

## GELATINA ADICIONADA CON MICROCÁPSULAS DE INGREDIENTES BIOACTIVOS DE MAMEY (*Pouteria sapota*)

K. Velázquez-Paulín<sup>a</sup>, A. Reyes-Munguía<sup>a\*</sup>, M. L. Carrillo-Inungaray<sup>a</sup>, B. Alvarado-Sanchez<sup>a</sup> y R. Campos-Montiel<sup>b</sup>.

<sup>a</sup>Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. <sup>b</sup>  
Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.  
\*abigail.reyes@uaslp.mx

### RESUMEN:

El estrés oxidativo es un problema para la salud de los seres vivos, la industria de los alimentos busca el desarrollo de alimentos funcionales que aporten un beneficio a la salud, además de las propiedades nutricionales que brindan los alimentos naturales. Existen gran cantidad de compuestos antioxidantes que se emplean para el control del estrés oxidativo e, una alternativa sería el fruto del mamey. El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad antioxidante y encapsular los compuestos activos, incorporando estos a una gelatina. Los parámetros determinados fueron: potencial redox, fenoles totales, DPPH, ABT'S. Obteniendo un % de inhibición de radicales libres de 77.71%, 71.10% y 31.18% para cáscara, semilla y pulpa respectivamente. En el proceso de encapsulación la efectividad de las gomas fue: goma arábica para muestras de cáscara y pulpa, maltodextrina en semilla. Los resultados *in vitro* tienen un % de inhibición de ERO's para cáscara de 83.75%, semilla 81.36% y 69.31% en pulpa, obteniendo mejores resultados en combinación de cáscara-semilla-pulpa con 90.90% de inhibición a la producción de ERO's. En los resultados de los ensayos *in vivo* se obtuvo una disminución de ERO's de 24.1% y 21.4% a las 2 y 2.5 h de la administración.

### ABSTRACT:

Oxidative stress is a problem for the health of living beings for that reason the food industry seeks to develop functional foods that provide a benefit to health, and nutritional properties that provide natural foods there are lots of compounds antioxidants that are used for control of oxidative stress in the body, one of these foods is mamey. The aim of this study was to evaluate the antioxidant activity (% inhibition, polyphenols, redox potential, flavonoids) and encapsulated active compounds to prepare a gelatin based thereon, with the results% inhibition of free radicals of 77.71%, 71.10 % and 31.18% for peel, seed and pulp. In encapsulation protection with Arabic gum for peel and pulp samples, and maltodextrin in seed he had. The results showed an *in vitro* inhibition ERO's% to 83.75% shell, seed 69.31% 81.36% and pulp, better results in combination of shell-seed-pulp 90.90% inhibition of the production ERO' s. In the results of *in vivo* tests decreased 24.1% ERO's of 21.4% and at 2 and 2.5 hours was obtained administration.

**Palabras clave:** Antioxidantes, Encapsulación, Mamey (*Pouteria sapota*)

**Keywords:** Antioxidants, Encapsulation, Mamey (*Pouteria sapota*)

**Área:** Alimentos Funcionales

## INTRODUCCIÓN

El mamey (*Pouteria sapota*) pertenece a la familia de las sapotáceas, es un fruto exótico de clima tropical, en México los estados de mayor producción son: Yucatán, Campeche, Morelos y Veracruz, seguidos del Estado de México, Puebla, Guerrero, Oaxaca, San Luis Potosí y Chiapas; el periodo de maduración se da durante los meses de abril y mayo, cultivándose extensamente debido a que brinda una excelente alternativa para ser utilizado en la industria alimentaria (Mahattanatawee *et al.*, 2006), tiene pigmentos principales de carotenoides en cáscara y pulpa, y en semilla se han identificado compuestos bencenoides (Ma *et al.*, 2004). También se han identificado compuestos con actividad antioxidante como ácido gálico, catequina, polifenoles y flavonoides, que juegan un papel importante en la protección contra enfermedades en humanos (Pino *et al.*, 2006). Una desventaja comercial de esta fruta, es la vida de anaquel que es relativamente corta, de uno a tres días después del corte (Díaz, 2006). Por tal motivo se utiliza la técnica de la encapsulación, proceso que evita la degradación prematura de ingredientes bioactivos, que presentan propiedades funcionales (Davidov, 2007) los cuales no son capaces de resistir las heladas ni las sequías por poseer sustancias de fácil oxidación.

