

**Efecto del adobo con orégano y papaina sobre las propiedades del corte de carne aleta.
Effect of marinade with oregano and papain on the properties of the flank steak cut.**

Patricia Anahí Pazmiño Solórzano, Mario Andrés Sandoval Quiroz, José Patricio Muñoz-Murillo, Diego Germán Segovia-Cedeño,

DIMENSIÓN CIENTÍFICA

Enero - junio, V°7-N°1; 2026

Recibido: 19-05-2026

Aceptado: 23-05-2026

Publicado: 30-06-2026

PAIS

- Manabí – Ecuador
- Manabí – Ecuador
- Manabí – Ecuador
- Manabí – Ecuador

INSTITUCION

- Universidad Técnica de Manabí
- Universidad Técnica de Manabí
- Universidad Técnica de Manabí
- Universidad Técnica de Manabí

CORREO:

- ✉ ppazmino1344@utm.edu.ec
- ✉ msandoval0201@utm.edu.ec
- ✉ jose.munoz@utm.edu.ec
- ✉ diego.segovia@utm.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0003-4560-6823>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0007-8628-9034>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-9161-685X>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0003-4795-5907>

FORMATO DE

Pazmiño, P. Sandoval, M. Muñoz, J. & Segovia, D. (2026). Efecto del adobo con orégano y papaina sobre las propiedades del corte de carne aleta. Revista G-ner@ndo, V°7 (N°1.), p. 5609 – 5626.

Resumen

El corte de aleta es un tipo de carne poco apetecido por su dureza, razón por la cual es necesario buscar alternativas naturales que permitan mejorar su terneza y conservación. Se evaluó el efecto del adobo con aceite esencial de orégano y papaina sobre la vida útil y terneza del corte de carne aleta. Se trabajó con un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial, los factores en estudio correspondieron a, dos concentraciones de aceite esencial de orégano (AEO) y 3 porcentajes de enzima papaina, más un tratamiento control. Los parámetros evaluados fueron fisicoquímicos, textura instrumental, vida útil y análisis sensorial del corte de carne de res. Se utilizó prueba de Tukey y Kruskal Wallis al 5 % de significancia. Se determinó significancia estadística para cada parámetro (pH, dureza, trabajo de corte, aerobios mesófilos, mohos y levaduras, coliformes, E. coli) en todos los tratamientos formulados, el análisis sensorial determinó que los catadores consideraron a los productos dentro de una misma categoría (ni me gusta – ni me disgusta) $p > 0,05$ %. La textura se vio afectada en la dureza y trabajo de corte por la interacción de los fenoles con la enzima proteolítica, sin embargo, concentraciones menores de AEO (0,3 %) en el adobo más papaina se relacionan mejor brindando una terneza más blanda en el corte de carne. La vida útil presentó excelentes resultados durante los días evaluados (0, 10 y 20) en cada parámetro microbiológico para las formulaciones con 0,5 % AEO especialmente los tratamientos T5 y T6.

Palabras clave: adobo, aceites, carne, enzimas, marinado.

Abstract

The effect of marinating with oregano essential oil and papain on the shelf life and tenderness of flank steak was evaluated. A completely randomized, two-factor design was used. The factors under study were two concentrations of oregano essential oil (OEO) and three percentages of papain enzyme, plus a control treatment. The parameters evaluated were physicochemical properties, instrumental texture, shelf life, and sensory analysis of the beef cut. Tukey's and Kruskal-Wallis tests were used at a 5% significance level. Statistical significance was determined for each parameter (pH, tenderness, workability, mesophilic aerobes, molds and yeasts, coliforms, and E. coli) in all formulated treatments. The sensory analysis determined that the tasters considered the products to be in the same category (neither liked nor disliked) $p > 0.05\%$. The instrumental texture was affected in terms of toughness and workability by the interaction of phenols with the proteolytic enzyme; however, lower concentrations of essential oils (0.3%) in the marinade with papain resulted in a more tender meat. Shelf life showed excellent results during the evaluated days (0, 10, and 20) for each microbiological parameter (aerobes, coliforms, E. coli, molds, and yeasts) for the formulations with 0.5% essential oils, especially treatments T5 and T6.

Keywords: marinade, oils, meat, enzymes, marinating.

