite esencial de orégano y su homogenización, para luego proceder a un enfriado entre 5 a 10 minutos.

Obtenidos los recubrimientos bioactivos, se aplicaron sobre los filetes de tilapia cubriéndolos completamente. Posteriormente, los filetes de tilapia fueron refrigerados a una temperatura de 4°C por 1, 4, 7 y 11 días hasta llevarse a cabo el control de pH, microbiológicos (Aerobios mesófilos, aerobios psicrófilos totales, anaerobios psicrófilos facultativos totales, *Salmonella sp*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*) y sensorial, que contó con un panel de 30 panelistas no entrenados, evaluando: aspecto general, textura y olor, de 0 a 3 puntos de calificación (Romero, 2015). También se incluyó una muestra testigo que consistía en filetes de tilapia sin recubrimiento bioactivo pero que fueron sometidos a todos los análisis correspondientes.

El estudio fue de tipo experimental, con un diseño factorial 4Ax4B (donde A representa la concentración de aceite esencial de orégano y B el tiempo de almacenamiento), utilizando un diseño completamente al azar con dos factores, cada uno con cuatro niveles y tres repeticiones.

Tabla 1. Número de tratamientos de acuerdo al diseño experimental

Factor A: Concentración de aceite esencial de orégano	Factor B: Tiempo de almacenamiento			
	DÍA1	DÍA2	DÍA3	DÍA4
<b>T1</b>	T1_DIA1	T1_DIA2	T1_DIA3	T1_DIA4
<b>T2</b>	T2_DIA1	T2_DIA2	T2_DIA3	T2_DIA4
<b>T3</b>	T3_DIA1	T3_DIA2	T3_DIA3	T3_DIA4
<b>T4</b>	T4_DIA1	T4_DIA2	T4_DIA3	T4_DIA4

Leyenda:

A: Porcentaje de aceite esencial

T1: Muestra testigo, sin recubrimiento

T2: Recubrimiento con aceite esencial de orégano al 2%

T3: Recubrimiento con aceite esencial de orégano al 3%

T4: Recubrimiento con aceite esencial de orégano al 4%

B: Tiempo de almacenamiento

DIA 1: Primer día de almacenamiento

DIA 4: Cuarto día de almacenamiento

DIA 7: Séptimo día de almacenamiento

DIA 11: Onceavo día de almacenamiento

## RESULTADOS

### Determinación de pH de los filetes de tilapia con recubrimiento bioactivo durante el almacenamiento en refrigeración.

En la Figura 1 se muestra el promedio de pH de cada tratamiento en cada uno de los días de evaluación.

Se puede apreciar que el pH para el tratamiento T1 incrementa en los días siete y once, alcanzando un valor de 7, logrando diferenciarse del resto de tratamientos. Asimismo, se observa que el tratamiento T4 presenta el menor nivel de pH en todos los días de evaluación, excepto en el día 4, en el que el tratamiento T2 muestra el menor pH, alcanzando un valor de 6.2.

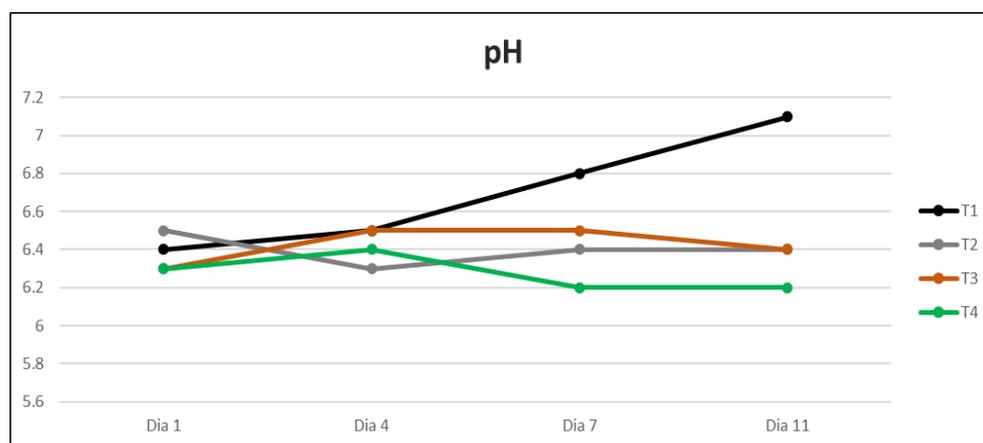


Figura 1. Evolución de los niveles de pH de los tratamientos a lo largo de los días de evaluación

