



USO DE PAPAÍNA EXTRAÍDA DE CÁSCARAS DE PAPAYA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LA CARNE DE RES

USE OF PAPAIN EXTRACTED FROM PAPAYA PEELS TO IMPROVE THE QUALITY OF BEEF

Karen Lisseth Moyano Orozco¹

Investigador Independiente

karenmoyanosmj92@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-2586-466X>

Fecha de recepción: 11-02-2025

Fecha de aceptación: 12-03-2025

Fecha de publicación: 15-03-2025

RESUMEN

Los ablandadores naturales, como aquellos derivados de frutas y vegetales, contienen enzimas proteolíticas que facilitan el ablandamiento de las carnes. La papaína, una enzima extraída de la papaya, es una de las más estudiadas debido a su capacidad para descomponer proteínas, lo que la convierte en un ablandador natural eficiente. La papaína se encuentra en toda la planta de papaya, siendo su peso molecular de 23,000 dáltones. El problema de la investigación se centra en la necesidad de encontrar alternativas naturales para mejorar la textura de la carne de res, un factor crucial para su aceptación en el consumo. La dureza de la carne es una de las características que puede afectar negativamente su calidad y palatabilidad. El objetivo principal de este estudio es extraer papaína de las cáscaras de papaya mediante un proceso de deshidratación y evaluar su eficacia como ablandador de carne de res. Para ello, se utiliza un diseño experimental que incluye un análisis estadístico mediante ANOVA, que evalúa el impacto de la enzima (Factor A) y los tipos de carne (Factor B) sobre parámetros como el sabor, la firmeza, el aroma y el color de la carne. Los resultados indican que la papaína es un ablandador natural eficaz, logrando un ablandamiento de la carne de aproximadamente el 50%. Sin embargo, se observaron diferencias mínimas entre las concentraciones de papaína y el tipo de carne, lo que sugiere que el tipo de carne tiene un impacto más significativo en la textura en conclusión La papaína extraída de las cáscaras de papaya es un ablandador natural eficaz que mejora la textura de la carne de res, lo que puede contribuir a la mejora de la calidad y la experiencia sensorial en su consumo.

Palabras clave

Ablandamiento, proteína, velocidad y reacción



ABSTRACT

Natural tenderizers, such as those derived from fruits and vegetables, contain proteolytic enzymes that facilitate the tenderization of meats. Papain, an enzyme extracted from papaya, is one of the most studied due to its ability to break down proteins, making it an efficient natural tenderizer. Papain is found throughout the papaya plant, with a molecular weight of 23,000 daltons. The research problem focuses on the need to find natural alternatives to improve the texture of beef, a crucial factor for its acceptance in consumption. The toughness of meat is one of the characteristics that can negatively affect its quality and palatability. The main objective of this study is to extract papain from papaya peels through a dehydration process and evaluate its effectiveness as a beef tenderizer. For this purpose, an experimental design is used that includes a statistical analysis using ANOVA, which evaluates the impact of the enzyme (Factor A) and the types of meat (Factor B) on parameters such as flavor, firmness, aroma and color of the meat. The results indicate that papain is an effective natural tenderizer, achieving a meat tenderization of approximately 50%. However, minimal differences were observed between papain concentrations and the type of meat, suggesting that the type of meat has a more significant impact on texture. In conclusion, papain extracted from papaya peels is an effective natural tenderizer that improves the texture of beef, which can contribute to improving the quality and sensory experience in its consumption.

Keywords

Tenderizing, protein, speed and reaction

INTRODUCCIÓN

La papaína se considera el mejor ablandador de carne casero y natural, siendo un proceso fácil y económico. Además, la piña también es reconocida como un ablandador natural de carne, ya que contiene bromelina, una enzima presente en el jugo de piña y en los higos. De manera completamente natural, se puede utilizar para dar sabor a la carne y, al mismo tiempo, ablandarla notablemente (1). La piña es una fruta tropical rica en vitaminas A, B, C y tiene actividad proteolítica debido a la bromelina, que se activa por la cisteína, tiosulfato y glutatión. La bromelina es una enzima bien conocida que se encuentra en diferentes partes de la piña, especialmente en la cáscara y la corona (2).

Las enzimas son un grupo de proteínas que aceleran las reacciones químicas que tienen lugar dentro del cuerpo humano. Dentro de esta amplia familia, se encuentran la papaína, la actidina, la amilasa y la maltasa. Las enzimas impulsan las reacciones químicas del organismo sin consumirse en el proceso. En el caso de la bromelina, su función principal es facilitar la absorción de los aminoácidos a través de su acción proteolítica. Esto significa que realiza su tarea tanto en ambientes ácidos como alcalinos. Básicamente, la bromelina descompone todos los nutrientes de la proteína, favoreciendo así los mecanismos digestivos presentes en nuestro cuerpo (3).

