



Bioconservación de hamburguesa de carne de Vicugna pacos y Cavia porcellus con aceite esencial de Minthostachys mollis y Origanum vulgare

Biopreservation of Vicugna pacos and Cavia porcellus meat burger with essential oil of Minthostachys mollis and Origanum vulgare

Biopreservação de hambúrguer de carne Vicugna pacos e Cavia porcellus com óleo essencial de Minthostachys mollis e Origanum vulgare

Denis Dante Corilla-Flores ^I

denis.corilla@unh.edu.pe

<http://orcid.org/0000-0002-5233-8666>

Sandy Vialid Yauricasa-Tornero ^{III}

sandy.yauricasa@unh.edu.pe

<http://orcid.org/0000-0002-2793-5522>

Flor Beatriz Lizarraga-Gamarra ^V

florbeatrizl@gmail.com

<http://orcid.org/0009-0008-2208-7780>

Oliver Taype-Landeo ^{VII}

oliver.taipe@unh.edu.pe

<http://orcid.org/0000-0003-4197-1164>

Deniss Yoshira Areche-Mansilla ^{II}

deniss.areche@unh.edu.pe

<http://orcid.org/0000-0003-1186-9708>

Franklin Oré-Areche ^{IV}

franklin.ore@unh.edu.pe

<http://orcid.org/0000-0002-7168-1742>

Victor Asunción Zarate-Paucarpura ^{VI}

v_zarate_paucarpura@hotmail.com

<http://orcid.org/0009-0005-7244-0122>

Erika Jazmin Nalvarte-Aguilar ^{VIII}

2023122008@unh.edu.pe

<http://orcid.org/0009-0001-3611-9439>

Raul Paucar-Sosa ^{IX}

2021122009@unh.edu.pe

<http://orcid.org/0000-0002-8672-3888>

Correspondencia: franklin.ore@unh.edu.pe

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 13 de enero de 2025 * **Aceptado:** 20 de febrero de 2025 * **Publicado:** 31 de marzo de 2025

- I. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.
- II. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.
- III. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.
- IV. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.
- V. Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica, Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú.
- VI. Grencia General, Empresa VIZCAP SAC, Jauja, Perú.
- VII. Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Pampas, Perú.
- VIII. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.
- IX. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.

Resumen

El propósito de este estudio fue evaluar la influencia del aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) y orégano (*Origanum vulgare*) en la bioconservación de la hamburguesa de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) y cuy (*Cavia porcellus*), para la obtención de la hamburguesa se trabajó con tres tratamientos (T1, T2 y T3) donde la carne de alpaca, cuy y las especias fueros estándar para todos los tratamientos, mientras que la concentración de aceite esencial de muña y orégano fue de la siguiente manera T1 (50%:50%), T2 (70%:30%) y T3 (90%:10%) respectivamente. La extracción del aceite esencial de orégano y muña se realizó por el método de arrastre de vapor, para la elaboración de la hamburguesa la carne de alpaca y cuy se molió en un molino de carne. La evaluación sensorial se realizó con treinta panelistas semi entrenados con escala hedónica de 5 puntos. Los resultados demostraron que la combinación 90%:10% de aceite esencial de muña y orégano logró una vida útil de 10 días en refrigeración, sin presencia de microorganismos patógenos y con alta aceptación sensorial. En la presente investigación se concluye que el uso de aceites esenciales es una alternativa efectiva para la conservación natural de productos cárnicos, mejorando su seguridad y calidad.

Palabras clave: Bioconservación; carcasa; aceite esencial; muña; orégano.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the influence of muña (*Minthostachys mollis*) and oregano (*Origanum vulgare*) essential oils on the biopreservation of alpaca (*Vicugna pacos*) and guinea pig (*Cavia porcellus*) meat hamburger. To obtain the hamburger, three treatments were used (T1, T2, and T3), where alpaca and guinea pig meat and spices were standard for all treatments, while the concentration of muña and oregano essential oils was as follows: T1 (50%:50%), T2 (70%:30%), and T3 (90%:10%), respectively. The extraction of oregano and muña essential oils was carried out by the steam distillation method. To make the hamburger, the alpaca and guinea pig meat was ground in a meat grinder. Sensory evaluation was carried out with thirty semi-trained panelists using a 5-point hedonic scale. The results demonstrated that the 90%:10% combination of muña essential oil and oregano achieved a shelf life of 10 days under refrigeration, free of pathogenic microorganisms and with high sensory acceptance. This research concludes that the use

of essential oils is an effective alternative for the natural preservation of meat products, improving their safety and quality.