Después de llevar a cabo la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, se confirma que existen diferencias significativas en los niveles de pH entre los tratamientos. Posteriormente se aplicó el test de comparaciones múltiples de Wilcoxon para determinar en qué tratamientos se dan dichas diferencias, cuyos resultados se observan en la Tabla 2, donde T4 y T2 conforman el grupo con menor nivel de pH, mientras que T3 y T1 forman el grupo de tratamientos con mayor nivel de pH.

Tabla 2. Grupos homogéneos de tratamientos, conformados para los valores de pH

Indicador	Tratamientos	Valor promedio	Grupos	
pH	T4	6.28	a	
	T2	6.40	a	b
	T3	6.43	b	c
	T1	6.70	c	

### **Evaluación de la actividad antimicrobiana del recubrimiento bioactivo en filetes de tilapia durante el almacenamiento en refrigeración.**

La figura 2 muestra los resultados del análisis microbiológico de los tratamientos, con valores promedio de indicadores microbiológicos para cada tratamiento en diferentes días de evaluación, junto con los límites definidos por la Norma Técnica Sanitaria N° 071 -MINSA/DIGESA que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo (DIGESA, 2003). Además, se observa que, en cuanto a aerobios mesófilos, los tratamientos T3 y T4 mantienen niveles constantes por debajo de los límites establecidos, mientras que T2 muestra niveles superiores en el día 11; y T1 en los días 7 y 11. En cuanto a los aerobios psicrófilos totales, T2, T3 y T4 permanecen constantes, por debajo de los límites, mientras que T1 supera los límites a partir del día 4. Respecto a anaerobios psicrófilos facultativos totales se mantienen dentro de los límites en todos los tratamientos, con T1 acercándose al límite máximo a partir del día 4. Para *Escherichia coli*, todos los tratamientos están por debajo del límite superior, destacando T4 como el único tratamiento que se mantuvo por debajo del límite inferior en todos los días de evaluación. Por último, en cuanto a *Staphylococcus aureus*, T3 y T4 cumplen con los límites establecidos en todos los días evaluados, mientras que T1 supera los límites en todos los días de evaluación y T2 lo hace solo en el último día.