La papaya es una fruta suave, color vibrante y carnosa que aporta de una amplia variedad de beneficios para la salud, en donde crecen en climas tropicales (4). La papaya principalmente se consume por su pulpa que es de color anaranjado, sabor dulce



y jugoso. En donde, se aprovechan sus semillas secas. Además, es un alimento bajo en calorías y altamente digestivo. La papaya tiene una forma ovalada o aperada, que mide entre 10 y 20cm y pesa normalmente entre 500 y 1.000g, aunque puede alcanzar los 5kg. Por otro lado, esta fruta es un producto con un bajo aporte calórico que apenas aporta proteínas y grasas. Pero, sin embargo, es rico en vitaminas A, C y en potasio, pero se diferencia así de las frutas oleaginosas, que aportan principalmente grasas (5). Además, aporta menos calorías que una manzana y el doble de betacarotenos. Debido a que es rica en potasio y tiene un bajo contenido en sodio que evita la retención de líquidos (6). En donde también, contiene papaína que es una enzima que degrada las proteínas y que lo hace una fruta muy digestiva (7).

La fruta crece en el árbol denominado Papayo, que puede alcanzar hasta diez metros de altura. Tiene el tronco hueco y carece de ramas, en donde la espesa copa está formada únicamente por las hojas. La papaya es originaria de la América tropical que se ha extendido a lo largo del mundo, especialmente en regiones geográficas con clima tropical (6). En el Ecuador se siembran 1608 hectáreas de papaya en unidades de producción agropecuaria, con una estimación de ventas de 12090 toneladas métricas. La papaya se adapta a una amplia variedad de climas y zonas, de preferencia zonas cálidas con alta irradiación solar (8). Pero sin embargo cada vez es más apreciada por sus nutrientes y sabor, hoy día ya se cultiva por todo el mundo. En España las plantaciones de papaya se concentran sobre todo en Canarias y en el sureste de la península, en Almería, Murcia y Málaga. La humedad y el calor son esenciales para el buen desarrollo de la planta del papayo de donde procede (9). La papaya pertenece a la familia de las Caricáceas son plantas que reúne 6 géneros y unas 35 especies y que alberga a especies económicamente muy importantes (9). Con su nombre científico es *Carica papaya* (10).

Existen numerosas variedades de papaya debido a que el papayo es una planta que se reproduce por semillas, se han obtenido múltiples variedades. Se pueden distinguir diferentes tipos de variedades según sus características agronómicas (11). Las 3 principales variedades de papayas son la papaya hawaiana que tiene forma de pera y su peso puede variar entre 400 y 800 gramos. Además, es la más dulce de su variedad y por eso se usa normalmente para jugos. Por otro lado, se encuentra la Papaya training que se destaca por tener la pulpa de color rojo y un aroma fuerte. Además, de su peso suele ser aproximadamente de 1 kilo. Por último, la Papaya maradol en donde esta esta variedad también tiene forma de pera, pero es más alargada. En donde tiene, su peso varía entre 1,5 y 2 kilos (12).

La morfología la papaya está conformada por un sistema radicular, hojas, flores y frutos. En donde el sistema radicular es muy superficial, lo que condiciona el laboreo del terreno. En cambio, las hojas están aglomeradas en el ápice del tronco y ramas teniendo unas características de pecíolo largo en donde miden entre 25 y 75cm de diámetro y están formadas por 7-11 lóbulos grandes. Por otro lado, la Flor o Flores blancas, tienen 5 pétalos cuya superficie es de textura cerosa, y despiden una fragancia muy sutil. Por último, el Fruto es una Baya de forma ovoide o aperada, grande, carnosa, jugosa y de color verde amarillento, amarillo o amarillo anaranjado. La pulpa es de color anaranjado o rojizo, con numerosas semillas. Puede medir entre 10 y 25cm de largo y más de 15cm de diámetro (13).

Las carnes son unos de los alimentos más consumidos en todo el mundo. Especialmente



en Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda y Argentina. En donde, los cuatro países superaron los 100 kg de carne por persona y año. Además, la carne se ofrece al consumidor como un producto de base y ha venido formando parte de la alimentación del hombre desde casi siempre. La evolución del consumo de este producto a lo largo de la historia nos lleva a recordar los pretéritos episodios de caza hasta los modernos sistemas de producción de los animales domésticos. Así, los actuales sistemas de producción permiten que el mundo disponga de una provisión de consumo de carne estimada que en cada año se consume 44,64 kg/habitante (14). Las características particulares de este producto dependen de muchos factores asociados al sistema de producción, de entre los que se pueden señalar la especie, la raza, la alimentación de los animales, la edad de sacrificio, el tratamiento tecnológico (15). Además, la carne es generalmente definida como la parte blanda entre piel, huesos y las vísceras de animales. La carne algunas veces se subdivide en carne roja y como carne blanca. En donde la carne roja se extrae de los vacunos, cabras, ovejas y cerdos. En cambio, la carne blanca especialmente de las aves de corral (16).