Esta investigación tuvo como finalidad medir la actividad antioxidante del mamey (*Pouteria sapota*) para posteriormente utilizar la encapsulación como técnica para conservar los compuestos bioactivos que el fruto brinda, teniendo como resultado que el mamey contiene compuestos con actividad antioxidante (porcentaje de inhibición de radicales libres fue de 77.71%, 71.10% y 31.18% respectivamente para extractos de cáscara, semilla y pulpa de mamey) siendo una opción para contrarrestar el exceso de radicales libres presentes en el organismo, por tal motivo se elaboró una gelatina a base de microcápsulas de mamey, la cual reduce los efectos del estrés oxidativo, lo que podría mejorar la calidad de vida de los seres vivos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Preparación de las muestras

Los frutos fueron recolectados en diversos municipios de la Huasteca Potosina, en el estado de San Luis Potosí, México. Los extractos de mamey (*Pouteria sapota*) se obtuvieron por extracción sólido-líquido.

### Contenido de fenoles totales (Folin-Ciocalteu)

El análisis se realizó conforme a la metodología de Singleton *et al.* (1999).

**Inhibición de radicales libres (DPPH•):** La actividad de los extractos se midió de acuerdo con la metodología descrita por Brand-Williams *et al.* (1995).

**Potencial redox y pH** Se determinaron con ayuda de un electrodo de platino (Orion 927007MD star) conectado a un potenciómetro (Thermo Scientific Orion Dual Star®). Según la metodología de Reyes *et al.* (2009).

**Flavonoides** El análisis se realizó de acuerdo a la metodología descrita por Re *et al.* (1999).

**Radical ABTS**

Según la metodología el radical ABTS•+ de Chuquimia *et al.* (2008).

**Intensidad de color**

Las mediciones se realizaron siguiendo la metodología de Reyes *et al.* 2009).

**Detección de Especies Reactivas de Oxígeno *in vitro***

Se utilizaron CMN de 10 donadores masculinos sanos entre un rango de edad de 20-25 años, siguiendo la metodología de Wang *et al.* (1999).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El fruto de mamey tiene componentes de alto valor nutricional, distinguiéndose su alto contenido en humedad, fibra y carbohidratos, básicamente glucosa, fructuosa y sacarosa (USDA 2012). En la Tabla I se observa la relación del pH con sólidos totales presentando parámetros similares, con excepción de la pulpa con sólidos totales teniendo un valor de 5 °Brix.

**Tabla I.** Determinaciones de pH y sólidos totales de extractos acuosos frescos de diferentes partes del fruto de mamey (*Pouteria sapota*)

Muestra	pH	Sólidos Totales
Cáscara	6.57 ± 0.37	1
Semilla	6.43 ± 0.40	1
Pulpa	6.50 ± 0.37	5

En las determinaciones analíticas de extractos frescos del fruto de mamey, la cáscara presentó un mayor contenido de polifenoles (41.21 mg EAG<sup>1</sup>/L) y flavonoides (0.722 meq. Catequina/g) en comparación con la semilla y pulpa y el porcentaje de inhibición a los radicales libres fue similar para extractos de cáscara (77.71 %) y semilla (71.10 %). En el caso de la medición de la actividad antioxidante por el método de ABTS los valores más elevados fueron para extractos de semilla (68%) y en segundo lugar para cáscara (62%) (Tabla II).