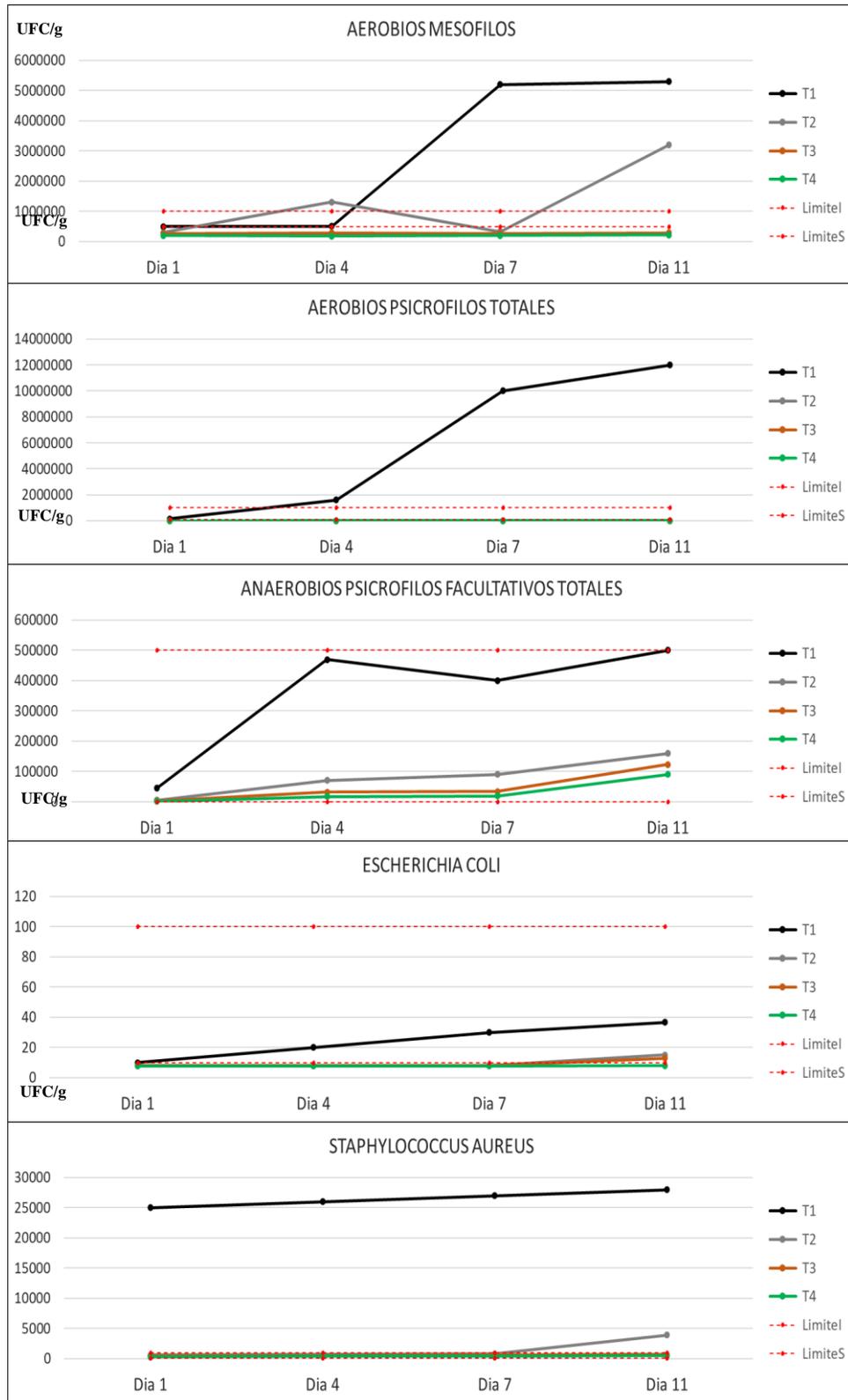


Figura 2. Evaluación microbiológica de los tratamientos, en cada día de evaluación.

Confirmando que existen diferencias significativas entre los tratamientos empleando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis se realizó el test de comparaciones múltiples de Wilcoxon presentados en la tabla 3. En promedio, el tratamiento T4 muestra los niveles más bajos de actividad antimicrobiana, agrupándose con T2 y T3 en el indicador de *Escherichia coli*, mientras que T1 muestra consistentemente los niveles más altos de actividad microbiológica en todos los indicadores.

Tabla 3. Grupos homogéneos de tratamientos

Indicador	Tratamientos	Valor promedio	Grupos
Aerobios mesófilos	T4	200,000	a
	T3	285,000	b
	T2	1,285,000	c
	T1	2,877,500	d
Aerobios psicrófilos totales	T4	7,000	a
	T3	9,167	b
	T2	11,000	c
	T1	5,937,500	d
Anaerobios psicrófilos facultativos totales	T4	31,842	a
	T3	48,033	b
	T2	81,250	c
	T1	353,750	d
<i>Escherichia coli</i>	T4	8	a
	T3	9	a
	T2	10	a
	T1	24	b
<i>Staphylococcus aureus</i>	T4	400	a
	T3	575	b
	T2	1,500	c
	T1	26,500	d

### Análisis sensorial de los filetes de tilapia durante 1, 4, 7 y 11 días de almacenamiento.

En la Figura 3 se puede apreciar que la evaluación sensorial de cada tratamiento en el primer día presenta los mejores resultados para los tres atributos evaluados, así como también que en cada uno de los días evaluados el tratamiento T4 es el que obtiene los mejores resultados en los tres atributos; notándose más esta diferencia en los días siete y once de almacenamiento. Por el contrario, el tratamiento testigo (T1) obtuvo el menor resultado sensorial en los tres atributos, en cada uno de los días de evaluación.