Keywords: Biopreservation; carcass; essential oil; muña; oregano.

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do óleo essencial de muña (*Minthostachys mollis*) e do orégão (*Origanum vulgare*) na bioconservação de hambúrguer de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) e de porquinho-da-índia (*Cavia porcellus*). Para a obtenção do hambúrguer, trabalhamos com três tratamentos (T1, T2 e T3), onde a carne de alpaca, o porquinho-da-índia e as especiarias foram os padrões para todos os tratamentos, enquanto a concentração de óleo essencial de muña e orégãos foi a seguinte T1 (50%:50%), T2 (70%:30%) e T3 (90%:10%), respetivamente. O óleo essencial de orégãos e muña foi extraído pelo método de destilação a vapor. Para fazer o hambúrguer, a carne de alpaca e de porquinho-da-índia foi moída num moedor de carne. A avaliação sensorial foi realizada com trinta provadores semi-treinados, utilizando uma escala hedónica de 5 pontos. Os resultados mostraram que a combinação 90%:10% de óleo essencial de muña e orégãos atingiu uma vida útil de 10 dias sob refrigeração, sem a presença de microrganismos patogénicos e com elevada aceitação sensorial. Esta investigação conclui que a utilização de óleos essenciais é uma alternativa eficaz para a conservação natural dos produtos cárneos, melhorando a sua segurança e qualidade.

Palavras-chave: Bioconservação; invólucro; óleo essencial; mulher; orégãos.

Introducción

La preocupación de la población por una alimentación saludable ha aumentado, principalmente en relación con el consumo de proteínas (Castro et al., 2020). Para satisfacer este interés y las expectativas de los consumidores, las empresas agroalimentarias se esfuerzan por producir sustitutos de carne cada vez más realistas. Además del hecho de que la percepción del consumidor ya es un tema crítico para los productos cárnicos, el desafío en el desarrollo de análogos de la carne es imitar la apariencia visual, la textura, la jugosidad, el sabor y las propiedades nutricionales de los primeros, lo que se refleja en el aumento significativo de la literatura asociada (Bohrer, 2019; Giron et al., 2025)

La carne es el tejido muscular animal que se consume como alimento y es el que mayor valoración y apreciación alcanza en los mercados (Jia et al., 2023), no obstante, las enfermedades transmitidas debido al consumo de carne se han incrementado en los consumidores y productores debido a la contaminación microbiana de este alimento (Williams et al., 2020). El uso de antioxidantes naturales, los cuales son beneficiosos para la salud; en la carne y productos cárnicos puede mejorar la calidad y darles valor agregado, proporcionándole una mejor calidad nutrimental (Skwarek et al., 2023). La carne de alpaca tiene un alto valor proteico en comparación con otros rumiantes, bajo contenido de grasa y colesterol y es considerada una carne ecológica por proceder de animales que pastan en las praderas alto andinas donde se consumen pastos naturales y beben agua limpia filtrada de los deshielos (Madrid 2014). Mientras la carne de cuy (*Cavia porcellus*), es significativa para alimentación en diferentes países de América, en las últimas décadas ha surgido el interés de procesamiento en la carne del cuy debido al valor nutricional, proteico y físico químico que posee la carne de cuy el perfil sensorial es otra de las variables que le ha permitido llegar a los diferentes enfoques de interés de investigación científica (Muñoz, 2024).