Introducción

La carne es el producto ganadero más valioso y para muchas personas, constituye su principal fuente de proteína animal (Habtu *et al.*, 2020), no obstante, los consumidores, en gran medida, juzgan la palatabilidad y la calidad de los productos cárnicos según su terneza. Esto ha impulsado al sector agroindustrial a centrarse en mejorar la seguridad y la calidad de los productos cárnicos ablandados (Saha *et al.*, 2018). Estudios previos para perfeccionar la terneza post mortem han incluido el ablandamiento con enzimas (Lawrence & Lawrence, 2021) ya que permiten mejorar la calidad sensorial de la carne de res, además, son altamente preferibles por su alta eficiencia y seguridad en comparación con los métodos eléctricos, mecánicos y químicos (Muñoz *et al.*, 2024). Enzimas proteolíticas se mezclan para descomponer las proteínas del músculo e hidrolizar el colágeno y la elastina, lo que contribuye el ablandar la carne. Entre las enzimas consideradas como seguras se encuentra la papaína (Muhammad *et al.*, 2016), la cual está presente en toda la planta de papaya, se compone de aminoácidos con un peso molecular de 23000 daltons, esta enzima, además de hidrolizar proteínas, también lo hace con pequeños péptidos, aminos, esterres, carbohidratos y grasas (Mera & Barba, 2018), particularmente, se extrae del látex de la papaya y es una de las enzimas vegetales más utilizadas para el ablandamiento artificial de la carne (Barekat & Soltanizadeh, 2017).

Por otra parte, en la producción de alimentos cárnicos existe una gran tendencia por la utilización de métodos de conservación naturales como la aplicación de aceites esenciales (AE) por su amplia composición en compuestos bioactivos. El aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) es un líquido natural, transparente y de color amarillo pálido que se extrae de las hojas de orégano; posee una excelente actividad antibacteriana (antifúngica y antiviral) y propiedades antioxidantes (Yuan *et al.*, 2022), su composición incluye comúnmente terpenos, generalmente mono- y sesquiterpenos. Los principales terpenos identificados; son el carvacrol, el timol, el γ -terpineno y el p-cimeno. También están presentes el terpinen-4-ol, el linalol, el β -mirceno, el

hidrato de trans-sabineno y el β -cariofileno (Luo *et al.*, 2022). Por consiguiente, dada la amplia gama de propiedades que se le atribuyen al AEO, este se perfila como uno de los candidatos preferidos para la producción natural de antioxidantes y antimicrobianos (Marin *et al.*, 2023). Actualmente, hay cada vez más investigaciones que se centran en la aplicación de aceite esencial para prolongar la vida útil de los productos cárnicos al tiempo que se preserva su apariencia y calidad sensorial adecuadas (Zdunczyk *et al.*, 2023).

De acuerdo a lo anterior, tanto la papaína como el aceite esencial de orégano son aditivos seguros, sin embargo, no se han probado de manera conjunta en los diferentes tipos de cortes de carne de res considerados de segunda categoría por su dureza. Bajo este contexto, en este estudio se crea la necesidad de evaluar el efecto del adobo con aceite esencial de orégano y papaína sobre la vida útil y terneza del corte de carne aleta.

Materiales y Métodos

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales, en el área de cárnicos y frutas/hortalizas de la Facultad de Agrociencias, Universidad Técnica de Manabí. Ubicada en el cantón Chone, km 2 ½ vía Boyacá, sitio Ánima, a 00°41'17" de latitud Sur y 80°07'25" de longitud Oeste.

Materias primas experimentales

Para la extracción de enzimas se trabajó con fruta de papaya variedad Maradol obtenida en la finca "La Valle" ubicada en el cantón Chone, vía Barraganete, sector Tablada de Sánchez. El corte de carne de res Aleta/Tipo II se obtuvo en el centro agropecuario Carnicentro, ubicado en el cantón Chone provincia de Manabí. Se adquirió aceite esencial de orégano comercial (marca Green Harmony). Los demás insumos fueron adquiridos en el supermercado local.

Formulación del producto experimental

En la tabla 1 se detalla la formulación del adobo con papaína y aceite esencial de orégano para cada tratamiento en estudio. Se trabajó con una unidad experimental de 500 g de carne de res (corte Aleta) para cada tratamiento.

Tabla 1.

Formulación del adobo

Materias primas	Control	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Agua	455,00	455,00	455,00	455,00	455,00	455,00	455,00
Comino en polvo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Pimienta en polvo	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Ajo	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Sal	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50
Mostaza	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Perejil	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Total (g)	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
AEO	0,00	6,00	6,00	6,00	10,00	10,00	10,00
Papaína	0,00	7,50	11,25	15,00	7,50	11,25	15,00

AEO: aceite esencial de orégano.

Manejo experimental

Para la obtención de la enzima papaína de la fruta de papaya se trabajó bajo la metodología propuesta por Jain (2020).