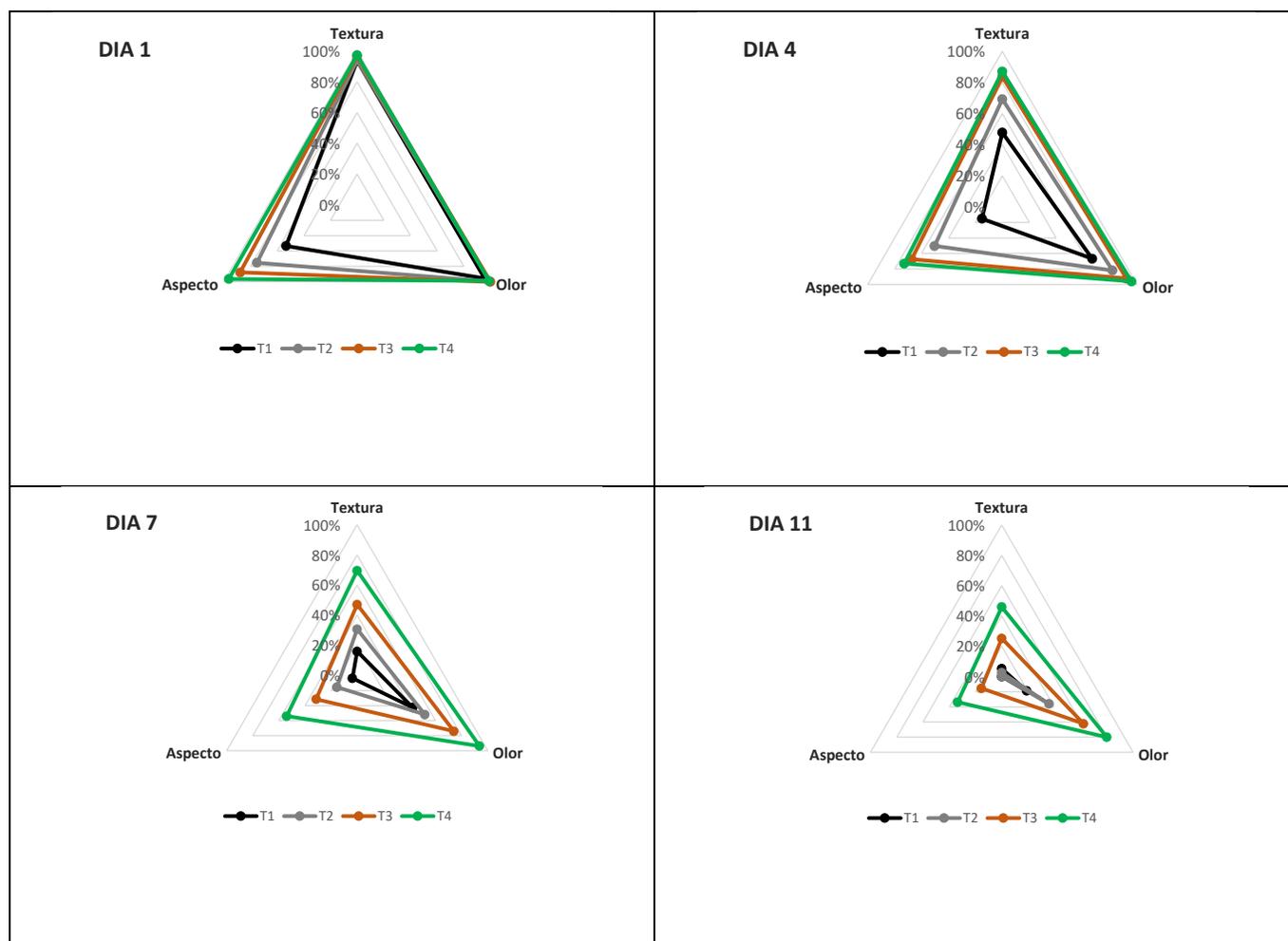


Figura 3. Perfil sensorial de los tratamientos según los atributos, en cada día de evaluación.

