

Determinación de compuestos bioactivos en papaya (*Carica papaya* L., CV. Maradol) en el estado de Colima en dos estados de madurez

J.V. Hernández-Madrigal¹, F.J. Barragán-Vázquez¹, M.C. Calvo-Carrillo², y E.D. Aguilar-Medina¹.
1 Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Químicas, Carretera Colima-Coquimatlán, km 9, C.P. 28400, Coquimatlán. **2** Departamento de Nutrición Animal Dr. Fernando Pérez-Gil Romo, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México, México. juliehdez@ucol.mx

RESUMEN: Actualmente existe la tendencia al consumo de alimentos mínimamente procesados, una alternativa son las frutas y verduras las cuales nos pueden proporcionar diferentes beneficios, como diferentes compuestos fenólicos, vitaminas, fibra dietaria y macronutrientes, por lo que se requiere cuantificarlos, ya que la composición de estos varía dependiendo de la región del país. Entre las frutas tropicales, la papaya es comúnmente cosechada en Colima, de la cual principalmente se consume la pulpa. El objetivo de este estudio fue determinar los compuestos bioactivos (vitamina C, polifenoles y carotenoides totales) en dos estados de madurez de la papaya (*Carica papaya* L., CV. Maradol), así como diferentes análisis fisicoquímicos (color, pH, acidez titulable). Los resultados nos indican un mayor contenido de fibra cruda (0.701 ± 0.5695) y polifenoles totales (1.57 ± 0.007 mg EAG/100g de fruta en materia seca) en el estado de madurez 3; se obtuvieron valores más altos de vitamina C (0.571 ± 0.003) y carotenoides totales (58.003 ± 1.293 µg de carotenoides totales/g de fruta en materia seca) en la papaya con estado de madurez 5, por lo que hay diferencia de los compuestos bioactivos en los estados de madurez comparados.

Palabras clave: *Carica papaya*, compuestos bioactivos, estados de maduración.

ABSTRACT: Currently there is a trend towards the consumption of minimally processed foods, an alternative is fruits and vegetables which can provide us with different benefits, such as different phenolic compounds, vitamins, dietary fiber and macronutrients, which is why quantification is required, since the composition of these vary depending on the region of the country. Among tropical fruits, papaya is commonly harvested in Colima, from which pulp is mainly consumed. The objective of this study was to determine the bioactive compounds (vitamin C, polyphenols and total carotenoids) in two ripening stages of the papaya (*Carica papaya* L., CV Maradol), as well as different physicochemical analyzes (color, pH, titratable acidity). The results indicate a higher content of crude fiber (0.701 ± 0.5695) and total polyphenols (1.57 ± 0.007 mg EAG / 100g of fruit in dry matter) in the ripening stage 3; higher values of vitamin C (0.571 ± 0.003) and total carotenoids (58.003 ± 1.293 µg of total carotenoids / g of fruit in dry matter) were obtained in papaya with ripening stage 5, so there is a difference of the bioactive compounds in the ripening stage compared.

Keywords: *Carica papaya*, bioactive compounds, ripening stage.

Área: Frutas y hortalizas

INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos que aporten diferentes nutrientes a la dieta es requerido para mantener una buena salud, como lo son las frutas y verduras, estos poseen cantidades importantes de micronutrientes y fibra dietaria. Existe evidencia de efectos benéficos a la salud si son incluidos en la dieta, debido a que contienen compuestos bioactivos y presentan actividad antioxidante (Gayosso-García Sancho, Yahia, & González-Aguilar, 2011; Hervert-Hernández, García, Rosado, & Goñi, 2011). Al incluir en la dieta cantidades importantes de frutas incrementa la concentración de antioxidantes en la sangre y tejidos corporales; protegiendo contra el daño oxidativo a las células y tejidos (Yahia, 2009). Entre las frutas tropicales, la papaya es cosechada en México, y comúnmente en Colima, de la cual se consume principalmente la pulpa, también se emplea para preparar diversos productos como licuados o jugos, y algunas personas la emplean en medicina tradicional (Ovando-Martinez *et al.*, 2018). Actualmente en el estado de Colima, de acuerdo con los datos proporcionados por el SIAP (2018), se obtuvo una producción anual de 193, 764 toneladas, ocupando el segundo lugar a nivel nacional,

después de Oaxaca. En el año de 2016, México se ubicó en la quinta posición, con una aportación del 6.2% de la producción mundial (SAGARPA, 2016).