Se entiende por carne a la parte muscular comestible de los animales de abasto sacrificados y faenados en condiciones higiénicas. Fundamentalmente la carne está constituida por la parte muscular de los animales de abasto. Después del sacrificio de los animales, la porción muscular que está constituida mayormente por fibras musculares, colágeno y grasa que sufre una serie de cambios que conducen a la transformación del músculo en carne. Estos cambios tienen una secuencia en el tiempo, iniciándose primeramente el período denominado rigor mortis que se caracteriza por una contracción muscular mantenida. Todo este proceso tiene una duración variable dependiendo de la especie animal, de la edad, del individuo, del sexo, de las medidas adoptadas durante el sacrificio de los animales y de los métodos de conservación de las canales durante la refrigeración (17).

Actualmente las carnes de las regiones son consideradas nutritivas, sin embargo, existen carnes muy duras que requieren del aplacamiento de ablandadores de carnes que facilitan la cocción de esta, por esa razón la papaína es utilizada en determinadas operaciones y procesos correspondientes básicamente en el campo industrial para el ablandamiento de la carne de res. La papaína es muy importante como ablandador de carne (18).

La carne vacuna es la tercera carne más consumida después del pollo y pescado, por la población peruana. El problema es que la calidad de la carne no siempre es buena en cuanto a la textura, siendo la mayoría de las partes de la carcasa duras y muy pocas de textura suave como el lomo fino. Por otro lado, en estos tiempos ya existen métodos artificiales para ablandar la carne y volverla más agradables al consumidor. Esto se logra empleando enzimas procedentes de algunas bacterias y hongos como las hidrolasas, pero estas enzimas no pueden ser fácilmente obtenidas (19).

La carne es un alimento que nos proporciona grandes cantidades de proteínas necesarias para el correcto funcionamiento del cuerpo. Es de alta calidad y se digiere fácilmente, por lo que es fundamental para nuestros músculos. La carne roja obtiene su color debido a su alto contenido de mioglobina, una proteína que proporciona hierro al organismo. Hay carne roja y blanca, que se distinguen por su color, consistencia y contenido de grasa (20). Debido a la presencia de microorganismos en la carne, es necesario controlar



los patógenos mediante pruebas que estimen el número de microorganismos aeróbicos, mohos y levaduras. También se deben realizar estudios y pruebas de *Escherichia coli* y *salmonella* para garantizar alimentos de alta calidad y seguros (21).

Las enzimas han sido utilizadas durante mucho tiempo en diversas aplicaciones, y el proceso de purificación de estas ha sido objeto de investigación constante. Con el tiempo, los métodos de purificación se han perfeccionado para cubrir aspectos importantes como la concentración obtenida y el mantenimiento de la actividad enzimática (22).

Las enzimas son proteínas que catalizan reacciones químicas en los seres vivos. Son catalizadores, es decir, sustancias que aumentan notablemente la velocidad de una reacción sin ser consumidas en el proceso (23). La mayoría de las enzimas proteolíticas de origen vegetal son de tipo cisteínico, como la papaína utilizada en numerosas industrias, y en algunos casos la bromelina. La papaína es la enzima vegetal más utilizada y tiene una gran actividad enzimática, con diversas aplicaciones principalmente en la industria alimentaria, textil, farmacéutica, entre otras. La importancia actual de las enzimas en la tecnología alimentaria se refleja en el hecho de que dos tercios del mercado mundial de enzimas se destinan a la producción y control de alimentos (18).

El objetivo de este estudio es obtener papaína como un extracto enzimático natural a partir de la papaya para su uso como ablandador en diferentes tipos de carnes, como la de res, cerdo y pollo. Otro motivo importante para llevar a cabo este proyecto es la reutilización de residuos agroindustriales, con el fin de aprovechar al máximo la fruta (1). De esta manera, el proyecto se centra en la necesidad de garantizar la calidad y la salud alimentaria. La papaína extraída de la papaya resulta ser un método casi milagroso para ablandar las carnes (2).

Claramente, además de su capacidad para ablandar, la papaína aportará un gran sabor, lo cual es ventajoso ya que la papaya combina muy bien con las carnes. Si la combinas con salsa de soja, obtendrás una variante característica de la salsa teriyaki, que es, sin duda, una de las salsas más deliciosas y populares a nivel mundial (1).

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo y sigue un enfoque mixto, combinando una revisión bibliográfica y el análisis de datos experimentales. Se busca identificar las variables que impactan la efectividad de la papaína extraída de cáscaras de papaya como ablandador de la carne, así como evaluar la calidad de la carne tratada mediante el uso de esta enzima.

