

Artículo original

# Actividad antioxidante de los extractos alcohólicos de los frutos de las especies *Manilkara achras* (Mill.) Fosberg (níspero); *Averrhoa carambola* L. (tamarindo chino) y *Spondias mombin* L. (jobo).

Antioxidant activity of the alcoholic extract from the species fruit *Manilkara achras* (Mill.) Fosberg (níspero); *Averrhoa carambola* L. (tamarindo) and *Spondias mombin* L. (jobo).

Toloza Luis<sup>1</sup>, Ramírez Jesús<sup>1</sup>, Rondón María<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Farmacognosia y Medicamentos Orgánicos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, 5101.

Recibido: febrero de 2022 –Aceptado: mayo de 2022

## RESUMEN

*Manilkara achras* (Mill.) Fosberg, *Averrhoa carambola* L y *Spondia mombin* L, son futas extensamente cultivadas en diversos países tropicales del mundo. El jugo de estas frutas posee un poder nutricional y antioxidante bastante importante ya que son fuente natural de vitaminas, minerales, fibras y compuestos polifenólicos como taninos y flavonoides. Debido a que la presencia de compuestos fenólicos está estrechamente relacionada con el poder antioxidante de frutas y verduras, en este trabajo cuantificamos la cantidad total de compuestos fenólicos mediante el método de Folin-Ciocalteu, encontrándose los siguientes valores, *M. achras*  $100,2 \pm 0,009$ ; *A. carambola*  $102,7 \pm 0,001$  y *S. mombin*  $103,7 \pm 0,027$  mg EAG/100 g peso seco de extracto. Estos resultados guardan concordancia con la evaluación fitoquímica cualitativa realizada a los extractos alcohólicos de estas tres especies, en los cuales la presencia de compuestos tánicos se evidenció marcadamente. Además; compuestos como alcaloides, triterpenos, cumarinas, antraquinonas, flavonoides y glicósidos también fueron observados. Cuando se analizó el poder

antioxidante de los tres extractos etanólicos mediante el método empleando DPPH, la menor  $IC_{50}$  se observó en los frutos de *M. achras* ( $1,030 \pm 0,032$  mg/mL) seguido por *S. mombin* ( $1,366 \pm 0,054$  mg/mL) y finalmente *A. carambola* ( $2,807 \pm 0,053$  mg/mL). Estos resultados asoman la posibilidad de incentivar el cultivo y un mayor consumo de estos frutos entre la población venezolana. Una evaluación acerca del valor nutricional de estos frutos; así como del momento más apto para la cosecha en relación al contenido de compuestos polifenólicos debería realizarse en futuras investigaciones.

## PALABRAS CLAVES

Actividad antioxidante, frutos, *Manilkara achras*, *Averrhoa carambola*, *Spondia mombin*

## ABSTRACT

*Manilkara achras* (Mill.) Fosberg, *Averrhoa carambola* L. y *Spondia mombin* L, are widely cultivated fruits in various tropical countries of the world. The juice of these fruits has a very important nutritional and antioxidant power since they are a natural source of vitamins, minerals, fibers and

polyphenolic compounds such as tannins and flavonoids. Because the presence of phenolic compounds is closely related to the antioxidant activity of fruits and vegetables, in this work, we quantified the total amount of phenolic compounds using the Folin-Ciocalteu method, finding the following values, *M. achras*  $100.2 \pm 0.009$ ; *A carambola*  $102.7 \pm 0.001$  y *S mombin*  $103.7 \pm 0.027$  mg EAG/100 g dry weight of extract. These results are in agreement with the qualitative phytochemical evaluation carried out on the ethanolic extracts, in which the presence of tannic compounds was markedly evidenced. Furthermore, compounds such as alkaloids, triterpenes, coumarins, anthraquinones, flavonoids and glycosides were also observed. The values of  $IC_{50}$  observe to antioxidant activity using DPPH reactive were *M achras*  $1.030 \pm 0.032$  mg/mL; followed by *S mombin*  $1.366 \pm 0.054$  mg/mL and finally *A carambola*  $2,807 \pm 0.053$  mg/mL. These results show the possibility of encouraging the cultivation and greater consumption of these fruits among the Venezuelan population. An evaluation of nutritional value of these fruits; as well as the most suitable time for harvest in relation the content of polyphenolic compounds should be carried out in future research.

