

Artículo Original

Papaína extraída a partir de la cáscara de la papayuela perteneciente a la especie (*Carica papaya L.*), por medio de microondas con aplicación en el ablandamiento de la carne bovina¹.

Maritza Andrea Gil Garzón², Vanessa Bedoya Mejía³, Leonidas de Jesús Millán Cardona⁴, Yara Licceth Benavides Paz^{5*}.

RESUMEN

Introducción. La papaína es una enzima comúnmente empleada en el ablandamiento de carnes, pero su obtención a escala industrial se basa en la extracción por medio de incisiones longitudinales a la papayuela, técnicamente llamadas “lechado con bastidor”, y posteriormente es secada por medio de horno convencional, aspersion o liofilización. Estos procesos toman tiempo y presentan pérdidas del extracto durante la transformación hasta obtener el producto final debido a la extensa manipulación, lo cual puede afectar su actividad enzimática. **Objetivo.** Esta investigación tiene como objetivo evaluar la extracción de papaína usando el microondas, como apertura a un área de conocimiento no estudiada y alternativa para el aprovechamiento de residuos de la agroindustria. **Metodología.** Consistió en varias etapas: la primera fue la caracterización fisicoquímica del fruto para estandarizar la materia prima, seguida por la extracción a partir de las cáscaras de papayuela *Carica Papaya L.* en presencia de etanol analítico. Se establecieron las condiciones del microondas con una potencia de 390W a un tiempo de 30s. Posteriormente, el extracto se filtró y se concentró para ser aplicado sobre trozos de carne bovina corte posta durante 60s. El efecto del extracto sobre el ablandamiento de la carne se verificó mediante el análisis de perfil de textura, TPA durante 0min, 5min y 10min. **Resultados.** El análisis estadístico reportó diferencias significativas ($p < 0.05$) respecto a la dureza de los trozos de carne a los 5 minutos de almacenamiento, comparado con los

1 Artículo derivado del proyecto de investigación “Papaína extraída a partir de la cáscara de la papayuela perteneciente a la especie (*Carica papaya L.*), por medio de microondas con aplicación en el ablandamiento de la carne bovina” financiado por el semillero de investigación INNOVA de la corporación Universitaria Lasallista.

2 Magíster en Ciencia-Química. Docente coordinadora del programa de Ingeniería de Alimentos e investigadora del grupo GRIAL de la Corporación Universitaria Lasallista. magil@lasallista.edu.co

3 Ingeniera de Alimentos e integrante del semillero de investigación INNOVA de la Corporación Universitaria Lasallista. vabedoya@ulasallista.edu.co

4 Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Docente e investigador del grupo G-3IN de la Corporación Universitaria Lasallista. lemillan@lasallistadocentes.edu.co

5 Ingeniera de Alimentos. Auxiliar de Investigación, Grupo de Investigación en Ingeniería de Alimentos – GRIAL. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas, Antioquia-Colombia. yabenavides@ulasallista.edu.co

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA (*): Corporación Universitaria Lasallista. Carrera 51 118Sur-57. Caldas - Antioquia - Colombia. Teléfono: 574-3201999. Correo electrónico: yabenavides@ulasallista.edu.co

demás tiempos, y alcanzó un ablandamiento de 50%. **Conclusión.** La extracción de la papaína por microonda es una alternativa para la obtención de esta enzima en tiempos más cortos evitando la degradación de la misma, en comparación con los métodos tradicionales.

Palabras clave: Enzima proteolítica, *Carica papaya L.*, análisis de perfil de textura TPA, microondas.

Papain extracted from papayuela peel from *Carica papaya L.* by the use of microwaves, to be applied on the tenderization of bovine meat.

▣ ABSTRACT

Introduction. Papain is an enzyme commonly used to tenderize meat, but obtaining it at an industrial scale is a process based on extracting it by making longitudinal cuts on the papayuela and taking the latex that contains the papain. Then, it is dried by the use of a conventional oven, sprinkling or lyophilization. This process takes time and brings losses of the extract during the transformation until obtaining the final product, due to the extensive handling, and this fact can affect its enzymatic quality.

Objective. This research work aims to evaluate the extraction of papain by the use of microwaves, as a way to approach an area not yet studied and as an alternative for the use of agricultural waste materials.