Elaboración del adobo con papaína y aceite esencial de orégano:

Para la elaboración del adobo se receptaron las materias primas e insumos requeridos, luego se pesaron de acuerdo a cada tratamiento establecido en la tabla 1. Se continuó con el mezclado; en una olla de acero inoxidable se añadió 455 ml de agua, seguido del comino, pimienta, ajo, sal, mostaza y perejil y papaína, los insumos se mezclaron durante 10 minutos hasta conseguir una mezcla homogénea. Posteriormente se realizó una pasteurización a temperatura de 65 °C por 40 minutos. El adobo se dejó enfriar a temperatura de 28 °C, luego se realizó el envasado del producto en recipientes de vidrio previamente esterilizados, seguido se añadieron las concentraciones de aceite esencial de orégano y papaína en base a los porcentajes propuestos en la investigación, posteriormente, se sumergió 500 g de carne de res

(corte Aleta) por tratamiento, se sellaron los recipientes y se dejaron adobar las carnes durante 15 minutos, pasado este tiempo se retiraron y se sellaron al vacío para su posterior almacenamiento (4 °C).

Análisis de laboratorio en aceite esencial de orégano

Al aceite esencial de orégano se le evaluó su contenido de actividad antioxidante por el método Espectrofotométrico/DPPH y fenoles totales mediante el ensayo Espectrofotométrico/Folin-Ciocalteu.

Análisis de laboratorio en los adobos

Se determinó la actividad enzimática mediante el método de ensayo Espectrofotométrico/Producción de tirosina a partir de caseína, análisis que se efectuó tanto en la enzima papaína como en las diferentes formulaciones de adobos. Contenido fenólico; mediante el método de ensayo Espectrofotométrico/Folin-Ciocalteu. pH; de acuerdo al método NTE INEN 56. Además, se determinó la calidad microbiológica mediante los siguientes análisis: aerobios mesófilos (NTE INEN 1529-5), coliformes (NTE INEN 1529-7), mohos y levaduras (NTE INEN 1529-10).

Análisis de laboratorio de carne de res (corte Aleta)

En todas las formulaciones de carne de res (corte/Aleta) se evaluó el pH según el método de ensayo NTE INEN 56. Se determinó la dureza y el trabajo de corte mediante el uso de un Texturómetro STABLE MICRO SYSTEMS (modelo TA.XT. plusC con software Exponet Connect, y sonda HDP/BS) para lo cual se utilizó una muestra de carne con 2 cm de altura y 2 cm de ancho por cada lado.

Vida útil de la carne de res (corte Aleta)

Se evaluó la vida útil de los cortes de carne de res con aceite esencial de orégano y papaína durante 20 días, tomando muestras en el día 0, 10 y 20. Los microorganismos evaluados fueron: aerobios mesófilos (NTE INEN 1529-10), coliformes (NTE INEN 1529-7), *E. coli* (ISO

16649-1:2019), mohos y levaduras (NTE INEN 1529-10). Durante los días de evaluación la carne adobada estuvo almacenada a temperatura de 4 °C.

Análisis sensorial en carnes de res (corte Aleta)

Se determinó la aceptabilidad sensorial de la carne tipo II con aceite esencial de orégano y papaína. El producto cárnico se coció durante 25 minutos. Se contó con la participación de 30 catadores semi-entrenados, a los cuales se les facilitó las muestras codificadas, de forma aleatoria, más un vaso con agua, y un test hedónico de 5 puntos (siendo 1 = no me gusta; 2 = me disgusta poco; 3 = ni me gusta – ni me disgusta; 4 = me gusta poco; 5 = me gusta mucho). Los catadores evaluaron en términos de calidad los atributos: sabor, olor, color y textura.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial AxB. El factor A: correspondió a las concentraciones de aceite esencial de orégano (AEO) con dos niveles (0,3 % y 0,5 %). El factor B: a concentraciones de papaína con tres niveles (0,50 %, 0,75 % y 1,00 %). Se obtuvieron 6 tratamientos más un tratamiento control, con 3 réplicas respectivamente, resultando un total de 21 unidades experimentales (tabla 2). Para el análisis de datos se aplicó un análisis de varianza y prueba de comparación de promedios Tukey al 5 % de significancia y 95 % de confianza. Prueba de Kruskal Wallis para los datos de perfil sensorial al 5 % de significancia. El procesamiento de los datos se realizó en el Software estadístico InfoStat 2020. Los resultados se expresaron en media $\pm$ desviación estándar.

Tabla 2. Tratamientos en estudio del diseño experimental

Tratamientos	% AEO + % Papaína	Réplicas
Control	0	3
T1	0,3 + 0,50	3
T2	0,3 + 0,75	3
T3	0,3 + 1,00	3
T4	0,5 + 0,50	3
T5	0,5 + 0,75	3
T6	0,5 + 1,00	3

Análisis de Resultados

Propiedades funcionales del aceite esencial de orégano (AEO)

El aceite esencial de orégano destacó una cantidad moderada en fenoles totales de $29,029 \pm 0,60$ mg GAE.mL⁻¹ de aceite y en menor proporción de actividad antioxidante (DPPH) $7,746 \pm 0,02$ μ mol TE.mL⁻¹ de aceite (tabla 3). Estos valores hacen referencia al manifestado por la literatura de Sarfaraz *et al.* (2023) quienes determinaron un contenido en fenoles totales de $33,94 \pm 0,08$ mg TAE.g⁻¹. La variabilidad observada en el contenido fenólico y la actividad antioxidante del AEO puede atribuirse a una serie de factores biológicos, metodológicos y ambientales, asimismo, las prácticas de almacenamiento y deshidratado del material vegetal pueden degradar estos metabolitos.