A pesar de conocer los distintos usos y beneficios que proporciona la papaya, se requiere información sobre el contenido de vitamina C, carotenoides y otros compuestos bioactivos importantes, ya que estos varían de acuerdo al lugar, condiciones de cultivo, exposición a la luz del sol, etapa de madurez y manejo post-cosecha (Gayosso-García Sancho *et al.*, 2011). El objetivo de esta investigación fue determinar los compuestos bioactivos (vitamina C, polifenoles y carotenoides totales) en dos estados de madurez en la papaya (estados de madurez 5 y 3), así como características fisicoquímicas (color, pH, acidez titulable).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron papayas de dos estados de madurez (*Carica papaya* L., CV. Maradol) respecto al color de su piel, estado de madurez 5 (totalmente madura M5) y madurez 3 (la mitad del fruto está maduro M3), de acuerdo con la clasificación de Khairul-Ikram *et al.*, (2015); provenientes de un distribuidor comercial en Colima, Colima, México. (Ikram, Stanley, Netzel, & Fanning, 2015)

La preparación de la muestra fue la siguiente, las frutas fueron lavadas con agua clorada y posteriormente se les retiró la piel, se retiraron todas las semillas contenidas en el centro y se partió la pulpa en cubos, enseguida se homogenizó en licuadora para obtener un producto en forma de puré, el cual se guardó en bolsas PBD y se almacenó en un congelador a -20°C (AOAC, método 920.149).

Análisis fisicoquímicos

El color (Hunter Lab Labscan XE), pH (Potenciómetro Hanna Instruments, modelo 211, empleando método 943.02 AOAC, (1999), acidez titulable método 942.15 AOAC (1999), el resultado se expresó como % de ácido málico.

Análisis Químico Proximal (AOAC, 1999).

Se realizó determinación de humedad, estufa de vacío Napco, modelo 5831, (método 930.15); determinación de cenizas, mufla Fisher Scientific, modelo 550-14 (método 940.26) ; determinación de proteína, titulación con HCl 0.1 N en el equipo Kjeltac 2300TM, marca FOSS; determinación de fibra cruda, equipo FibertecTM2010, marca FOSS; determinación de extracto etéreo (EE), equipo Soxtec 2050TM, FOSS, empleando el método 931.20; extracto libre de nitrógeno (por diferencia).

Vitamina C. Se realizó la determinación empleando el método 967.21 (AOAC, 1999). Los resultados se expresaron como mg de ácido ascórbico/g de fruta.

Carotenoides totales. Se determinaron mediante el método descrito por de Carvalho *et al.* (2012), los valores de absorbancia se leyeron a 450 nm en un espectrofotómetro Spectro UV-VIS RS LaboMed.Inc., el contenido de carotenoides se reportó como μg de carotenoides totales/g de fruta en materia seca.

Polifenoles totales. La extracción se realizó mediante el método de Larrauri *et al.*, (1997), con algunas modificaciones; se pesaron 4 g de muestra con 40 ml de solución metanol:agua (50:50, v/v) por 60 minutos a temperatura ambiente (agitador orbital Big Bill, modelo M73625) a velocidad de 200 rpm. Posteriormente se procede a separar el sobrenadante mediante centrifugación a 4000 rpm por 20 minutos (centrifuga marca HETTICH, modelo UNIVERSAL 32). Al residuo se adicionan 40 mL de acetona: agua (70:30, v/v), el sobrenadante se centrifuga a 4000 rpm por 20 minutos, posteriormente se combinan los dos sobrenadantes y se afora a 100 mL con agua destilada.

La determinación de polifenoles totales se llevó a cabo siguiendo el método de Singleton *et al.* (1999), mediante la lectura de la absorbancia a 740 nm (espectrofotómetro Spectro UV-VIS RS LaboMed), se reportó como mg EAG (equivalentes de ácido gálico) /100g de fruta en base seca.