Methodology. It consisted of several stages: The first was the physical-chemical characterization of the fruit in order to standardize the raw material, followed by the extraction from the *Carica Papaya L.*

papayuela peels in presence of analytic ethanol. The conditions of the microwave oven with a 390W power at a 30 seconds time were established. Later, the extract was filtered and concentrated to be applied on pieces of beef meat from the round area during 60 seconds. The effect of the extract on the meat tenderization was verified with a texture profile analysis – TPA- during 0 minutes, 5 minutes and 10 minutes.

Results. The statistical analysis reported significant differences ($p < 0.05$) concerning the hardness of the meat after a 5 minutes storage, when compared to the other time periods, and reached a 50% softening.

Conclusion. Extracting papain by the use of microwaves is an alternative to obtain this enzyme in shorter periods of time, avoiding its degradation, in comparison with traditional methods.

Key words: Proteolytic enzyme, *Carica papaya L.*, texture profile analysis TPA, microwaves.

Papaína extraída a partir da casca da papaia pertencente à espécie [*Carica Mamão Papaia L.*], por meio de microondas com aplicação no abrandamento da carne bovina

▣ RESUMO

Introdução. A papaína é uma enzima comumente empregada no abrandamento de carnes, mas sua obtenção a escala industrial se baseia na extração por meio de incisões longitudinais à papaia, tecnicamente chamadas “lechado com bastidor”, e posteriormente é secada por meio de forno convencional, aspersão ou liofilização. Estes processos tomam tempo

e apresentam perdas do extrato durante a transformação até obter o produto final devido à extensa manipulação, o qual pode afetar sua atividade enzimática. **Objetivo.** Esta investigação tem como objetivo avaliar a extração de papaína usando o microondas, como abertura a um área de conhecimento não estudada e alternativa para o aproveitamento de resíduos da agroindústria. **Metodologia.** Consistiu em várias etapas: a primeira foi a caracterização físico-química do fruto para estandarizar a matéria prima, seguida pela extração a partir das cascas de papaia (*Carica Mamão papaya L.*) em presença de etanol analítico. Estabeleceram-se as condições do microondas com uma potência de 390W a um tempo de 30s. Posteriormente, o extrato se filtrou e se concentrou para ser aplicado sobre bocados de carne bovina corte posta durante 60s. O efeito do extrato sobre o abrandamento da carne se verificou mediante a análise de perfil de textura, TPA durante 0min, 5min e 10min. **Resultados.** A análise estatística reportou diferenças significativas ($p < 0.05$) com respeito à dureza dos bocados de carne aos 5 minutos de armazenamento, comparado com os demais tempos, e atingiu um abrandamento de 50%. **Conclusão.** A extração da papaína por microonda é uma alternativa para a obtenção desta enzima em tempos mais curtos evitando a degradação da mesma, em comparação com os métodos tradicionais.

Palavras importantes: enzima proteolítica, *Carica mamão papaya L.*, análise de perfil de textura TPA, microondas.

■ INTRODUCCIÓN

Colombia es el sexto país productor de papayas (FAO, 2012), sin embargo, alrededor del 70% de la producción de esta fruta no puede ser comercializada como producto fresco por su fácil deterioro desde el cultivo; por esta razón, existe en los últimos años un incremento en el desarrollo de productos derivados que generan gran cantidad de desechos como el tallo, la cáscara, la semilla y los mismos palos del cultivo que se convierten en un obstáculo ambiental por la alta concentración de la enzima papaína (Galindo, 2009). La papaína es una enzima proteolítica presente en las papayuelas, la cual tiene alta actividad biológica y, por lo tanto, es un componente ampliamente usado en diferentes líneas medicinales, aislamiento de células, detergentes, cuero y textiles, cosméticos, industria farmacéutica y dermatológica, y en alimentos principalmente como clarificador de cerveza y ablandador de carnes (Fernández, 2005). Basados en la última aplicación, se evidencia la importancia de extracción de la enzima, ya que la calidad organoléptica de la carne percibida actualmente por los consumidores más exigentes es la evaluación de la ternura en el momento de consumo lo que es su principal criterio de compra, por lo cual su utilización debe ser una preocupación por el productor para que no afecte la cadena de distribución (Consigli, 2001).

En la búsqueda de métodos de extracción para evitar que se vea afectada la actividad enzimática de la papaína por factores como exposición al oxígeno, a la luz, al tiempo de recolección y procesamiento a altas temperaturas, se propone la optimización de la metodología de extracción de esta enzima por medio de microondas en el laboratorio con posibilidades de llevarlo a

escala industrial para salir del esquema tradicional y utilizar una tecnología de punta.

■ MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Las papayuelas *Carica Papaya L.* fueron recolectadas en la Central Mayorista de Antioquia; se seleccionaron aquellos frutos que no habían alcanzado su índice de madurez final -según la carta de la FAO, hasta un 40% de color amarillo-. La extracción de papaína se realizó utilizando etanol grado analítico marca Merck.

Métodos

Caracterización de la fruta. Las frutas fueron aleatorizadas para disminuir el porcentaje de error y fueron caracterizadas fisicoquímicamente (peso, altura, pH, sólidos solubles y acidez titulable), de acuerdo con los métodos reportados en la AOAC, 2007.

Extracción de la enzima. Inicialmente se efectuó la limpieza y desinfección de las papayuelas; seguido a esto, se separó la corteza de la fruta en delgadas capas evitando tomar parte del fruto, se cortaron en pequeños trozos y según el peso obtenido de la cáscara por papayuela se distribuyeron en los vasos de precipitación adicionando a cada uno un peso aproximado de 6g. La extracción se inició con la adición de 13.5mL de etanol analítico a cada vaso de precipitación que contenía las cáscaras y posteriormente fue llevado a un microondas SAMSUNG de 1300W, durante 30 s y 390 W en tres momentos para completar una cantidad total de 40.5mL del solvente por beaker. La solución obtenida fue

filtrada y rotoevaporada en un equipo BÜCHI R-114 a 60°C durante 45 minutos aproximadamente. Finalmente, se calculó el porcentaje de rendimiento mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Rendimiento de extracción} = \frac{\text{Peso de extracto obtenido (g)}}{\text{Peso de corteza por fruta(g)}} \times 100$$

Análisis de textura de la carne bovina. Para tener información precisa sobre las variaciones de textura (ablandamiento de la carne corte posta, por el contacto del extracto) se realizaron mediciones de textura mediante un análisis de perfil de textura (TPA), usando un texturometro *TA-XT2i* (Stable Micro Systems), provisto con una celda de carga de 50kg y un plato de compresión de 100mm de diámetro. Las condiciones de operación fueron: velocidad de pre-ensayo 9mm/s, velocidad de ensayo 10mm/s, velocidad pos-ensayo 10mm/s, compresión de la altura del producto 80% y tiempo entre compresión de 0.8s (Durán, 2001).

Las dimensiones de las muestras fueron 20±3mm de diámetro por 15±3mm de altura. Los parámetros de TPA se determinaron de la gráfica fuerza frente a tiempo, suministrada por el software Texture Expert Exceed, versión 2.54 (figura 1).

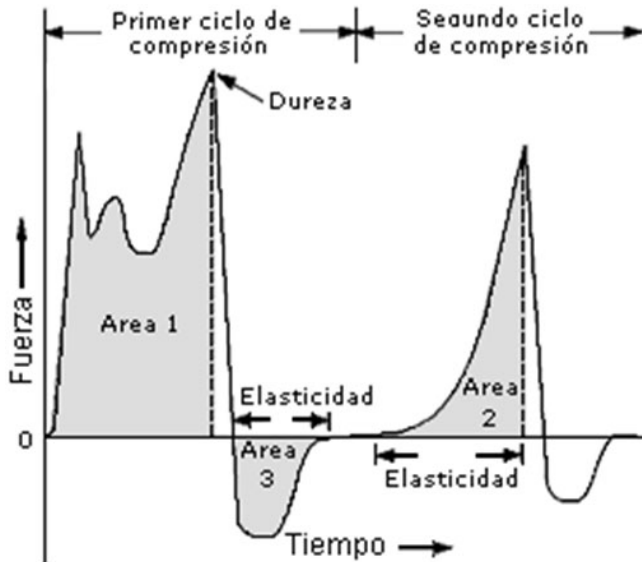


Figura 1. Curva generalizada análisis de perfil de textura (TPA)

Fuente: software Texture Expert Exceed, versión 2.54

Se realizó una doble compresión unidireccional en la parte superior del producto y, a partir de la figura anterior, se obtuvo la dureza como el punto más alto del primer ciclo de compresión y se expresó en gramos. La cohesividad se evaluó como la relación entre el área de la segunda (área 2) y la primera (área 1) compresión; el área

negativa después de la primera compresión (área 3) se definió como adhesión, la altura entre el fin de la primera y el inicio de la segunda compresión se expresó como elasticidad, la gomosidad fue el producto de la dureza por la cohesión y la elasticidad se determinó como masticabilidad, la cual representa el trabajo necesario para masticar un alimento hasta que esté listo para ser deglutido (Demonte, 1995; Durán, 2001).