Tabla 3.

Resultados de análisis funcional en aceite esencial de orégano

Parámetros		Resultados
Actividad antioxidante DPPH		$7,746 \pm 0,02$ μ mol TE.mL ⁻¹ de aceite
Fenoles (mg ácido gálico)		$29,029 \pm 0,60$ mg GAE.mL ⁻¹ de aceite

Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en los adobos

En la tabla 4 se detalla, que los tratamientos con mayor actividad enzimática fueron el T3 y el T6 con valores que se encontraron entre $5,92 \pm 0,01$ – $6,04 \pm 0,01$ U.mL⁻¹ de adobo, las formulaciones presentaron una actividad enzimática atractiva, sin embargo, existió una notable disminución de este parámetro evaluado en comparación con el nivel inicial de actividad enzimática presente en la enzima líquida de papaína antes de su procesamiento, cuyo valor fue de $36,19 \pm 1,80$ U.mL⁻¹ de enzima líquida. Aquella disminución de actividad enzimática pudo verse afectada por la interacción con otras sales presentes en el adobo.

El contenido fenólico en los adobos fue significativamente diferente, la presencia de este compuesto funcional fue mayor en las formulaciones con aceite esencial de orégano, esto se debió al contenido de fenoles totales presentes en el AEO, no obstante, el tratamiento control

presentó un valor ligeramente menor, según Qian *et al.* (2023) las especias y hierbas que se utilizan para adobar son fuentes de antioxidantes, sin embargo, sus valores pueden variar al ser sometidas a diferentes métodos de procesamiento.

Los valores de pH fueron variables entre los adobos. De acuerdo a los resultados, el adobo con menor pH fue el T6 con $4,54 \pm 0,02$, en mayor valor el T2 con $4,74 \pm 0,02$. Zavistanaviciute *et al.* (2023) determinaron un valor de pH entre $4,13 \pm 0,06 - 4,23 \pm 0,03$ en adobos formulados con subproductos frutales y bacterias lácticas, un pH menor a 5 está dentro de los rangos requeridos en los adobos para el marinado de productos cárnicos, ya que puede fortalecer la seguridad y estabilidad del producto ante el crecimiento de microorganismos sensibles a un bajo pH.

El conteo de microorganismos patógenos en las formulaciones de adobo demostró ausencia tanto de aerobios mesófilos como de coliformes, sin embargo, se determinó significancia estadística en la variable mohos y levaduras, en base a los resultados expuestos en la tabla 4, la formulación T0 y T6 presentaron un mayor valor de $7,03 \times 10^1$ UPC/g, mientras que, los tratamientos T1, T2 y T4 manifestaron ausencia de este patógeno, no obstante, todos los adobos estuvieron dentro del límite permisible establecido en la norma ecuatoriana NTE INEN 2532 (2010) la cual indica que el máximo permitido para este tipo de condimentos es de 1000 UPC/g en mohos y levaduras.

Tabla 4. Resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos en adobos con aceite esencial de orégano y papaína

Parámetros	Control	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Sig.
Actividad enzimática	0,65 ± 0,01 ^G	2,06 ± 0,01 ^F	2,94 ± 0,01 ^E	5,92 ± 0,01 ^B	4,74 ± 0,01 ^D	4,88 ± 0,01 ^C	6,04 ± 0,01 ^A	0,001
Contenido fenólico	18,63 ± 0,25 ^C	30,25 ± 0,25 ^B	30,25 ± 0,24 ^B	29,75 ± 0,25 ^B	32,57 ± 0,25 ^A	32,22 ± 0,25 ^A	30,59 ± 0,25 ^B	0,001
pH	4,61 ± 0,02 ^{C^D}	4,66 ± 0,02 ^{ABC}	4,74 ± 0,02 ^A	4,64 ± 0,02 ^{BC}	4,64 ± 0,02 ^{BC}	4,70 ± 0,02 ^{AB}	4,54 ± 0,02 ^D	0,001
Aerobios mesófilos	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10	----
Coliformes	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10	0,0x10	----
Mohos y levaduras	7,03x10 ¹	0,0x10	0,0x10	2,40x10 ¹	0,0x10	0,67x10 ¹	7,03x10 ¹	0,0001

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Valor inicial de actividad enzimática en papaína: $36,19 \pm 1,80 \text{ U.mL}^{-1}$ de enzima líquida.