Después de confirmar la diferencia significativa entre tratamientos, se procede a realizar la prueba de comparaciones múltiples de Friedman. En la Tabla 4 se presentan los resultados de dicha prueba, donde se observa que, para el atributo aspecto sobresalen los tratamientos T4\_DIA 1, T3\_DIA 1, T2\_DIA 1, T4\_DIA 4 y T3\_DIA 4; para el atributo olor, los tratamientos T3\_DIA 1, T2\_DIA 1, T4\_DIA 1, T4\_DIA 4, T1\_DIA 1, T4\_DIA 7, T3\_DIA 4 Y T2\_DIA 4; y para el atributo textura, los tratamientos T4\_DIA 1, T3\_DIA 1, T2\_DIA 1, T1\_DIA 1, T4\_DIA 4, T3\_DIA 4 y T4\_DIA 7.

Tabla 4. Grupos homogéneos de tratamientos, conformados para cada atributo sensorial

Características	Tratamiento	Suma Rangos	Promedio Rangos	Grupos
Aspecto	T4_DIA 1	465.00	15.50	a
	T3_DIA 1	436.00	14.53	a b
	T2_DIA 1	390.50	13.02	a b c
	T4_DIA 4	382.00	12.73	a b c
	T3_DIA 4	363.00	12.10	a b c
	T4_DIA 7	311.00	10.37	b c d
	T1_DIA 1	308.00	10.27	b c d
	T2_DIA 4	296.50	9.88	c d
	T4_DIA 11	229.00	7.63	d e
	T3_DIA 7	217.50	7.25	d e f
	T3_DIA 11	158.50	5.28	e f g
	T2_DIA 7	144.00	4.80	e f g
	T1_DIA 4	143.00	4.77	e f g
	T1_DIA 7	90.00	3.00	f g
	T1_DIA 11	73.00	2.43	g
	T2_DIA 11	73.00	2.43	g
Olor	T3_DIA 1	398.50	13.28	a
	T2_DIA 1	394.00	13.13	a b
	T4_DIA 1	389.50	12.98	a b
	T4_DIA 4	373.00	12.43	a b
	T1_DIA 1	370.50	12.35	a b
	T4_DIA 7	360.00	12.00	a b
	T3_DIA 4	353.00	11.77	a b c
	T2_DIA 4	274.00	9.13	a b c d
	T4_DIA 11	264.00	8.80	b c d
	T3_DIA 7	224.50	7.48	c d e
	T1_DIA 4	186.50	6.22	d e f
	T3_DIA 11	164.00	5.47	d e f g
	T2_DIA 7	121.50	4.05	e f g
	T1_DIA 7	97.50	3.25	e f g
	T2_DIA 11	70.50	2.35	f g
	T1_DIA 11	39.00	1.30	g
Textura	T4_DIA 1	415.50	13.85	a
	T3_DIA 1	413.50	13.78	a
	T2_DIA 1	399.50	13.32	a b
	T1_DIA 1	396.50	13.22	a b
	T4_DIA 4	363.50	12.12	a b
	T3_DIA 4	347.50	11.58	a b c
	T4_DIA 7	304.50	10.15	a b c d
	T2_DIA 4	282.50	9.42	b c d
	T1_DIA 4	228.50	7.62	c d e
	T3_DIA 7	219.00	7.30	c d e
	T4_DIA 11	210.00	7.00	d e
	T2_DIA 7	148.50	4.95	e f
	T3_DIA 11	125.50	4.18	e f
	T1_DIA 7	104.50	3.48	e f
	T1_DIA 11	66.00	2.20	f
	T2_DIA 11	55.00	1.83	f

## DISCUSIÓN

En la determinación de pH, se observa que la muestra testigo incrementó de 6.4 a 7.1, mientras que los tratamientos del grupo con 4 % de aceite esencial de orégano (T4) descendieron de 6.3 a 6.2. Carrillo & Audisio (2007) señalan que el pH del pescado es neutro, pero que luego de su muerte disminuye a 6.2 para luego subir a 6.7, favoreciendo el desarrollo microbiano y la inestabilidad del filete de pescado. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Pandia (2020), quien observó un aumento de pH de 6.13 a 6.26 en los filetes de tilapia sin recubrimiento, mientras que aquellos con recubrimiento bioactivo de aceite esencial de orégano al 4 % redujeron su pH de 6.13 a 6.07, mitigando el incremento del pH. Esto confirma que el aumento de pH es un indicador directo de la calidad de pescado, y que el uso de aceite esencial de orégano controla el aumento de pH.