Análisis estadístico. Para el análisis de los datos se empleó un Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor con prueba de rangos múltiples de Duncan. Se utilizó un nivel de confianza del 95%, y un nivel de potencia para detectar diferencias significativas del 85% en el análisis de varianza, con el programa Statgraphics Centurion, licencia amparada por la Corporación Universitaria Lasallista.

■ **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Caracterización de la fruta.

En la tabla 1 se muestran los resultados del análisis fisicoquímico de la papayuela.

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de la papayuela.

ANÁLISIS	PAPAYUELAS				PROMEDIO
	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	
Peso (g)	443.6	453.6	433.85	407.6	434.66±19.76g
Altura (cm)	13.7	14.1	13.5	13.55	13.71±0.39cm
% Índice de madurez	20-25	40	40	20-25	—————
pH	6	6	5	5-6	5.625±0.58
Diámetro (cm)	7.8	8.1	8.2	8	8.025±0.17 cm
Grados Brix	8.8	9.53	9.4	8.03	8.94±0.68
Acidez titulable (% ácido cítrico)	0.101	0.094	0.114	0.107	0.104±0.05

Extracción de la enzima.

La tabla 2 muestra los resultados del porcentaje de rendimiento obtenido después de la rotoevaporación.

Tabla 2. Rendimiento de los extractos obtenidos después de la rotoevaporación.

	PAPAYUELAS			
	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4
Masa de la cáscara (g)	54.52	61.14	41.28	45.20
Masa de extracto (g)	17.5	12	7	12.8
Rendimiento %	32.1	19.63	16.96	28.32

Como se observa en la tabla 2, se obtuvo mayor rendimiento de extracción en la papayuela N° 1, y haciendo una relación con los parámetros fisicoquímicos evaluados se puede establecer una relación directamente proporcional con respecto al porcentaje de índice de madurez, la masa de la cáscara y la cantidad del extracto. Además, según las fuentes bibliográficas consultadas, las papayuelas están dentro del rango de pH al cual se obtiene mayor rendimiento de extracción (Daliya, 2005).

Análisis de textura de la carne bovina

En la figura 2 se muestran los resultados del TPA analizados a los diferentes tiempos propuestos: 0, 5 y 10 min.

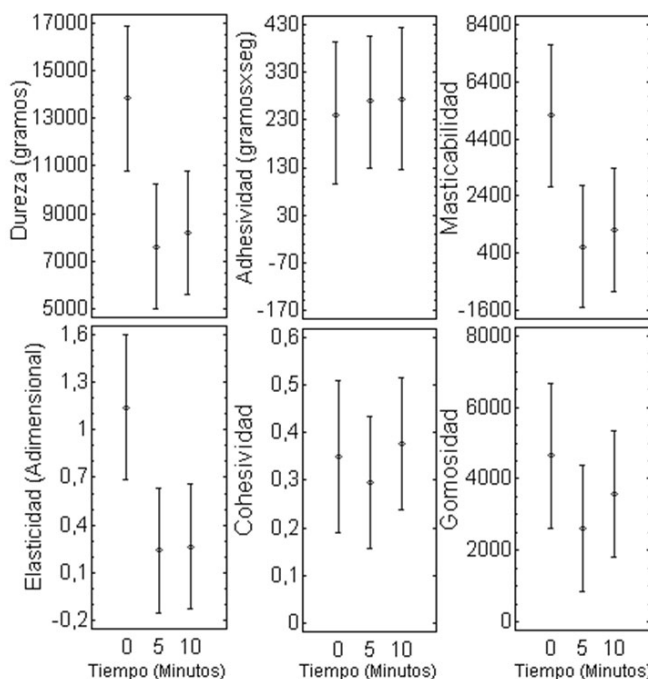


Figura 2. TPA frente a tiempo (minutos)
Fuente: programa Statgraphics Centurion

Respecto a las variables respuesta evaluadas en el prueba de TPA, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) a medida que transcurre el período de almacenamiento en la dureza y elasticidad. Caso contrario sucedió con la cohesividad, adhesividad y gomosidad, las cuales no fueron significativas ($p > 0.05$) respecto al tiempo.