Propiedades fisicoquímicas del corte de carne aleta

La adición de papaína y aceite esencial de orégano en los adobos influyeron en los niveles de pH para el corte de carne aleta.

De acuerdo con Vasile *et al.* (2021) las variaciones del pH durante el marinado podrían verse influenciadas por la formulación del adobo, el tipo de carne y el tiempo de inmersión del marinado. Sin embargo, todos los tratamientos se encontraron por debajo del rango mínimo (5,9) y máximo (6,2) que exige la normativa ecuatoriana INEN 1340 para productos cárnicos (García *et al.*, 2021). No obstante, para Ardicli *et al.* (2024) un pH entre 5 – 6 se consideran valores seguros siempre que exista un buen control de barreras en frío y tiempos de conservación.

No obstante, para Ardicli et al. (2024) un pH entre 5 – 6 se consideran valores seguros siempre que exista un buen control de barreras en frío y tiempos de conservación. Respecto al parámetro dureza el corte de carne de res sin adobar tuvo un valor inicial de $26,32 \pm 5,21$ kg. Los resultados ubicaron al control como el tratamiento con mayor dureza con $18,59 \pm 0,93$ kg frente al T1, T2, T3, T4 y T6, no obstante, el T5 con un valor de $20,98 \pm 0,93$ presentó mayor dureza frente a los demás tratamientos, la formulación T3 fue el tratamiento con un menor valor de $5,87 \pm 0,93$ kg, es decir, que al añadir 1 % de papaína + 0,3 % de aceite esencial de orégano el corte de carne de aleta puede mejorar su suavidad. Es importante mencionar, que en base a la comparación con el valor inicial de dureza (carne sin adobar) los adobos con factor en estudio influyeron de manera significativa en el ablandamiento del producto cárnico. El tratamiento con menor trabajo de corte fue el T3 con $3,46 \pm 0,61$ kg.seg⁻¹, mientras que, el mayor valor lo presentó el T5, de acuerdo a los resultados, concentraciones de 1 % de papaína + 0,3 % de aceite esencial de orégano pueden mejorar el trabajo de corte, además, se logró determinar que los adobos pueden influir significativamente en el parámetro de textura evaluado, ya que, a excepción del T5 el valor de trabajo de corte inicial ($14,57 \pm 1,94$ kg.seg⁻¹) fue superior a los obtenidos en los resultados de los productos cárnicos experimentales, esto indicó que la enzima papaína juega un papel importante en la suavidad de la ternera.

Para ambos casos, tanto en el parámetro dureza y trabajo de corte se presentaron valores cercanos y por encima de los resultados del tratamiento control, es decir que las concentraciones del 0,5 % de aceite esencial de orégano pueden influir de manera negativa sobre la interacción de la enzima papaína sobre el ablandamiento del corte de carne de aleta. Así lo afirman Czubinski & Dwiecki (2017) quienes detallan que una alta concentración de fenoles puede inhibir parcialmente la actividad proteolítica de las enzimas, lo que se refleja en un menor ablandamiento de la carne, aun cuando la cantidad de enzima añadida se la adecuada.

Tabla 5.

Resultados de análisis fisicoquímicos en el corte de carne aleta con aceite esencial de orégano y papaina

Parámetros	Control	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Sig.
pH	5,24 ± 0,02 ^{ABC}	5,28 ± 0,02 ^C	5,18 ± 0,02 ^{AB}	5,19 ± 0,02 ^{AB}	5,19 ± 0,02 ^{ABC}	5,16 ± 0,02 ^A	5,27 ± 0,02 ^{BC}	0,0027
Dureza	18,59 ± 0,93 ^{CD}	11,37 ± 0,93 ^B	6,48 ± 0,93 ^A	5,87 ± 0,93 ^A	17,69 ± 0,93 ^{CD}	20,98 ± 0,93 ^D	14,36 ± 0,93 ^{BC}	0,0001
Trabajo de corte	8,29 ± 0,61 ^B	7,43 ± 0,61 ^B	3,46 ± 0,61 ^A	2,87 ± 0,61 ^A	12,31 ± 0,61 ^C	16,97 ± 0,61 ^D	9,29 ± 0,61 ^B	0,0001

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Valor de dureza inicial en carne sin adobo: $26,32 \pm 5,21$ kg.

Valor de trabajo de corte inicial en la carne sin adobo: $14,57 \pm 1,94$ kg.seg⁻¹.

Aceptabilidad sensorial del corte de carne aleta

De acuerdo a los resultados expuestos en la tabla 6, se determinó que los catadores semientrenados calificaron la aceptación del producto cárnico en una categoría de ni me gusta – ni me disgusta para todas las formulaciones, incluida el control.