Los análisis microbiológicos de todos los tratamientos mostraron ausencia/25 g de *Salmonella sp* en todos los días evaluados. Los niveles de microorganismos como Aerobios Mesófilos, Aerobios Psicrófilos totales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y Anaerobios psicrófilos facultativos totales estuvieron dentro de los límites establecidos por la Norma Técnica Sanitaria N° 071 - MINSA/DIGESA que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (DIGESA, 2003), excepto la muestra testigo (T1). Pandia (2020) encontró resultados similares y observó que el recuento de *Escherichia coli*, en la muestra testigo, superó los valores máximos establecidos y los tratamientos con recubrimiento se encontraron por debajo del límite mínimo. Además, Huang et al. (2018) descubrieron que los aceites esenciales, como el orégano, tomillo y anís estrellado, tienen efectos antimicrobianos en los filetes de carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*). Por lo tanto, el estudio concluye que la adición de recubrimientos incorporando aceite esencial de orégano (2, 3 y 4%) a filetes de tilapia inhibe el crecimiento para los microorganismos: aerobios mesófilos, aerobios psicrófilos totales, anaerobios psicrófilos facultativos totales, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. En el análisis sensorial, los tratamientos que sobresalen en todos los atributos evaluados son T4\_DIA1, T4\_DIA4 y T4\_DIA11, correspondientes al grupo que contenía 4 % de aceite esencial de orégano. Estos resultados se alinean con investigaciones previas, como la de Wu et al. (2014), que demostraron que una película con 4 % de aceite esencial de orégano extendió la vida útil del músculo de pescado almacenado a 4 °C; Ojagh et al. (2010), quienes encontraron que recubrimientos con aceite esencial de canela sobre trucha mejoraron su calidad hasta por 7 días; Pelaes et al. (2021), respaldan que los recubrimientos con aceites esenciales mejoran la calidad y aceptabilidad sensorial de filetes de tilapia.

## CONCLUSIONES

El estudio concluye que los filetes de tilapia con recubrimiento incorporando aceite esencial de orégano en concentraciones al 2, 3 y 4% presentaron resultados superiores en todos los análisis y días evaluados. El uso de aceite esencial de orégano controla el aumento de pH en todos los grupos de filetes con recubrimiento bioactivo. En los análisis microbiológicos sobresale el grupo con 4% de aceite esencial de orégano (T4) mostrando ausencia/25g de *Salmonella*, aerobios mesófilos ( $2 \times 10^5$  UFC/g), aerobios psicrófilos totales ( $7 \times 10^3$  UFC/g), anaerobios psicrófilos facultativos totales ( $3.18 \times 10^4$  UFC/g), *Escherichia coli* (8 UFC/g) y *Staphylococcus aureus* ( $4 \times 10^2$  UFC/g), manteniéndose dentro de los límites establecidos por la norma; y obtuvieron características sensoriales favorables en comparación con los filetes de tilapia sin recubrimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrillo, L., & Audisio, C. (2007). *Manual de Microbiología de Los Alimentos PDF*. Pdfcoffee.Com. <https://pdfcoffee.com/manual-de-microbiologia-de-los-alimentos-pdf-pdf-free.html>
- DIGESA. (2003). *Norma Técnica Sanitaria N° 071—MINSA/DIGESA “Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”*.
- Flores, G. (2019). Mecanismo carcinogénico asociado a la exposición al Bisfenol A. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 28(1), 96-104.
- Guerrero, A., Carvalho, C., Madrona, G., Cestari, L., Scapin, M., & Nunes do Prado, I. (2015). Envases alternativos biodegradables y activos con aceites esenciales para productos cárnicos. *Eurocarne: La revista internacional del sector cárnico*, 238 (Julio-Agosto), 45-52.
- Huang, Z., Liu, X., Jia, S., Zhang, L., & Luo, Y. (2018). The effect of essential oils on microbial composition and quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets during chilled storage. *International Journal of Food Microbiology*, 266, 52-59. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.11.003>
- Matiucci, M., Dos Santos, I., Da Silva, N., Dos Santos, P., Oliveira, G. G., Santos, S., Dos Santos, E., Said, R., Ferreira, J., Sartório, A., Ferreira, T. A., Oliveira, O., Alcalde, C., Rodrigues, M., & Feihmann, A. (2023). Use of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) processing residues in the production of pâtés with the addition of oregano (*Origanum vulgare*) essential oil. *PLOS ONE*, 18(12), 21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296106>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2014). *Manual básico sobre procesamiento e inocuidad de productos de la acuicultura*.
- Moraes-Lovison, M., Marostegan, L., Peres, M., Menezes, I., Ghiraldi, M., Rodrigues, R., Fernandes, A., & Pinho, S. (2017). Nanoemulsions encapsulating oregano essential oil: Production, stability,