Análisis estadístico. El análisis estadístico se realizó por triplicado, se obtuvo media y desviación estándar de tres repeticiones. Se aplicó la prueba de T-Student para muestras independientes, las diferencias a $p \leq 0.05$ se consideran significativas, se empleó el paquete estadístico IBM SPSS Statistics versión 17.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla I, muestra los resultados de las características fisicoquímicas de la papaya en las dos etapas de madurez, donde se puede observar que los valores de los sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix) fueron mayores en la etapa de madurez 5 (11°) que en la 3 (9°), éste fue menor debido a no se han desarrollado por completo sus azúcares. El pH presenta un valor de 5.36 ± 0.0115 en la etapa 5, y 4.97 ± 0.04 , con una tendencia similar a los datos reportados por Gayosso-García Sancho *et al.*, (2010). En la determinación de acidez la papaya M5 presentó un valor de 0.02 ± 0.0004 y para la papaya M3 un valor de 0.01 ± 0.0004 , por lo que ésta se incrementa conforme aumenta el grado de madurez; Gayosso-García Sancho *et al.*, (2010) en sus trabajos reportó que decrece mientras aumenta el grado de madurez, esta diferencia puede atribuirse al tipo de análisis y como se comentó con anterioridad, a la región donde se cultivó, condiciones de cultivo, exposición a la luz solar, etapa de madurez y manejo post-cosecha (Gayosso-García Sancho, Yahia, Martínez-Téllez, & Gonzalez-Aguilar, 2010).

Se muestra también en la tabla I los valores de la determinación del color de acuerdo con los parámetros L^* , a^* y b^* de la papaya en ambos estados de madurez, en donde se encontraron diferencias significativas para los parámetros de L^* y b^* , el parámetro L^* que va de cero (negro) a 100 (blanco) se observó un valor más alto en M3 que en M5; en cuanto al parámetro b^* , donde los valores pueden ser positivos (amarillo) y negativos (azul) se encontró un valor más positivo para el M3. El valor de a^* incrementó del estado de madurez M3 (30.84 ± 0.3682) al M5 (31.66 ± 0.9007), debido a la maduración de la papaya, ya que cambia a un color anaranjado, de acuerdo con Ovando *et al.*, (2018). (Ovando-Martinez et al., 2018).

Tabla I. Características fisicoquímicas de la papaya M5 y M3.			
Parámetro		M5	M3
SST ($^{\circ}$ Brix)		11	9
pH		5.36 ± 0.0115^a	4.97 ± 0.04^b
Acidez titulable ²		0.02 ± 0.0004^a	0.01 ± 0.0004^b
Color	L^*	34.25 ± 0.5914^a	36.03 ± 0.7707^b
	a^*	31.66 ± 0.9007^a	30.84 ± 0.3682^a
	b^*	40.97 ± 0.6929^a	43.24 ± 0.8099^b

Las determinaciones se realizaron por triplicado y se reporta la media y desviación estándar.

^{a,b}Letras diferentes indican diferencia significativa, $p \leq 0.05$

En la Tabla II muestra los resultados del Análisis Químico Proximal, la papaya es un fruto con alto contenido de agua, por lo que los porcentajes de humedad obtenidos fueron 88.30 ± 0.0509 para M5 y 88.62 ± 0.29 para M3, sin presentar diferencia significativa. Se encontró un valor más alto de fibra cruda (0.701 ± 0.5695) en M3 comparado con el valor de M5 (0.561 ± 0.1062), presentando diferencia significativa. También se encontró diferencia significativa en el valor de las cenizas, obteniendo un valor más alto en M5 (1.118 ± 0.1832) que en M3 (0.79 ± 0.0304). Los resultados se expresaron en g/100 g de fruta fresca. Cabe mencionar que el valor obtenido de extracto etéreo es un valor alto comparado con otros, por lo que posteriormente se confirmará ese dato.

Tabla II. Análisis Químico Proximal (En base húmeda)		
Componente (g/100g)	M5	M3
Humedad (%)	88.30±0.0509 ^a	88.62±0.29 ^a
Proteína cruda	0.59±0.0138 ^a	0.57±0.0138 ^a
Extracto Etéreo	3.5785±1.6196 ^a	0.189 ±0.4627 ^b
Fibra cruda	0.561±0.1062 ^a	0.701±0.5695 ^b
Cenizas	1.118±0.1832 ^a	0.79±0.0304 ^b
Extracto Libre de nitrógeno ¹	5.87	9.13

Las determinaciones se realizaron por triplicado y se reporta la media y desviación estándar.

¹Extracto Libre de nitrógeno por diferencia.

La Tabla III, presenta los valores de las determinaciones de los compuestos bioactivos, donde se obtuvo un valor más alto de vitamina C en la papaya con estado de maduración 5 (0.571±0.003) que en el estado de maduración 3 (0.16±0.0028), esta tendencia concuerda con los datos obtenidos por Gayosso-García Sancho, Yahia, & González-Aguilar (2011).