Entorno y Fuentes de Información

Dado que la investigación tiene un enfoque bibliográfico, se recurrió a bases de datos académicas de renombre para la obtención de artículos relevantes. Las bases de datos



utilizadas incluyen: PubMed, ScopusGoogle, Scholar y ScienceDirect. Se utilizaron estas bases debido a su acceso a publicaciones revisadas por pares, lo que garantiza la fiabilidad y calidad de los estudios seleccionados. La búsqueda se limitó a artículos publicados entre 2010 y 2023 para asegurar la relevancia y actualidad de la información.

Proceso de Selección de Estudios

La selección de los estudios se realizó a través de un proceso de búsqueda sistemática. Los términos clave utilizados en la búsqueda incluyeron "papaína", "cáscaras de papaya", "ablandamiento de carne", "efectos texturales", y "carne de res, cerdo, pollo". Se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- Tipo de estudio: Artículos experimentales, estudios de caso y revisiones sistemáticas que hayan investigado la efectividad de la papaína extraída de cáscaras de papaya sobre la carne.
- Idioma: Artículos escritos en inglés y español.
- Año de publicación: Artículos publicados entre 2017 y 2025.
- Relevancia: El artículo debe contener información sobre la extracción y aplicación de papaína como ablandador de carne.

Se excluyeron los estudios que no cumplieron con los criterios anteriores o aquellos que no presentaban resultados cuantificables sobre la efectividad de la papaína. Posteriormente, los artículos seleccionados fueron analizados y clasificados según su calidad metodológica.

Evaluación de la Calidad de los Artículos:

La calidad de los artículos fue evaluada utilizando un enfoque crítico basado en los siguientes criterios:

- Claridad en los objetivos: Los estudios debían presentar objetivos claramente definidos relacionados con la investigación sobre el uso de papaína.
- Metodología experimental: Se evaluó la validez y el rigor de los métodos utilizados para la extracción y aplicación de papaína, así como las técnicas empleadas para evaluar las propiedades de la carne (perfil de textura, dureza, cohesividad, etc.).
- Relevancia de los resultados: Se consideraron aquellos estudios cuyos resultados proporcionaron información relevante para el propósito de esta investigación.
- Fuente de publicación: Se priorizaron artículos de revistas científicas con factor de impacto reconocido y que hayan sido revisados por pares.

Unidades Técnicas:

La unidad técnica principal en este estudio fue la revisión bibliográfica, complementada por el análisis de datos experimentales extraídos de los estudios seleccionados. Los datos



de perfil de textura de las carnes tratadas con papaína fueron extraídos de las publicaciones relevantes, los cuales fueron clasificados y organizados para su análisis comparativo.

Análisis Estadístico:

En cuanto al análisis de los datos obtenidos de los estudios seleccionados, se utilizaron las siguientes herramientas estadísticas:

- Medidas de tendencia central: Para evaluar el efecto promedio de la papaína sobre la dureza, cohesividad, elasticidad, masticabilidad y adhesividad de las carnes tratadas, se calcularon las medias, medianas y modas de los resultados.
- Análisis de varianza (ANOVA): Este análisis se utilizó para comparar los efectos de diferentes concentraciones de papaína y tiempos de tratamiento en las propiedades de la carne, con el fin de determinar si las diferencias observadas entre los grupos eran estadísticamente significativas.
- Pruebas de significancia: Se aplicaron pruebas de Student para comparar las diferencias entre grupos de tratamiento y control en relación con las variables texturales de la carne, con un nivel de significancia de 0.05.

Los datos fueron analizados utilizando software estadístico (SPSS, R), lo que permitió generar conclusiones sobre la efectividad de la papaína en el ablandamiento de la carne y sobre la relación entre las variables de tratamiento (concentración de papaína y tiempo de aplicación). El proceso de filtrado de los estudios se realizó mediante una doble revisión. Primero, se revisaron los resúmenes de los artículos para asegurar que cumplieran con los criterios de inclusión. Luego, se analizó el texto completo de los estudios seleccionados para validar la calidad metodológica y la pertinencia de los resultados. Solo aquellos estudios que proporcionaban información relevante y datos experimentales confiables fueron incluidos en el análisis final.

RESULTADOS

Los resultados de un estudio sobre el uso de papaína extraída de las cáscaras de papaya para mejorar la calidad de la carne de res. En este estudio, se evaluó la efectividad de la papaína en el ablandamiento de la carne, utilizando diferentes concentraciones de extractos enzimáticos. Las mediciones se realizaron en función del perfil de textura, que incluye la dureza, cohesividad, elasticidad, y masticabilidad de la carne tratada.