Tabla 6. Resultados de aceptabilidad sensorial en el corte de carne aleta con aceite esencial de orégano y papaina

Atributos sensoriales	Control	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Sig.
Sabor	3,27 ± 1,01	3,30 ± 1,02	3,27 ± 1,20	3,23 ± 1,22	3,37 ± 1,16	3,30 ± 1,15	3,33 ± 1,35	0,9982
Olor	3,17 ± 0,95	2,87 ± 1,04	3,07 ± 1,20	3,23 ± 1,04	3,30 ± 1,12	3,33 ± 0,96	3,40 ± 1,16	0,5759
Color	3,17 ± 1,15	3,17 ± 1,21	3,13 ± 1,04	3,43 ± 1,04	3,27 ± 0,94	3,00 ± 1,08	3,23 ± 1,22	0,8303

Vida útil del corte de carne aleta

Para la variable *E. coli*, los tratamientos que estuvieron dentro de los límites exigidos ($1,0 \times 10^3$ UFC/g) en la NTE INEN 1338 (2012) fueron las formulaciones T1, T3, T4, T5 y T6. En

cuanto a los aerobios mesófilos, todos los tratamientos presentaron valores dentro del límite de $1,0 \times 10^7$ UFC/g. Por otra parte, Delgado *et al.* (2015) establecieron en su estudio de calidad microbiológica de carne de res expendida en mataderos de la provincia de Manabí, que el máximo permitido para coliformes según normativa internacional es de $1,0 \times 10^4$ UFC/g, en este estudio, los tratamientos T5 y T6 cumplieron con el límite referenciado. En cuanto a mohos y levaduras, Habashy *et al.* (2019) mencionan, que un recuento máximo de $1,0 \times 10^4$ excede lo permitido de este patógeno en los productos cárnicos, el T5 y T6 cumplieron con el rango establecido.

De acuerdo a los resultados expuestos en la tabla 7, se determinó que las formulaciones con 0,3 % de AEO presentaron una inhibición microbiológica inferior, en comparación con los adobos que contenían 0,5 % de aceite esencial de orégano, de tal forma, se evidenció que, los tratamientos con menor carga microbiana fueron el T5 y T6, esto se debió, a que el aceite esencial de orégano tiene una gran actividad antimicrobiana, lo cual limita la proliferación de patógenos. Así lo afirman, Perlera *et al.* (2021) en su estudio lograron determinar que, al añadir 50 y 100 partes por millón de aceites esencial de orégano, este inhibió el crecimiento microbiano de *E. coli* y coliformes en chorizos y jamón virginia.

Tabla 7.

Resultados de vida útil en corte de carne de res (aleta) con aceite esencial de orégano y papaína

Parámetros	Tiempo	Control	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Sig.
Aerobios mesófilos	Día 0	$1,05 \times 10^5$ A	$6,69 \times 10^4$ E	$4,00 \times 10^5$ D	$3,46 \times 10^4$ ^C	$3,34 \times 10^4$ C	$1,55 \times 10^3$ ^B	$1,03 \times 10^4$ A	0,0001
	Día 10	$7,15 \times 10^4$ BC	$8,50 \times 10^3$ C	$2,08 \times 10^4$ ^A	$1,79 \times 10^3$ ^A	$3,67 \times 10^2$ ABC	$3,11 \times 10^3$ ^B	$1,36 \times 10^4$ ^A	0,0009
	Día 20	$6,27 \times 10^4$ CD	$5,88 \times 10^4$ C	$7,52 \times 10^3$ E	$6,37 \times 10^3$ ^D	$1,26 \times 10^4$ A	$7,65 \times 10^2$ ^E	$1,98 \times 10^2$ B	0,0001
	Día 0	$4,30 \times 10^4$ C	$1,16 \times 10^5$ A	$3,83 \times 10^4$ BC	$4,04 \times 10^4$ BC	$2,61 \times 10^4$ AB	$4,50 \times 10^3$ ^C	$2,47 \times 10^3$ AB	0,0001