- antibacterial activity and incorporation in chicken pâté. *LWT*, 77, 233-240. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.061>
- Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., & Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120(1), 193-198. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.10.006>
- Oliveira, C., Dragonetti, J., & Friss, C. (2001). *Deterioro del pescado: Guía didáctica*. <http://hdl.handle.net/1834/1999>
- Pandia, S. E. (2020). *Obtención de películas comestibles empleando gelatina de pescado con extracto de orégano, y utilización como recubrimiento en filetes de trucha*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4345>
- Pelaes, A., Guerrero, A., Guarnido, P., Cordeiro, I., Olleta, J., Blasco, M., Nunes do Prado, I., Maggi, F., & Campo, M. del M. (2021). Effect of active-edible coating and essential oils on lamb patties oxidation during display. *Foods*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/foods10020263>
- Perea, A., Gómez, E., Mayorga, Y., & Triana, C. Y. (2008). Caracterización nutricional de pescados de producción y consumo regional en Bucaramanga, Colombia. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(1), 91-97.
- Romero, P. (2015). *Cata de alimentos en hostelería (5.0)*. [https://books.google.com.pe/books?id=27pWDwAAQBAJ&pg=PA18&dq=tipos+de+jueces+para+pruebas+sensoriales&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwjE64rcz\\_D2AhWolZUCHXSIAPeQ6AF6BAGJEAI#v=onepage&q=tipos+de+jueces+para+pruebas+sensoriales&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=27pWDwAAQBAJ&pg=PA18&dq=tipos+de+jueces+para+pruebas+sensoriales&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwjE64rcz_D2AhWolZUCHXSIAPeQ6AF6BAGJEAI#v=onepage&q=tipos+de+jueces+para+pruebas+sensoriales&f=false)
- Solano-Doblado, L., Alamilla-Beltrán, L., Jiménez-Martínez, C., Solano-Doblado, L., Alamilla-Beltrán, L., & Jiménez-Martínez, C. (2018). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 21. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.153>
- Tomiotto-Pellissier, F., Da Silva, B., Márcia, V., Marques, A., Quasne, A., Ricci, B., Dolce, P., Della, G., Lazarin-Bidóia, D., Silva, T., Gonçalves, M., Takayama, R., Nakazato, G., Costa, I., Conchon-Costa, I., Miranda-Sapla, M., & Pavanelli, W. (2022). The cytotoxic and anti-leishmanial activity of Oregano (*Origanum vulgare*) essential oil: An in vitro, in vivo, and in silico study. *Industrial Crops and Products*, 187. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115367>
- Wu, J., Ge, S., Liu, H., Wang, S., Chen, S., Wang, J., Li, J., & Zhang, Q. (2014). Properties and antimicrobial activity of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) skin gelatin-chitosan films incorporated with oregano essential oil for fish preservation. *Food Packaging and Shelf Life*, 1(2), 7-16. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2014.04.004>