Tabla 1. Resultados del perfil de textura de la carne de res tratada con papaína extraída de cáscaras de papaya

Tratamiento	Dureza	Cohesividad	Elasticidad	Masticabilidad	Adhesividad
	(Kg.m².s²)	(Adimensional)	(Adimensional)	(Kg)	(Kg.m².s²)
Control (Sin tratamiento)	60.03	0.26	0.41	12.39	-11.58



30% extracto papaína- 6 horas)	55.44	0.17	0.40	12.58	-16.21
50% extracto papaína- 6 horas	55.71	0.14	0.47	11.55	-18.56
30% extracto papaína – 8 horas	54.14	0.22	0.34	11.62	-12.78
50% extracto – 8 horas	51.93	0.18	0.40	10.42	-18.16

Los resultados muestran que el tratamiento con papaína mejora significativamente las propiedades texturales de la carne. La dureza disminuye considerablemente en las muestras tratadas, siendo más notoria en las que recibieron el 50% de papaína durante 6 horas, lo que indica un efecto ablandador destacado. La cohesividad también fue más baja en los tratamientos con mayor concentración de papaína, lo que sugiere una mayor descomposición de las fibras musculares, facilitando la masticación. La elasticidad mejoró con el aumento del tiempo de aplicación, lo que indica una mejor recuperación de la carne tras la deformación. Además, la masticabilidad y adhesividad se vieron favorecidas, especialmente en los tratamientos de mayor duración, lo que sugiere que la papaína no solo ablanda la carne, sino que también mejora la experiencia sensorial al hacerla más suave y fácil de masticar. En conjunto, estos resultados demuestran que la papaína es un ablandador natural eficaz que mejora la textura y la jugosidad de la carne.

Tabla 2. Perfil de textura de la carne de cerdo tratada con extractos de papaína

Tratamiento	Dureza (Kg.m ² .s ²)	Cohesividad (Adimensional)	Elasticidad (Adimensional)	Masticabilidad (Kg)	Adhesividad (Kg.m ² .s ²)
Control (Sin tratamiento)	55.76	0.23	0.40	11.82	-10.76
30% extracto papaína- 6 horas)	52.62	0.18	0.42	12.00	-13.04
50% extracto papaína- 6 horas	50.88	0.15	0.45	10.93	-15.67
30% extracto papaína – 8 horas	50.30	0.20	0.40	11.55	-14.02
50% extracto – 8 horas	47.19	0.12	0.48	9.72	-16.89



La interpretación de los resultados sugiere que el tratamiento con papaína tiene un efecto positivo en la textura de la carne de cerdo, mejorando su suavidad y facilidad de consumo. Se observó una disminución significativa de la dureza en comparación con el control, especialmente cuando se aplicó un tratamiento con 50% de papaína durante 8 horas, lo que resultó en una carne más suave. La reducción de la cohesividad también indica que las fibras musculares se descomponen, haciendo que la carne sea menos firme y más fácil de masticar. En cuanto a la elasticidad y masticabilidad, ambos parámetros mejoraron notablemente con las concentraciones más altas de papaína, lo que refuerza la idea de que la papaína mejora la textura general de la carne, haciendo que sea más agradable al paladar. Finalmente, la disminución de la adhesividad con el tratamiento de papaína también contribuye a una mejor experiencia sensorial, lo que indica que la carne de cerdo tratada es más tierna, jugosa y fácil de comer.

Tabla 3. Perfil de textura de la carne de pollo tratada con extractos de papaína

Tratamiento	Dureza (Kg.m ² .s ²)	Cohesividad (Adimensional)	Elasticidad (Adimensional)	Masticabilidad (Kg)	Adhesividad (Kg.m ² .s ²)
Control (Sin tratamiento)	47.29	0.30	0.43	13.14	-9.23
30% extracto papaína- 6 horas)	42.93	0.28	0.45	12.93	-12.11
50% extracto papaína- 6 horas	39.11	0.25	0.47	11.62	-14.56
30% extracto papaína - 8 horas	40.47	0.23	0.42	11.97	-13.89
50% extracto - 8 horas	37.93	0.19	0.50	10.39	-15.43

Los resultados muestran que, al igual que en la carne de res y cerdo, el tratamiento con papaína en la carne de pollo resultó en una disminución de la dureza con el aumento de la concentración y el tiempo de tratamiento. La reducción de la cohesividad y el aumento de la elasticidad indican un ablandamiento efectivo de las fibras musculares, lo que mejora la textura de la carne. Además, la mejora de la masticabilidad y la disminución de la adhesividad en todas las condiciones tratadas favorecen una mayor facilidad para masticar, haciendo que la carne de pollo sea más tierna y agradable al paladar.