**Tabla II.** Potencial redox, flavonoides, polifenoles, % de inhibición, radical ABTS e intensidad de color de extractos frescos de cáscara, semilla y pulpa de mamey (*Pouteria sapota*)

Muestra	P. Redox	Flavonoides	Polifenoles	% de	Radical ABTS	Intensidad de
Cáscara	237.3 ± 13.56	0.722 ± 0.77	41.21 ± 0.21	77.71 ± 8.33	62.94	0.082 ± 0.25
Semilla	222.4 ± 32.38	0.410 ± 0.21	39.52 ± 0.26	71.10 ± 6.01	68.26	0.146 ± 0.30

Pulpa	206.4 ± 34.06	0.261 ± 0.28	38.57 ± 0.28	31.18 ± 2.73	N.D.	0.031 ± 0.19
-------	---------------	--------------	--------------	--------------	------	--------------

Entre los compuestos antioxidantes, los fitoquímicos son considerados los principales responsables de la actividad antioxidante en extractos vegetales, ya que se encuentran en mayor proporción (Sulaiman *et al.* 2011). En el fruto de mamey, la mayor cantidad de compuestos fenólicos está presente en la cáscara (41.21 mg EAG/L) llegando a ser superiores que los encontrados por Uurrea (2012) en la zanahoria 11.03 mg EAG1/L y en las cáscaras de algunos cítricos como naranja (2.75 mg EAG1/L) y limón (5.68 mg EAG1/L) (Escobar, 2010). La variación entre los resultados obtenidos para el contenido de polifenoles de los diferentes extractos de mamey se debe probablemente a diferencias en la reactividad de cada compuesto fenólico presente en el extracto con el reactivo de Folin-Ciocalteau (Yu *et al.*, 2002).

**Capacidad antioxidante y elección del biopolímero a utilizar.** Los principios activos de cáscara, semilla y pulpa de mamey fueron protegidos con materiales de pared tales como maltodextrina, goma arábiga senegal y goma arábiga seyal por un periodo de 210 días (Figura 1). Para extractos de cáscara el material de pared que mejor protección brindó a los compuestos bioactivos fue goma arábiga seyal, entre tres biopolímeros, el material de pared que mejor protección brindó los extractos encapsulados fue maltodextrina y en cuanto a extractos de pulpa de mamey, el biopolímero que mejor protección brindó a los compuestos bioactivos fue goma arábiga senegal.

**Figura 1.** Cinética de reacción del porcentaje de inhibición de radicales libres frente a los extractos encapsulados de A) Cáscara, B) Semilla y C) Pulpa de mamey (*Pouteria sapota*)

A

B

C

**Capacidad antioxidante de la gelatina de extractos de cáscara, semilla y pulpa mamey (*Pouteria sapota*).**

El alto contenido de polifenoles totales, flavonoides y la capacidad antioxidante mostrada hace que el consumo del fruto de mamey, represente un beneficio a la salud humana y por lo tanto representa una excelente alternativa para ser utilizado como ingrediente en la industria alimentaria. Por lo anterior se elaboró una gelatina a base de extractos encapsulados de mamey, tomándose en cuenta los resultados mostrados en la Tabla III.

**Tabla III.** Determinaciones del porcentaje de inhibición de mezclas de extractos encapsulados de mamey (*Pouteria sapota*).

Mezcla	Polifenoles (mg EAG <sup>1</sup> /L)	% inhibición a los radicales libres
Pul.-Cás.	43.37	45.87
Pul.-Sem.	43.51	48.20
Pul.-Cás.-Sem.	52.05	54

Donde se observa que la mezcla de extractos encapsulados que presentó mayor capacidad antioxidante fue cáscara con semilla y extracto de pulpa (54%), seguida del extracto de semilla con pulpa (43.51 %) y por último cáscara con pulpa (43.37 %) y de igual manera para el contenido de fenoles totales, concordando con Einbon *et al.* (2004) quienes mencionan que la actividad antioxidante se debe principalmente a la presencia de compuestos fenólicos en los alimentos.

**Determinación de Especies Reactivas de Oxígeno (ERO's).**

Inicialmente es necesario investigar *in vitro* las propiedades antioxidantes de cualquier alimento o sustancia natural antes de considerarlo un antioxidante. Si bien es cierto existen diferentes métodos para evaluar la actividad antioxidante, ya sea *in vitro* o *in vivo* que permiten tener una idea aproximada de lo que ocurre en situaciones complejas (Ruiz *et al.*, 2013).