Los estudios han demostrado que los aceites esenciales de las plantas aromáticas son usados como conservantes naturales (Al-Maqtari et al. 2022) por el contenido de compuestos bioactivos, incluidos terpenos, terpenoides, derivados de fenoles y compuestos alifáticos (Varghese et al. 2020; Bakkali et al. 2008). Por tal motivo se han utilizado en la industria alimentaria en el desarrollo de aditivos alimentarios naturales, debido a la actividad antioxidante y actividad antimicrobiana, además de proporcionar sabores exóticos (Wintola et al. 2021; Sharma et al. 2020; Abdelaziz et al. 2020; Bhavaniramya et al. 2019). Sin embargo, el uso los aceites esenciales de muña y orégano como conservante natural en hamburguesa de carne de alpaca y cuy no se ha estudiado adecuadamente. Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio fue determinar la influencia de la Bioconservación de hamburguesa de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) y cuy (*Cavia porcellus*) con aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) y orégano (*Origanum vulgare*).

Materials and Methods

Las muestras de aceite esencial de muña y orégano se obtuvieron a partir de las hojas tiernas. Las hojas se limpiaron a mano de polvo y materiales extraños, se separaron del tallo de la planta, se lavaron con agua destilada y se secaron a temperatura ambiente. La obtención del aceite esencial

fue por método de arrastre de vapor, el proceso de extracción de aceite esencial se realizó en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales 01, de la Escuela Profesional de Ingeniería.

Para la elaboración de hamburguesa se utilizó carne de alpaca y cuy, los cuales se compraron en el mercado de abastos del distrito y provincia de Acobamba – Huancavelica. En la elaboración de hamburguesa se utilizó proporciones de carne de alpaca y cuy. La carne se deshueso, en seguida se molió con el molino de carnes, seguido se pesó todos los insumos según a la formulación (ver Tabla 1). como carne de alpaca, carne de cuy, aceite esencial de muña y orégano, hielo, ajo, comino, pimienta, sal, perejil, cebolla y galleta; luego se mezcló todos los insumos según los tratamientos, hasta obtener una masa adecuada. Seguido de ello se moldeó la hamburguesa con la forma, el tamaño y el espesor adecuado, los cuales se envasaron en bolsa de polietileno debidamente rotulado y finalmente se almacenó en refrigeración a 2 °C.

Tabla 1. Cantidad de insumos utilizados por tratamiento

Insumos	T1	T2	T3
Carne de alpaca (g)	900 g	900 g	900 g
Carne de cuy (g)	100 g	100 g	100 g
Aceite esencial de muña (ml)	0.5 ml	0.7 ml	0.9 ml
Aceite esencial de orégano (ml)	0.5 ml	0.3 ml	0.1 ml
Hielo (g)	50	50	50
Ajo en polvo (g)	20	20	20
Comino (g)	4	4	4
Pimienta (g)	4	4	4
Sal (g)	20	20	20
Perejil (g)	10	10	10
Cebolla (g)	20	20	20
Galleta (g)	50	50	50
Aceite (ml)	30	30	30

Results and Discussion

Vida útil de la hamburguesa

La hamburguesa preparada con aceite esencial de muña y orégano en una concentración de (90:10), respectivamente fue sometida a un análisis de color con la coordenada L* cuyos valores se detalla

en la Tabla 2. A partir de los datos obtenidos buscamos la correlación y relación entre los días de almacenamiento frente al parámetro de color tal y como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 2. Valores de luminancia de la hamburguesa en función al tiempo.

Tiempo (días)	L*
0	23.21 ± 0.01
1	22.65 ± 0.02
2	22.29 ± 0.05
3	21.98 ± 0.06
4	21.60 ± 0.06
5	21.23 ± 0.07
6	20.91 ± 0.04
7	20.52 ± 0.05
8	20.08 ± 0.04
9	19.66 ± 0.03
10	19.32 ± 0.04
11	18.86 ± 0.03
12	18.67 ± 0.02
13	18.38 ± 0.01
14	18.03 ± 0.04

Tabla 3. Prueba de correlación de Pearson y regresión lineal para el parámetro colorimétrico y días de almacenamiento.

Variable independiente	R	R ²	p
L*	0.998	0.9976	0.000

Nota: Días de almacenamiento variables independientes.