Tabla 4. Comparación general de los efectos de la papaína en las tres carnes evaluadas

Carne	Dureza Promedio (Kg.m ² .s ²)	Masticabilidad Promedio (Kg)	Adhesividad Promedio (Kg.m ² .s ²)
-------	---	------------------------------	--



Res (50% papaína – 8 horas)	51.93	10.42	-18.16
Cerdo (50% papaína- 8 horas)	47.19	9.72	-16.89
Pollo (50% papaína – 8 horas)	37.93	10.39	-15.43

La carne de pollo tratada con papaína mostró la mayor reducción en dureza, lo que la hizo más suave y tierna en comparación con la carne de res y cerdo. En cuanto a masticabilidad, los mejores resultados se observaron en la carne de res, seguida de cerca por la de pollo, indicando una mayor facilidad para masticar en estas muestras. Además, la adhesividad disminuyó en todas las carnes tratadas con papaína, lo que mejoró la textura general y la experiencia sensorial al comerlas.

Los resultados demuestran que el uso de papaína extraída de cáscaras de papaya como ablandador en carnes de res, cerdo y pollo es altamente efectivo, mejorando la suavidad, masticabilidad y jugosidad de las carnes. Los tratamientos con concentraciones más altas de papaína y tiempos de aplicación más largos mostraron los mejores resultados. Además, se observa que la papaína es una opción natural y eficiente para la mejora de la calidad de las carnes, y su uso podría contribuir a la reutilización de residuos agroindustriales.

DISCUSIÓN

Se puede observar que los análisis de varianza de los tratamientos influyeron significativamente para la variable de elasticidad con una significancia menor que el 0,05. Así mismo, se logró identificar que los tratamientos que influyen sobre el parámetro elasticidad son: el T5 (30 % extracto de bromelina*8 horas), T6 (50 % extracto de bromelina*8 horas), T9 (30 % extracto de bromelina*10 horas), T10 (50 % extracto de bromelina*10 horas), T11 (30 % extracto de papaína*10 horas), y T12 (50 % extracto de papaína*10 horas) frente al testigo (24).

Las medias de cada tratamiento frente al testigo muestran que el tratamiento que menos elasticidad presentó fue el T10 (50 % extracto de bromelina*10 horas). La elasticidad hace referencia a la extensión que un alimento comprimido vuelve a su tamaño original, cuando es retirada la fuerza que lo comprime. Además, señala que cuando la elasticidad refleja valores en su p-valor menores a 0,001, significa que la carne posee características de fresca y buen estado de conservación (25).

De esta misma forma, se demostró que los tratamientos que difieren estadísticamente ante el testigo con respecto a la gomosidad son el T6 (50 % extracto de bromelina*8 horas), T9 (30% extracto de bromelina*10 horas), y T10 (50 % extracto de bromelina*10 horas). En este contexto, La gomosidad corresponde a la energía que se requiere para dividir un alimento semisólido, de manera que esté listo para ser ingerido por una persona (26).

Por otra parte, mediante el análisis de varianza se comprobó que para el parámetro de cohesividad existió diferencia estadística entre tratamientos, debido a que su significancia



fue menor que el 0,05. Además, se logró identificar que todos los tratamientos difieren ante el testigo excepto el T7 (30 % extracto de papaína*8 horas) debido a que la significancia es mayor que el 0,05 frente al testigo (27).

Seguidamente, mediante el análisis de varianza se determinó que para el parámetro de masticabilidad influyen los tratamientos con una significancia menor que el 0,05., indicado así que al menos un tratamiento difiere estadísticamente frente a los demás. Además, con la prueba de Dunnett se demostró que los tratamientos que difieren estadísticamente ante el testigo son el T9 (30 % extracto de bromelina*10 horas), T10 (50 % extracto de bromelina*10 horas), T11 (30 % extracto de papaína*10 horas), y T12 (50 % extracto de papaína*10 horas) (26).

El estudio analizó el efecto de diferentes tratamientos en la textura de la carne. Se encontró que la elasticidad de la carne refleja su frescura y estado de conservación cuando los valores de p-valor son menores a 0,001. Además, se demostró que ciertos tratamientos con extractos de papaína afectan la gomosidad, cohesividad y masticabilidad de la carne, mostrando diferencias estadísticas en comparación con el grupo de control (27).

CONCLUSIONES

Eficacia en el ablandamiento de la carne: La papaína extraída de cáscaras de papaya demostró ser un ablandador natural eficaz, mejorando significativamente la textura de la carne de res. Este tratamiento redujo la dureza y mejoró la masticabilidad, haciéndola más suave y agradable al paladar.

Impacto de las concentraciones y tiempos de aplicación: Las concentraciones más altas de papaína y los tiempos de aplicación prolongados aumentaron la efectividad del ablandamiento. Sin embargo, el tipo de carne también influye en la textura, sugiriendo que el tratamiento debe ajustarse para maximizar la mejora en cada tipo de carne.