Mohos y levaduras	Día 10	$7,31 \times 10^4$ D	$9,66 \times 10^3$ F	$3,69 \times 10^4$ C	$9,29 \times 10^3$ ^E	$1,64 \times 10^2$ A	$2,61 \times 10^3$ ^B	$9,80 \times 10^3$ F	0,0001
	Día 20	$1,18 \times 10^4$ A	$7,01 \times 10^4$ D	$1,17 \times 10^4$ A	$7,66 \times 10^3$ ^E	$4,20 \times 10^4$ B	$4,87 \times 10^2$ ^C	$1,10 \times 10^3$ A	0,0001
Coliformes	Día 0	$3,93 \times 10^4$ D	$5,18 \times 10^4$ F	$4,24 \times 10^4$ E	$2,32 \times 10^4$ ^B	$2,59 \times 10^4$ C	$1,44 \times 10^3$ ^A	$7,58 \times 10^3$ G	0,0001
	Día 10	$6,27 \times 10^4$ ABC	$5,02 \times 10^3$ AB	$9,26 \times 10^3$ C	$5,60 \times 10^3$ ABC	$4,12 \times 10^2$ A	$8,81 \times 10^2$ ^B	$4,44 \times 10^3$ A	0,0018
	Día 20	$6,92 \times 10^4$ D	$4,85 \times 10^4$ C	$1,52 \times 10^3$ A	$2,24 \times 10^3$ AB	$5,29 \times 10^3$ C	$2,06 \times 10^2$ ^{AB}	$3,03 \times 10^3$ B	0,0001
<i>E. coli</i>	Día 0	$5,43 \times 10^2$ C	$2,47 \times 10^1$ B	$1,00 \times 10^A$	$2,00 \times 10^B$	$1,00 \times 10^A$	$2,00 \times 10^B$	$1,00 \times 10^A$	0,0001
	Día 10	$1,67 \times 10^3$ A	$1,85 \times 10^2$ B	$1,83 \times 10^3$ B	$6,00 \times 10^1$ ^D	$6,00 \times 10^1$ D	$1,80 \times 10^2$ ^B	$4,00 \times 10^1$ C	0,0001
	Día 20	$2,33 \times 10^1$ C	$4,47 \times 10^1$ D	$0,00 \times 10^A$	$0,00 \times 10^A$	$1,07 \times 10^1$ B	$0,00 \times 10^A$	$0,00 \times 10^A$	0,0001

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Conclusión

En cuanto a los adobos, las formulaciones con 1,0 % de papaína + 0,5 % de aceite esencial favorecieron sus propiedades fisicoquímicas, funcionales y microbiológicas. En el análisis instrumental de textura se evidenció que al añadir 0,3 % de aceite esencial de orégano con distintas concentraciones de papaína en el adobo, estos interactuaron de forma favorable sobre el ablandamiento del corte de carne de res aleta, no obstante, en las formulaciones con 0,5 % de AEO la textura fue superior, incluso para algunos casos por encima del tratamiento control, por lo tanto, es recomendable trabajar con dosis inferiores a 0,4 % de AEO para favorecer actividad enzimática de la papaína sobre la terneza de la carne de res (corte Aleta). Por otra parte, el adobo con aceite esencial de orégano favoreció la inhibición de patógenos: aerobios mesófilos, coliformes, *E. coli*, mohos y levaduras durante los días 0, 10 y 20 para aquellas formulaciones con 0,5 % de AEO (T5 y T6). Los productos experimentales no obtuvieron una

aceptabilidad sensorial superior, estableciendo este alimento como poco apetecible por los catadores.

Referencias bibliográficas

- Aquino, J., Chávez, A., García, J., Méndez, G., Rentería, A., Dalle, A., & García, L. (2020). El aceite esencial y bagazo de orégano (*Lippia berlandieri Schauer*) afectan el comportamiento productivo y calidad de la carne de conejo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(3), 701 - 717. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.5420>
- Ardicli, S., Adicli, O., & Ustuner, H. (2024). Unraveling the complexities of beef marination: Effect of marinating time, marination treatments, and breed. *Foods*, 13(18), 2979-2988. <https://doi.org/10.3390/foods13182979>
- Barekat, S., & Soltanizadeh, N. (2017). Improvement of meat tenderness by simultaneous application of high-intensity ultrasonic radiation and papain treatment. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 39, 223-229. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.12.009>
- Czubinski, J., & Dwiecki, K. (2017). A review of methods used for investigation of protein–phenolic compound interactions. *International Journal of Food Science + Technology*, 52(3), 573–585. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13339>
- Delgado, H., Cedeño, C., & Villoch, A. (2015). Calidad higiénica de la carne obtenida en mataderos de Manabí- Ecuador. *Revista de Salud Animal*, 37(1), 1-9. <https://revistas.censa.edu.cu/index.php/RSA/article/view/531>
- García, J., Mendoza, M., Vargas, P., Muñoz, J., & Párraga, C. (2021). Almidón nativo de yuca como agente ligante en la producción de mortadela tipo bologna. *Revista Manglar*, 18(1), 61-69. doi:10.17268/manglar.2021.008
-