Los carotenoides totales también tienen una tendencia a aumentar mientras mayor sea el estado de madurez, debido a la síntesis de carotenoides por lo que se observa un aumento en el color amarillónaranja. (Gayosso-García Sancho *et al.*, 2011). Los valores obtenidos fueron de 58.003±1.293 y 41.561±0.3176 µg de carotenoides totales/g de fruta en materia seca para M5 y M3, respectivamente; los valores presentaron diferencia significativa.

Se encontró diferencia significativa en el contenido de polifenoles totales, mostrando un valor más elevado en papaya con menor maduración M3, valor de 1.57±0.007 mg EAG/100g de fruta en materia seca y 0.65±0.033 mg EAG/100g de fruta en materia seca en M5. Esta tendencia concuerda con los análisis realizados por Gayoso-García Sancho *et al.*, (2010). Aunque se puede encontrar diferencias en los valores debido al método empleado para su análisis, así como condiciones de cultivo de la papaya.

Tabla III. Determinación de compuestos bioactivos		
Determinación	M5	M3
Vitamina C ¹	0.571±0.003 ^a	0.16±0.0028 ^b
Carotenoides totales ²	58.003±1.293 ^a	41.561±0.3176 ^b
Polifenoles totales ³	0.65±0.033 ^a	1.57±0.007 ^b

Las determinaciones se realizaron por triplicado y se reporta la media y desviación estándar.

¹mg de ácido ascórbico/g de fruta.

²µg de carotenoides totales/g de fruta en materia seca.

³mg EAG/100g de fruta en materia seca.

Se encontró diferencia significativa en ambos estados de madurez respecto a los tres compuestos bioactivos analizados, en la papaya con estado de maduración más alto (M5) hay mayor contenido tanto de vitamina C, y carotenoides totales, mientras que en la papaya con menor madurez (M3) se encontró mayor presencia de los polifenoles totales. Estos compuestos bioactivos son altamente benéficos a la salud debido a que se caracterizan como antioxidantes naturales, y el consumo de estos podría reducir el indicio de enfermedades cardiovasculares, el riesgo de ciertos tipos de cáncer y otras enfermedades degenerativas; por lo que el consumo de papaya en diferentes estados de madurez nos proporcionará estos beneficios.

BIBLIOGRAFÍA

Gayosso-García Sancho, L. E., Yahia, E. M., & González-Aguilar, G. A. (2011). Identification and quantification of phenols, carotenoids, and vitamin C from papaya (*Carica papaya* L., cv. Maradol) fruit determined by HPLC-DAD-MS/MS-ESI. *Food Research International*, 44(5), 1284–1291. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2010.12.001>

- Gayosso-García Sancho, L. E., Yahia, E. M., Martínez-Téllez, M. Á., & Gonzalez-Aguilar, G. A. (2010). Effect of Maturity Stage of Papaya Maradol on Physiological and Biochemical Parameters. In *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* (Vol. 5). <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2010.194.203>
- Hervert-Hernández, D., García, O. P., Rosado, J. L., & Goñi, I. (2011). The contribution of fruits and vegetables to dietary intake of polyphenols and antioxidant capacity in a Mexican rural diet: Importance of fruit and vegetable variety. *Food Research International*, *44*, 1182–1189.
- Ikram, E. H. K., Stanley, R., Netzel, M., & Fanning, K. (2015). Phytochemicals of papaya and its traditional health and culinary uses – A review. *Journal of Food Composition and Analysis*, *41*, 201–211. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2015.02.010>
- Larrauri, J.A., Rupérez, P., and Saura-Calixto, F. (1997). Effect of Drying Temperature on the Stability of Polyphenols and Antioxidant Activity of Red Grape Pomace Peels. *J. Agric. Food Chem.*, *45*, 1390–1393.
- Official methods of analysts. (1999). In *A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists)* (16th ed.). U.S.A.
- Ovando-Martinez, M., López-Teros, M. V., Tortoledo-Ortiz, O., Astiazarán-García, H., Ayala-Zavala, J. ., Villegas-Ochoa, M. ., & González-Aguilar, G. A. (2018). Effect of ripening on physico-chemical properties and bioactive compounds in papaya pulp, skin and seeds. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, *9*(1), 47–59.
- SAGARPA. (2016). *Planeación Agrícola Nacional 2017-2030*.
- Singleton, V. L. and R. J. J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. *Amer. J. Enol. Vitic.*, *16*, 144–158.
- Yahia, E. (2009). The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health. In *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value and Stability* (pp. 139–163). <https://doi.org/10.1002/9780813809397.ch1>