## KEY WORDS

Antioxidant activity, fruits, *Manilkara achras*, *Averrhoa carambola*, *Spondia mombin*

## INTRODUCCIÓN

Numerosos estudios epidemiológicos han demostrado que la ingesta de frutas y verduras en la dieta diaria puede reducir la incidencia de algunas enfermedades tales como cáncer [1], enfermedades cardiovasculares [2], artritis [3], hipertensión, enfermedades oculares [4]; entre otras.

Estos efectos están relacionados principalmente con la presencia de vitaminas C y A, betacarotenos, flavonoides y compuestos fenólicos; los cuales pueden ayudar a reducir el estrés oxidativo celular debido a la capacidad que tienen estas sustancias de atrapar radicales libres [5]. Adicionalmente, las

frutas son una fuente importante de fibras, minerales, carbohidratos, aminoácidos, proteínas y otra clases de vitaminas; por lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas, mejor conocida como FAO, por sus siglas en inglés (Food and Agriculture Organization), han promovido el consumo de frutas y verduras en sus programas de salud alimentaria [6].

Aunque no hay precisión sobre el tipo ni la cantidad óptima de frutas que deben ser consumidas diariamente para mantener la salud humana, numerosas investigaciones se siguen desarrollando para lograr establecer un patrón de consumo de frutas entre la población mundial [7].

Debido a que Venezuela es un país tropical y con una amplia variedad de frutas, existe una fuerte costumbre en la población venezolana por el consumo de frutas bajo distintas presentaciones tales como jugos, mermeladas, yogures, merengadas, helados, postres, etc. Es por esto, que en esta investigación, se analizó la capacidad antioxidante de tres frutos que son tradicionalmente consumidos en el país. *Manilkara achras* (Mill.) Fosberg (Níspero), *Averrhoa carambola* L. (Tamarindo Chino) y *Spondias mombin* L. (Jobo), a los fines de aportar datos sobre los beneficios para la salud del consumo de estos frutos.

*Manilkara achras* (Mill.) Fosberg, pertenece a la familia Sapotaceae, la cual está compuesta por unos 40 géneros y alrededor de 700 especies con distribución Pantropical, siendo la mayoría, árboles tropicales [8,9]. Esta especie, se cultiva extensamente en India, México, Estados Unidos, Centroamérica (El Salvador, Honduras, Costa Rica y Guatemala) y en Suramérica (Brasil, Ecuador, Colombia y Venezuela) [10].

Concretamente, en la India, el cocimiento de los frutos de esta especie se emplea como antidiarreico y es muy útil en afecciones bronquiales. Estos usos están relacionados con el alto contenido de compuestos fenólicos tanto en la cáscara como en la pulpa del fruto [11]. Además, estudios *in vitro* revelan que los frutos poseen una importante actividad antioxidante [12], antimicrobiana [13], antiinflamatorio [14] y antitumoral [15].

Estudios fitoquímicos sobre el fruto de *M. achras* demuestran la presencia de flavonoides

como quercetina, catequinas, epicatequinas y canferol; taninos como ácido gálico y ácido elágico; carotenoides como el licopeno, ácidos como el cinámico, ferúlico, clorogénico [11] y triterpenos y saponinas. Además presentan un alto valor nutricional debido al contenido de proteínas, azúcares reductores y minerales como hierro, fosforo, calcio, magnesio, sodio, potasio y vitaminas A y C [16].

El fruto de *M. achras* puede ser ovalado, achatado, de forma elipsoidal de unos 7-9 cm de ancho. La cáscara puede ser dura cuando esta inmadura de color marrón, que luego ablanda cuando se va haciendo maduro. La pulpa del fruto es de color marrón amarillento (figura 1) [17].

Tamarindo chino (*Averrhoa carambola* L.) es un árbol perenne perteneciente a la familia Oxalidaceae, conformada por 950 especies, entre ellas, 10 pertenecientes al género *Averrhoa* L. Muchas especies de esta familia destacan por su potencial actividad antioxidante [18]. Aunque es nativa de Malasia, es ampliamente cultivada en el sureste de Asia, India y en Suramérica (Bolivia, Brasil, Colombia, Perú y Venezuela) [19].

Tanto las raíces, corteza, hojas y frutos de esta especie han sido utilizada en medicina tradicional en Brasil, China, Malasia entre otros para tratar distintas afecciones. En Malasia por ejemplo; el cocimiento de los frutos se utiliza para tratar la fiebre, vómitos, aftas y angina [20]; mientras que en Sri Lanka, los frutos de *A. carambola*, son usados para el tratamiento de la diabetes mellitus debido al efecto hipoglucemiente que poseen [21]. En Brasil, el jugo de los frutos ha sido utilizado para prevenir la diabetes, hipertensión y algunas enfermedades del tracto urinario [22]. En la India, es empleado el cocimiento de los frutos para tratar la diarrea y las hemorragias por hemorroides [23].