De la Tabla 3, se establece que el parámetro de color L* presenta un coeficiente de correlación positivo y altamente significativo ($p < 0.05$), por lo que la inferencia de la vida útil se hizo usando métodos matemáticos modelado entre el valor de la claridad (L*) y los días de almacenamiento con la ecuación 1.

$$y = - 0.3688x + 23.443 \quad (1)$$

Donde:

y = Claridad (L*), x = días de almacenamiento

La ecuación 1 representa el modelo predictivo que permite establecimiento de la vida útil de la hamburguesa preparada con carne de alpaca y cuy con aceite esencial de muña y orégano (90:10) con un valor de $R^2 = 0.9976$ ($p < 0.05$). Esto permite establecer la pérdida de calidad en cuanto al color, con una claridad $L = 19,22$ (este valor se obtiene reduciendo la claridad en un 14% del valor inicial de $L = 23,21$), lo que se estableció como un parámetro de control aceptable.

En valores inferiores a esa claridad, se degradaría el color relacionado con el atributo físico medido en la hamburguesa. Así, una vida útil aproximada es de 10 días que supera con creces hamburguesas elaboradas sin el uso de aceite esencial.

En función al tiempo de vida útil estas se determinaron en función de la luminancia, es decir los valores de L^* que ayudaron a determinar la vida útil de este producto en 10 días aproximadamente valores que son superiores a lo reportados por Homayounpour et al. (2021). Quienes determinaron el valor de la luminancia en hamburguesas aplicando aceite esencial nanoencapsulado de *Allium sativum* L. encontrando un tiempo de vida útil de 8 días. Así mismo, Dolea et al. (2018). Evaluaron los aceites esenciales de tomillo y orégano en la vida útil de hamburguesas de salmón y algas reportando 17 días esto debido a las diferentes carnes utilizadas para elaborar este proyecto de investigación.

Análisis microbiológico

Esta hamburguesa cumple con los estándares establecidos en la NTS N° 071 – MINSA/DIGESA – V.01. “Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” específicamente la 10.7 Preparados de carnes refrigeradas o congeladas (hamburguesas, milanesas y otros empanizados o aderezados) donde menciona que se debe hacer un análisis de *E. coli*, *S. aureus*, *Clostridium Perfringens*, *Salmonella* sp., mohos, levaduras, coliformes totales y aerobios mesófilos. Encontrando ausencia total de dichos microorganismos. Con esto, es posible afirmar que el producto es seguro para consumo humano teniendo un producto seguro para el consumo humano.

Para el indicador microbiológico de *Salmonella* sp. no se detectó actividad microbiana en el primer día de evaluación evidenciándose una excelente actividad antibacteriana del aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) y orégano (*Origanum vulgare*) para estos indicadores microbiológicos. Demostrando la sinergia entre ambos aceites esenciales. Los resultados obtenidos guardan cierta relación a los reportados por Alves et al. (2021) quienes elaboraron una hamburguesa con quitosano con aceite esencial de clavo quienes reportaron una acción contra

bacterias Gram positivas y Gram negativas. Así mismo, Tapia (2022) reporta la conservación de carne molida de res con aceite esencial de canela en la concentración del 2% de al menos 10 días, con ausencia de *Coliformes fecales* y *Aerobios mesófilos* en valores < 10 UFC/g.

Evaluación sensorial

Las puntuaciones de los atributos de aceptabilidad para la primera etapa de evaluación con los panelistas adultos se muestran en la figura. En general, las puntuaciones oscilaron entre 3.30 y 4.20 en la escala “Me gusta” para “Me gusta mucho” sobre los atributos del color, sabor, olor, jugosidad y aceptabilidad general en la hamburguesa que fue formulada con tres concentraciones de aceite esencial. Encontrándose diferencias significativas ($p > 0.05$) en todos los atributos analizados. Encontrando que los mejores atributos sensoriales se dan con la hamburguesa preparada con 90:10 de aceite esencial de muña y orégano respectivamente.