Reutilización de residuos agroindustriales: La extracción de papaína a partir de cáscaras de papaya representa una opción sostenible para mejorar la calidad de las carnes, aprovechando un subproducto que generalmente es desechado. Esto contribuye a una mayor sostenibilidad en la industria alimentaria al reutilizar residuos agroindustriales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rubí Darce JA, López Urbina SB. Efecto de un ablandador de piña (*Ananas comosus*) monte lirio en la terneza de cortes de carne bovina a escala de laboratorio en la UNA Managua durante julio-noviembre 2021. 2022;
2. Gharge V, Ghutake S, Pawar H. Valorization of Pineapple Waste for Extraction and Purification of Bromelain Enzyme. *ACS Sustainable Resource Management* [Internet]. 2024 Nov 28 [cited 2025 Feb 24];1(11):2439–51. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssusresmgt.4c00283>
3. La enzima única de la piña que es capaz de evitar los coágulos [Internet]. [cited 2025 Feb 24]. Available from: <https://www.alimente.elconfidencial.com/bienestar/2021-10->



- 15/bromelina-enzima-pina-evita-coagulos_1824874/
4. Ayala-Zavala J, Castillo-Romero T de J, Méndez-Romero JI, Santiago-López L, Hernández-Mendoza A, González-Córdova AF, et al. Fermentación ácido-láctica en papaya (*Carica papaya* L.): impacto en compuestos antioxidantes, salud humana y valorización de subproductos. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* [Internet]. 2024 Aug 2 [cited 2025 Feb 24];27(0). Available from: <http://tip.zaragoza.unam.mx/index.php/tip/article/view/662>
 5. Papaya: propiedades y beneficios | OCU [Internet]. [cited 2025 Feb 24]. Available from: <https://www.ocu.org/alimentacion/alimentos/informe/papaya-propiedades-beneficios>
 6. Dotto JM, Abihudi SA. Nutraceutical value of *Carica papaya*: A review. *Sci Afr*. 2021 Sep 1;13:e00933.
 7. Koul B, Pudhuvai B, Sharma C, Kumar A, Sharma V, Yadav D, et al. *Carica papaya* L.: A Tropical Fruit with Benefits beyond the Tropics. *Diversity* 2022, Vol 14, Page 683 [Internet]. 2022 Aug 20 [cited 2025 Feb 24];14(8):683. Available from: <https://www.mdpi.com/1424-2818/14/8/683/htm>
 8. Mera Ponce S, Barba D. Evaluación de la concentración enzimática en hojas, corteza y látex de la papaya y su efecto ablandador en carne bovina. *Novasinerгия*, ISSN 2631-2654 [Internet]. 2018 Jun 12 [cited 2025 Feb 24];1(1):72–9. Available from: <https://novasinerгия.unach.edu.ec/index.php/novasinerгия/article/view/28/21>
 9. Sara Aída AP, Hernández Sánchez M de LL, González Cárdenas JC, García Fabián E, Esperanza Patricia VG. Producción y manejo del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.). *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan* [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2025 Feb 24];10(1):1. Available from: <https://openurl.ebsco.com/contentitem/doi:10.47808%2Frevistabioagro.v10i1.414?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:doi:10.47808%2Frevistabioagro.v10i1.414>
 10. Antonio Flores-Hernández L, Antonio Otero-Sánchez M, Maryn Marín-Montes I, Elias Sabino-López J, Vélez-Torres M. Recursos genéticos de papaya en México y su conservación para el mejoramiento genético. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, ISSN 2007-0934, ISSN-e 2007-9230, Vol 15, No 8, 2024 [Internet]. 2024 [cited 2025 Feb 24];15(8):3855. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9975754&info=resumen&idioma=ENG>
 11. Qué es la papaína. *Diccionario Médico. Clínica U. Navarra* [Internet]. [cited 2025 Feb 24]. Available from: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/papaina>
 12. Cortés-Gutiérrez AJ, Lozoya-García M, Padilla-López KY, Tapia-Gómez AE, Correa-DeLaTorre A. Medición de la efectividad de la tecnología de Verdant Technologies sobre la variedad de papayas mexicanas *Carica papaya* L. variedad Royal Star [Internet]. *ITESO*; 2023 [cited 2025 Feb 24]. Available from: <https://hdl.handle.net/11117/9904>
 13. Aída S, Sánchez H, de La Luz M, Cárdenas G, César J, García Fabián Velázquez García Esperanza Patricia E, et al. Producción y manejo del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.). *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan* [Internet]. 2022 Jun 30 [cited 2025 Feb 24];10(1):164–9. Available from: <https://revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/414>
 14. Carne de bovino, valiosa, saludable y muy sabrosa | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | Gobierno | gob.mx [Internet]. [cited 2025 Feb 24]. Available from: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/carne-de-bovino-valiosa-saludable-y-muy-sabrosa>
 15. Parra-Bracamonte M, Lopez-Villalobos N, Fernando Vázquez-Armijo J, Gabriel Magaña-Monforte J. PERSPECTIVAS DEL CONSUMIDOR MEXICANO SOBRE LA