El alto valor nutricional de los frutos de *A. carambola*, los convierte en un alimento bastante apreciado en numerosos países, y en consecuencia con una alta comercialización del

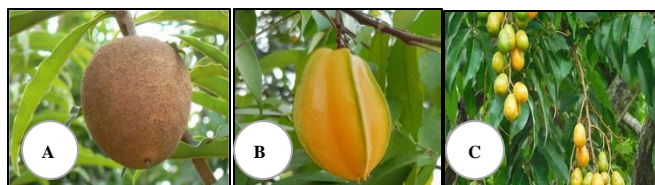
mismo. El jugo de la fruta contiene vitaminas A, C, B1 y B2; potasio, fósforo, magnesio, calcio, sodio, zinc, cobre y manganeso. Además posee importantes cantidades de celulosa, hemicelulosa y pectinas involucradas en el control de los niveles de azúcar en sangre [24].

Una extensa revisión sobre la fitoquímica y propiedades farmacológicas de los frutos de *A. carambola* realizada por Luan y colaboradores en 2021 [19], demuestra que flavonoides, terpenos, compuestos fenólicos, cumarinas, lignanos y fenilpropanoides son los principales metabolitos secundarios presentes. Asimismo; esta revisión demuestra que varios usos tradicionales dados a estos frutos en diferentes países han sido comprobados mediante estudios *in vitro*. Así, la actividad antioxidante, hipoglucemiente, antitumoral, hiperlipidémica, antiinflamatoria, hepatoprotectora, antihipertensora y antimicrobiana han quedado demostradas.

El fruto de *A. carambola* es una baya de forma ovoide o elipsoidal de sección transversal estrellada, mide de unos 8-15 cm de longitud, es de color amarillo, que presenta entre 3 y 5 costillas bien marcadas. La cáscara es lisa y cerácea. Su pulpa es de color amarillo claro, de sabor ácido, jugosa y crocante (figura 1) [25].

Jobo (*Spondias mombin* L.) pertenece a la familia Anacardiaceae, crece extensamente en las zonas tropicales de Centro y Suramérica, y también en Asia y África. Sus frutos tienen un alto valor comercial ya que su sabor y aroma son muy agradables por lo que se aprovecha en la preparación de jugos y mermeladas. En Venezuela, el mayor consumo de estos frutos se da en la zona oriental del país donde se preparan diferentes postres y helados a partir de la pulpa de la fruta.

El fruto de *Spondias mombin* es una drupa ovoide llegando a medir entre 3-5 cm de longitud, de piel suave y amarilla y sabor agridulce (figura 1)[26].



**Fig. 1.** Frutos de *Manilkara achras* (A); *Averrhoa carambola* (B) y *Spondias mombin* (C) (Fuente: www.google.com)

Esta fruta posee un contenido nutricional importante ya que es rica en minerales tales como potasio, sodio, magnesio, fósforo, manganeso, calcio, cobre, hierro y aluminio. Adicionalmente, la presencia de un alto contenido de carotenoides también ha sido detectada en estos frutos [27].

El cocimiento de las hojas, corteza y frutos de *S mombin* ha sido útil en casos de diarrea, vómito, fiebre, también como antimicrobiano y diurético [28]. Debido a que la presencia de compuestos fenólicos en los frutos está fuertemente relacionada a la capacidad antioxidante de los mismos, en este estudio se evaluó la cantidad de fenoles totales y poder antioxidante de los extractos de tres frutos consumidos frecuentemente por la población venezolana. Con esta investigación, esperamos poder contribuir al conocimiento del poder antioxidante de estos frutos que se cultivan en Venezuela, ya que hasta el momento no se ha reportado en la literatura científica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Material vegetal:** Los frutos de las especies *Manilkara achras* (Mill.) Fosberg, *Averrhoa carambola* L. y *Spondias mombin* L., fueron recolectados en enero de 2019 en la localidad El Pao de Puerto Ordaz, Ciudad Guayana, Estado Bolívar, Venezuela. Fueron seleccionados completamente sanos y maduros e identificados por el Ingeniero Juan Carmona Arzola, empleando como muestras testigos las especímenes depositadas en el Herbario Luis Ruiz Terán de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes.