En la figura 2, se observa cómo la dureza y la elasticidad son mayores a los 0 minutos, pero entre 5 y 10 minutos no presentaron diferencias significativas y los resultados fueron menores respecto a los 0 minutos.

La dureza en la carne es menor entre 5 y 10 minutos al dejar la enzima actuando. Esto se debe posiblemente al rompimiento de las paredes celulares de la carne, ya que ataca por proteólisis las fibras musculares y los compuestos del tejido conectivo, logrando así un relajamiento en los enlaces peptídicos de las proteínas.

CONCLUSIÓN

Esta investigación demuestra que es posible desarrollar un método diferente de extracción y mejorar eficiencia con una sola fase, el cual permite que haya una disminución en la exposición de la enzima; caso contrario con los actuales procesos que constan hasta de tres fases lo que puede ocasionar disminución en la actividad enzimática y su posterior efecto en las aplicaciones que tiene la papaína.

El método de extracción de papaína por microondas es viable, ya que se pudo comprobar por medio del análisis de perfil de textura que el extracto obtenido puede ablandar la carne hasta un 50%.

AGRADECIMIENTOS

A la estudiante del programa de Ingeniería de Alimentos de la Corporación Universitaria Lasallista Paulina Gil Giraldo, que apoyó esta investigación en el transcurso de la misma.

REFERENCIAS

Association of Official Analytical Chemists - AOAC Intl. (2007). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. (18th Ed.). Gaithersburg: AOAC.

Camero R., M. & Fernández, A. L. (1998). Componentes de los alimentos y procesos. En *Tecnologías de los alimentos* (pp. 161-162) (Vol. 2). Madrid: Síntesis, S. A.

Consigli, R. (2001). *¿Qué es la calidad de la carne?* Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/21-que-es_la_calidad_de_la_carne.pdf

Demonte, P. (1995). Evaluación sensorial de la textura y búsqueda de correlaciones con medidas instrumentales. En *Memorias de seminario textura y reología de alimentos*. Cali, Colombia.

Daliya, S. M, Juang, R. S. (2005). Improved back extraction of papain from AOT reverse micelles using alcohols and a counter-ionic surfactant. *Biochemical Engineering Journal*, 25: 219-225. Recuperado de la base de datos Science Direct.

Durán, L. & Fiszman M. S. (2001). Propiedades mecánicas empíricas. En JD. Alvarado (Ed.) & JM. Aguilera (Ed.), *Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos* (pp. 162-172). España: Acibia S.A.

Papain Marketing (2000). En ADC Commercialisation Bulletin #13 Uganda. Recuperado de www.foodnet.cgiar.org/inform/idea/papain.pdf

Fernández, J. A. (2005). Plan de negocio para la producción de papaína en la séptima

región. Recuperado de: <http://dspace.usalca.cl/retrieve/2978/JFernandezD.pdf>.

Galindo, T. & Hernandez, R. (2009). Proteolytic activity in enzymatic extracts from Carica papaya L. cv. Maradol harvest by-products. *Process Biochemistry*, 44, 77-82. Recuperado de base de datos Science Direct.

Guerrero, I. (2002). Productos Cárnicos. En M. García (Ed.) & R. Quintero (Ed.), *Bioteología Alimentaria* (4a. ed.). México: Limusa Noriega.

Lewis, M. J. (1993). Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado. En *Mecanismos de transferencia térmica*. España: Acribia, S.A.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Producción. Recuperado de <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> Peterson, E. Papaína: Ayuda Digestiva Propia de la Naturaleza. Recuperado en: <http://healthlibrary.epnet.com>.

Rincón, M. & Meneses, O. (1995). Inmovilización de la papaína. Tesis para optar el título de Ingeniero químico. Universidad de Antioquia. Medellín.

Rossi, L. Industria de la papaína: ¿Un negocio papaya?. Recuperado de: <http://www.upch.edu.pe/facien/dcbf/bioaplicada/PAPAINA.ppt#269,7,LA PAPAINA>.

Whitaker, J. (2000). Proteolytic Enzymes. En *Handbook of food enzymology* (pp. 999-1012). New York Basel: Marcel Dekker, INC.