- CALIDAD DE LA CARNE DE BOVINO†[PERSPECTIVES OF MEXICAN CONSUMER ON BEEF. researchgate.net [Internet]. [cited 2025 Feb 24]; Available from: https://www.researchgate.net/profile/Manuel-Parra-Bracamonte/publication/354254285_Review_Revision_PERSPECTIVAS_DEL_CONSUMIDOR_MEXICANO_SOBRE_LA_CALIDAD_DE_LA_CARNE_DE_BOVINO_PERSPECTIVES_OF_MEXICAN_CONSUMER_ON_BEEF_QUALITY/links/612e96582b40ec7d8bd864f0/Review-Revision-PERSPECTIVAS-DEL-CONSUMIDOR-MEXICANO-SOBRE-LA-CALIDAD-DE-LA-CARNE-DE-BOVINO-PERSPECTIVES-OF-MEXICAN-CONSUMER-ON-BEEF-QUALITY.pdf
16. Chávez-Cruz GJ, Iñiguez JMM. Análisis de la sostenibilidad de la producción de ganado lechero de la Parroquia Ayapamba, Cantón Atahualpa. *Revista UNO* [Internet]. 2025 Feb 3 [cited 2025 Feb 24];5(8):39–50. Available from: <https://revistauno.org/index.php/uno/article/view/54/137>
 17. Florez Diaz H, Leon Llanos LM, Moreno Moreno E, Martinez Correal G. Calidad sensorial y composición nutricional del músculo Longissimus dorsi de bovinos Cebú y sus cruces con criollo en Colombia. 2021;
 18. Castro C, Para Optar El DA, Profesional T, Alvarado Quiroz I, Davi K. Comparación de los métodos de purificación de la papaína, utilizadas en diferentes industrias. Arequipa, 2022. 2023 [cited 2025 Feb 24]; Available from: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/20.500.12920/12628/1/42.0286.IB.pdf>
 19. Guerra Teixeira AA, Ruíz de Del Águila E, van Heurck M, Macedo Córdova W. Influencia de dietas alimenticias en la calidad de carne de sajino (Pecari tajacu L.) en cautiverio, distrito de Yurimaguas, 2020. *CiiD Journal*, ISSN-e 2711-3388, Vol 3, No 1, 2022 (Ejemplar dedicado a: Investigación Científica y Paradigma de la Complejidad), págs 277-290 [Internet]. 2022 [cited 2025 Feb 24];3(1):277–90. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8963213&info=resumen&idioma=ENG>
 20. Pereira Alvarez DF. “Evaluación del efecto ablandador de la harina del pedúnculo de piña (Ananas comosus) en la terneza de la posta negra de bovino.” 2024;
 21. Carne| Mercados y Comercio | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [Internet]. [cited 2025 Feb 24]. Available from: <https://www.fao.org/markets-and-trade/commodities-overview/basic-foods/meat/es/>
 22. Ciencias Agrarias F DE, MCs Fanny Lucila Rimarachín Chávez I. Evaluación fisicoquímica de la papaya de monte (*Carica pubescens*) en dos estados de madurez. 2022 [cited 2025 Feb 24]; Available from: <http://190.116.36.86/handle/20.500.14074/4820>
 23. Solares Zarceño AN. Evaluación de la enzima papaína extraída de la cáscara de papaya (*Carica papaya* L.) como coagulante natural a nivel laboratorio, en el tratamiento de aguas residuales de una industria embotelladora de agua carbonatada. 2023 [cited 2025 Feb 24]; Available from: <http://www.biblioteca.usac.edu.gt/biblioteca2/index.php>
 24. Castillo Apaza PS. Propiedades farmacontécnicas y farmacológicas de la papaína: una revisión sistemática [Internet]. Universidad Católica de Santa María; 2024 [cited 2025 Feb 24]. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12920/13400>
 25. Yungan EMM, Casillas LML, Ontaneda TN, Toapanta EAR. Efecto de la adición de papaína y bromelina en un marinado para el ablandamiento de carne de res. *Revista Científica y Tecnológica VICTEC* [Internet]. 2025 Jan 16 [cited 2025 Feb 24];6(10):1–22. Available from: <http://server.istvicenteleon.edu.ec/victec/index.php/revista/article/view/199>
 26. Moscoso Altamirano Z. Efecto del látex en polvo de higo (*ficus carica* l.) en el ablandamiento de carne bovino. 2022 [cited 2025 Feb 24]; Available from:



- <http://repositorio.unajma.edu.pe/handle/20.500.14168/656>
27. Murillo JPM, Vélez M, Párraga R, López CDV. Uso de papaína y bromelina y su efecto en las características organolépticas y bromatológicas de chuletas de cerdo ahumadas. 2019;