- Habashy, A., Darwish, W., Hussein, M., & Salah, W. (2019). Prevalence of different mould genera in meat and meat products with some reduction trials using essential oils. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 7(2), 79-85. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2019/7.s2.79.85>
- Habtu, E., Mekonnen, B., Kiros, H., Fesseha, H., & Getachew, B. (2020). Meat tenderization of efficiency of papain, bromelain and zingiber officinale on old aged beef carcass of local zebu cattle. *Trends in Technical & Scientific Research*, 4(1), 09-015. doi:10.19080/TTSR.2020.04.555628
- Jain, J. (2020) Revisión sobre el aislamiento y la purificación de la enzima papaína de la papaya. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología Aplicadas*, 5, 193-197. <https://doi.org/10.33564/IJEAST.2020.v05i06.028>
- Lawrence, M., & Lawrence, T. (2021). At-home methods for tenderizing meat using blade tenderization, lime juice and pineapple puree. *Meat Science*, 176, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108487>
- Luo, K., Pengyu, Z., Yifei, H., Shengnan, K., Chenyu, S., Shuo, W., & Shi, C. (2022). Antibacterial effect of oregano essential oil against *Vibrio vulnificus* and its mechanism. *Foods*, 11(2), 1-13. <https://doi.org/10.3390/foods11030403>
- Marin, R., Ortega, A., Valenzuela, L., & Navarrete, C. (2023). Antioxidant and antibacterial activity of mexican oregano essential oil, extracted from plants occurring naturally in semiarid areas and cultivated in the field and greenhouse in northern Mexico. *Molecules*, 28(18), 1-13. <https://doi.org/10.3390/molecules28186547>
- Mera, S., & Barba, D. (2018). Evaluación de la concentración enzimática en hojas, corteza y látex de la papaya y su efecto ablandador en carne bovina. *Revista Digital Novasinergia*, 1(1), 72-79. <https://doi.org/10.37135/unach.ns.001.01.09>
-

- Muhammad, A., Joong, K., Alia, A., Amjad, Z., & Fatih, Y. (2016). Plant and bacterial proteases: A key towards improving meat tenderization, a mini review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1261780>
- Muñoz, C., Villegas, K., & Patiño, C. (2024). Development of a condiment containing ficin for the tenderization of beef. *Jorunal of Food Chemistry & Nanotechnology*, 10(3), 109-114. doi:10.17756/jfcn.2024-181
- NTE INEN 1338. (2012). Carne y productos cárnicos. Requisitos. Obtenido de <https://surl.li/ramtss>
- NTE INEN, 2532. (2010). Norma técnica ecuatoriana para condimentos. Requisitos. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/549605442/2532-condimentos>
- Perlera, A., Bonilla, J., Ventura, F., & Alvarado, F. (2021). Determinación de la concentración mínima y máxima del extracto de orégano (*Origanum vulgare*) como sustituto natural para preservar productos cárnicos. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 9, 47-62. <https://doi.org/10.5377/payds.v9i0.11855>
- Qian, X., Zhi, Y., Qiang, H., & Wei, Z. (2023). Migration of phenolic compounds in meat during marinating process: Action rule, mass transfer and mechanism. *LWT - Food Science and Technology*, 185, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115192>
- Saha, J., Jadeja, R., Mafi, G., Nelson, J., Ramanathan, R., & Jaroni, D. (2018). Modeling techniques for prediction of safe cooking times of mechanically tenderized beef steaks. *Meat and Muscle Biology*, 2(1), 180-188. doi:10.22175/mmb2017.10.0049
- Sarfaraz, D., Rahimmalek, M., Sabzalian, M., Gharibi, S., Matkowski, A., & Szumny, A. (2023). Essential oil composition and antioxidant activity of oregano and marjoram as affected by different light-emitting diodes. *Molecules*, 28(9), 3714-3721. <https://doi.org/10.3390/molecules28093714>
-

- Vasile, V., Chis, M., Paucean, A., Muresan, V., Puscas, A., Stan, L., & Vlaic, A. (2021). Influence of marination with aromatic herbs and cold pressed oils on black angus beef meat. *Foods*, 10(9), 2012-2019. <https://doi.org/10.3390/foods10092012>
- Yuan, M., Ping, L., Siqi, C., Yuan, A., & Fang, C. (2022). Preparation, characterization, in vitro release, and antibacterial activity of oregano essential oil chitosan nanoparticles. *Foods*, 11(23), 37-46. <https://doi.org/10.3390/foods11233756>
- Zavistanaviciute, P., Klementaviciute, J., Klupsaite, D., Zokaityte, E., Ruzauskas, M., Buckiuniene, V., & Bartkiene, E. (2023). Effects of marinades prepared from food industry by-products on quality and biosafety parameters of lamb meat. *Foods*, 12(7), 1291-1297. <https://doi.org/10.3390/foods12071391>
- Zdunczyk, W., Tkacz, K., & Modzelewska, M. (2023). The Effect of superficial oregano essential oil application on the quality of modified atmosphere-packed pork loin. *Foods*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/foods12102013>
-