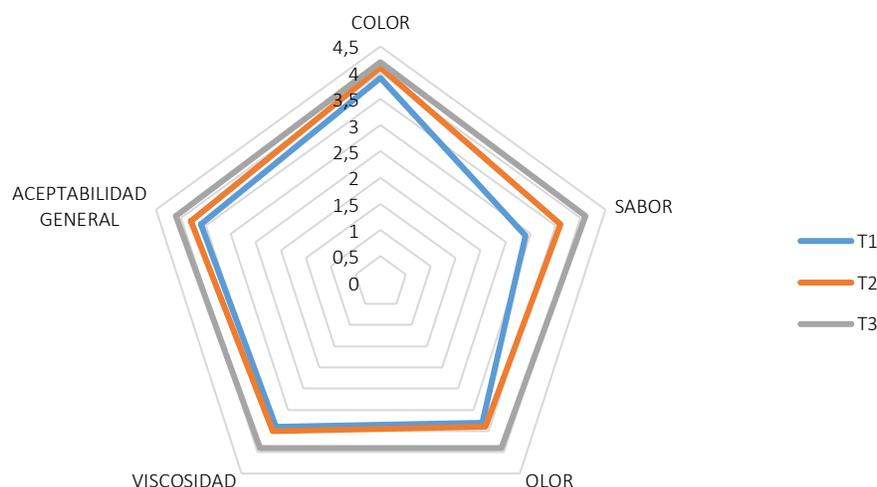


Figura 1. Análisis sensorial de la hamburguesa utilizando tres concentraciones (T1 = 50:50, T2 = 70:30 y T3 = 90:10) de aceite esencial de muña y orégano, respectivamente.

Teniendo en consideración ello se define el tratamiento ganador en función a la media generada en el atributo que tiene significancia que en este caso es el sabor y olor demostrando que el tratamiento que tiene mejor media en ambos atributos es el tratamiento 3 que se preparó con aceite esencial de muña y orégano en una concentración de 90:10, respectivamente.

Los resultados para las características organolépticas indican que estos tienen una diferencia marcada en función al sabor y olor siendo sus p-valores menores a 0,05. Estos resultados discrepan

con los obtenidos por Arredondo (2017) que indica que el uso de estas sustancias presenta ventajas en las características sensoriales de los productos cárnicos encontrando diferencias significativas en todos los atributos sensoriales analizados.

Conclusión

La hamburguesa preparada con carne de alpaca y cuy, adicionando aceite esencial de muña y orégano en una proporción de 90:10, tiene una vida útil de 10 días en refrigeración a 5 °C, lo que asegura su conservación adecuada sin afectar su calidad. Además, no se encontraron microorganismos patógenos como aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella sp.*, ni *Escherichia coli* O157:H7, lo que confirma que el producto cumple con los requisitos de calidad sanitaria e inocuidad según las normas vigentes. En el análisis sensorial, se determinó que el tratamiento con la proporción 90:10 de aceite esencial de muña y orégano fue el más preferido por los consumidores lo que refuerza la aceptabilidad del producto en el mercado. De esta manera, la hamburguesa no solo es microbiológicamente segura y tiene una vida útil adecuada, sino que también es valorada positivamente por su sabor y textura.

Conflict of interest

Los autores no presentan conflicto de interés.

Referencias

1. Abdelaziz, E., Filali, F., Presti, V., Zekkori, B., Nalbone, L., Bouymajane, A., Trabelsi, N., Lamberta, F., Bentayeb, A., Giuffrida, A., & Giarratana, F. (2020). Chemical composition, antioxidant capacity and antibacterial action of five Moroccan essential oils against *Listeria monocytogenes* and different serotypes of *Salmonella enterica*. *Microbial Pathogenesis*, 149: 104510. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104510>
2. Al-Maqtari, Q., Rehman, A., Mahdi, A., Al-Ansi, W., Wei, M., Yanyu, Z., Phyto, H.M., Galeboe, O., & Yao, W. (2022). Application of essential oils as preservatives in food systems: Challenges and future prospectives – a review. *Phytochemistry Reviews*, 21(4):1209-1246. <https://doi.org/10.1007/s11101-021-09776-y>
3. Alves, PIC., Radünz, M., Borges, CD., Bastos, CP, Timm., CD y Gandra, EA (2021). Potencial antimicrobiano de un recubrimiento bioactivo a base de quitosano incorporado