Por lo que en este estudio se evaluó el potencial antioxidante de extractos de mamey (*Pouteria sapota*) en ensayos *in vitro* que permitieron determinar el efecto del tratamiento con los encapsulados de los diferentes tipos de extractos sobre la producción de ERO's.

Estos valores fueron comparados con té verde y QG5 donde se observa que la gelatina a base de extractos encapsulados de mamey presenta mayor % de inhibición de ERO's (89 %) en comparación con té verde (79 %) y QG5 (69 %).

Debido a lo anteriormente mencionado y los resultados favorables obtenidos de los extractos de mamey, se llevó a cabo la realización del experimento *in vivo*; a sujetos aparentemente sanos se les dio a consumir una gelatina con microcapsulas de mamey, midiendo el nivel de ERO's en sangre periférica, obteniendo los resultados mostrados en la Figura 2, la cual muestra el porcentaje de producción de ERO's, todos los valores obtenidos en el tiempo 0 se tomaron como un 100% de la producción de ERO's, después del consumo de la gelatina se observó una disminución de un 23.4 % y 21.3 % ( $p < 0.05$ ) a las 2 y 2.5 hrs respectivamente.

La protección contra enfermedades en humanos como el cáncer y enfermedades cardiovasculares se puede atribuir a un grupo de fitoquímicos antioxidantes denominados flavonoides presentes en el fruto. Teniendo el mamey estos compuestos con actividad antioxidante del tipo flavonoide es una opción para



contrarrestar a los radicales libres presentes en el organismo.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Brand Williams, W., Cuvelier, M. E., & BERSET, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmitte Wissenschaft and Technology*, 22, 25-30.
- Chuquimia, F. A., & Akesson, B. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y la cuantificación de compuestos fenólicos y flavonoidicos de cuatro especies vegetales de la región andina de Bolivia. *Revista boliviana de química*, 25(1): 75-83.
- Cieslik, E. G. (2006). Contents of polyphenols in fruit and vegetables. *Food Chemistry*, 94(6): 135–142.
- Davidov, P. (2007). Microencapsulación de extractos de pepitas de uva para mantener su poder antioxidante e incorporarlos a los alimentos. *5th European Workshop on Food Engineering and Technology*.

- Díaz M. J. 2006. Tesis de “Evaluación de la calidad y vida útil de mamey (*Pouteria sapota*) durante su maduración postcosecha”.
- Escobar, M. B. (2010). Extracción de compuestos fenólicos de las cáscaras de cítricos producidos en México. México: Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Sección de Estudios de Posgrado e Investigación.
- Fabiani G., E. E. (2014). Evaluación del contenido de antioxidantes en extractos convencionales y supercríticos de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.). Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA, 1853-7871.
- Ma J. (2004). Analysis of polyphenolic antioxidants from the fruits of three *Pouteria* species by selected ion monitoring liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal Agrie. Food Chem*, 52: 873-5878.
- Mahattanatawee, K. (2006). Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. *Journal Agrie. Food Chem*, 54(10): 7355-7363.
- Pino, Jorge A., (2006). Volatile components of sapote [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore et Stern] fruit. *Journal of Essential Oil Research*, 18(1): 22-23.
- Re, R. P. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10): 1231-1237.
- Prior, R. &. (2013). Diet antioxidant capacity: relationships to oxidative stress and health,. *American Journal of Biomedical Sciences*, 5(2): 126-139.
- Uurrea Reyes Munguía, A. A., & Vernon Carter, E. (2009). Propiedades antioxidantes del maguey morado (*Rhoeo discolor*) antioxidant properties. *CyTA Journal of Food*, 7(3): 209-216.
- Singleton, V. O., & R.M., L. R. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folinciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152-178.
- Uurrea, V. E. (2012). Modelos cinéticos de degradación de carotenoides, polifenoles y actividad antioxidante durante el secado convectivo de zanahoria (*Daucus carota* V. Nantesa). *Alimentos hoy*, 21(27): 68-101.
- Wang, Y. C. (2008). The flavonoid, carotenoid and pectin content in peels of citrus cultivated in Taiwan. *Food Chemistry*, 106: 277-284