- con aceite esencial de clavo en un producto cárnico tipo hamburguesa. *Investigación, Sociedad y Desarrollo*, 10 (11), e73101119373. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19373>
4. Arredondo, M.A. (2022). *Uso de oleogeles como sustitutos de grasa en productos cárnicos* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81495>
 5. Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils- A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446-475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
 6. Bhavaniramy, S., Vishnupriya, S., Al-Aboody, M.S., Vijayakumar, R., & Baskaran, D. (2019). Role of essential oils in food safety: Antimicrobial and antioxidant applications. *Grain & Oil Science and Technology*, 2(2): 49-55. <https://doi:10.1016/j.gaost.2019.03.001>
 7. Bohrer, BM. (2019). An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. *Food Science and Human Wellness*, 8,4, 320-329, <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.11.006>
 8. Castro, L., Oliveira Pacheco, D., Radünz, M., Helbig, E., Arocha Gularte, M., Zambiasi, RC., Lameiro Rodrigues, K., Valente Gandra, TK., & Avila Gandra, E. (2020). Caracterización fisicoquímica y análisis microbiológico de carne de pescado crudo de *Oligosarcus robustus* y desarrollo de una hamburguesa de pescado. *Revista chilena de nutrición*, 47 (4), 561-567. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-7518202000040056>
 9. Dolea, D., Rizo, A., Fuentes, A., Barat, J.M., & Fernández-Segovia, I. (2018). Effect of thyme and oregano essential oils on the shelf life of salmon and seaweed burgers. *Food Science and Technology International*, 24(5), 394-403. <https://doi.org/10.1177/108201321875936>
 10. Giron. M., Oosterlinck, F., Steenhorst-Slikkerveer, L., François, O., Peyron, M-A. (2025). Comparison of granulometric and textural characteristics of in vitro food bolus of beef- and plant-based patties. *Food Hydrocolloids*, 163, 111071. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2025.111071>
 11. Homayounpour, P., Alizadeh Sani, M., & Shariatifar, N. (2021). Application of nano-encapsulated *Allium sativum* L. essential oil to increase the shelf life of hamburger at refrigerated temperature with analysis of microbial and physical properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(11), e15907. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15907>

12. Jia, J., Dawson, T. P., Wu, F., Han, Q. & Cui, X. (2023). Global meat demand projection: Quo Vadimus?. *Journal of Cleaner Production*, 429(1), 139460. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139460>
13. Madrid, A. (2014). *La Carne y los productos cárnicos ciencia y tecnología*. Madrid. AMV Ediciones. Pp 55-56.
14. Muñoz Zambrano, M. C. y Vargas Zambrano, P. A. (2024) Parámetros físicos y químicos de la transformación de la carne de cuy (*Cavia porcellus*). *Journal of Science and Research*, 9(4), pp. 1–13. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/3231>
15. Sharma, S., Barkauskaite, S., Jaiswal, A., & Jaiswal, S. (2021). Essential oils as additives in active food packaging, *Food Chemistry*, 343: 128403, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128403>
16. Skwarek, P. & Karwowska, M. (2023). Fruit and vegetable processing by-products as functional meat product ingredients -a chance to improve the nutritional value. *LWT*, 189, 115442. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115442>
17. Tapia, J.A., & Quintana, K.M. (2022). Conservación de Hamburguesa de Res con Aceite Esencial de Orégano (*Origanum vulgare*).
18. Varghese, S., Siengchin, S., & Parameswaranpillai, J. (2020). Essential oils as antimicrobial agents in biopolymer-based food packaging - A comprehensive review. *Food Bioscience*, 38: 100785. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100785>.
19. Williams, M. S., Ebel, E. D., Saini, G., & Nyirabahizi, E. (2020). Changes in Salmonella Contamination in Meat and Poultry Since the Introduction of the Pathogen Reduction and Hazard Analysis and Critical Control Point Rule. *Journal of food protection*, 83(10), 1707–1717. <https://doi.org/10.4315/JFP-20-126>
20. Wintola, O., Olajuyigbe, A., Afolayan, A., Cooposamy, R., & Olajuyigbe. O. (2021). Chemical composition, antioxidant activities and antibacterial activities of essential oil from *Erythrina caffra* Thunb. growing in South Africa. *Heliyon*, 7:e07244. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07244>