**Preparación de los extractos:** Los frutos fueron debidamente lavados y troceados para eliminar las semillas. El material fresco fue desecado mediante estufa a 40°C y posteriormente molido. La extracción de este material se realizó por maceración hasta agotamiento empleando etanol. Cada extracto fue filtrado y concentrado hasta total sequedad empleando rotavapor al vacío. Los extractos obtenidos fueron pesados y mantenidos en refrigeración a 4°C en envases de vidrio herméticamente cerrados y rotulados hasta el desarrollo de los análisis.

**Tamizaje fitoquímico:** Los extractos crudos fueron cualitativamente evaluados para determinar la presencia de alcaloides, flavonoides, fenoles, saponinas, antraquinonas, triterpenos, esteroides, taninos, cumarinas y glucósidos, de acuerdo a la metodología estándar empleada para este fin [29]. Los cambios de coloración o formación de precipitados fueron usados para indicar una respuesta positiva a las pruebas empleadas.

**Determinación del contenido total de fenoles:** La cuantificación de fenoles totales de cada extracto se realizó mediante el método colorimétrico empleando el reactivo de Folin-Ciocalteu [30]. 1 mL de cada extracto previamente diluido en etanol, fue mezclado con 0,5 mL de una solución del reactivo de Folin-Ciocalteu a una concentración  $6,0 \times 10^{-5}$  mM, dos minutos después se añadió 8 mL de una solución de carbonato de sodio 0,7 M. La mezcla fue dejada en reposo a temperatura ambiente por 30 minutos. La absorbancia fue medida empleando un espectrofotómetro UV-visible marca Genesys 10 Bio a 760 nm. La curva de calibración se realizó preparando una solución standard de ácido gálico a 10, 20, 25, 40, 50 mg/mL. Los resultados fueron expresados en mg/equivalentes de ácido gálico (EAG) / 100 g de peso seco del extracto a partir del uso de la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido} = \frac{\text{Cex} * \text{Vex}}{\text{Pm}} * 1000$$

Donde: Pm es el peso de la muestra utilizado, Vex es el volumen de extracto utilizado y Cex la concentración encontrada en el extracto. Estos ensayos fueron realizados por duplicado.

**Actividad antioxidante:** La capacidad antioxidante de cada extracto fue medida empleando el método descrito por Lai [31]. 2,8 mL de una solución metanólica de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) a  $6 \times 10^{-2}$  mM fue adicionado a 200 µL de las diluciones a 15, 30, 60, 125, 250 y 500 µg/mL, de cada extracto preparadas a partir de una solución stock de 4 mg/mL. Cada mezcla fue agitada empleando un vortex y mantenida en oscuridad por 30 minutos. La absorbancia fue medida empleando un espectrofotómetro

UV-visible marca Genesys 10 Bio a 517 nm. Como control negativo se empleó una solución de 2,8 mL de DPPH en 200 µL de metanol; mientras que como referencia estándar de sustancia antioxidante, se empleó una solución de ácido ascórbico a una concentración de 176 mg/mL. Los resultados fueron expresados en porcentaje de inhibición (% I) y fueron calculados siguiendo la siguiente ecuación [31]:

$$\%I = \frac{Abs_{DPPH} - Abs_{Muestra}}{Abs_{DPPH}} * 100$$

La concentración necesaria para obtener el 50% de la capacidad máxima de captación de radicales libres (IC<sub>50</sub>) se calculó mediante regresión lineal. Los datos se reportan por triplicado

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del tamizaje fitoquímico realizado a los extractos etanólicos de las especies *Manilkara achras* (Mill.) Fosberg, *Averrhoa carambola* L. y *Spondias mombin* L., se muestran en la Tabla 1.

Como se puede apreciar en la Tabla 1, los taninos, alcaloides, glicósidos y flavonoides se observaron en todos los extractos de forma abundante y moderada. Así, un precipitado negro azulado cuando se agregó una solución de cloruro férrico al 5%, indicó la presencia de taninos en todas las muestras, lo cual se confirmó con la formación de un precipitado copioso blanco cuando se empleó una solución de gelatina al 1%. Aunque poco frecuente en frutos, las pruebas utilizadas para la determinación de alcaloides resultaron positivas en todas las muestras. Los frutos de *Averrhoa carambola* han dado positivo a la prueba de alcaloides en otras investigaciones previamente reportadas en la literatura [18]. El test para triterpenos empleando el reactivo Salkowski mostró la positividad en todos los casos con la formación de una coloración rojiza en todas las muestras; mientras que las antraquinonas estuvieron presente en *Spondias mombin* y *Averrhoa carambola*; y las cumarinas solo se observaron en el extracto de *Spondias mombin*. No se evidenció la presencia de saponinas en ninguno de los extractos analizados.

TABLA 1.

Tamizaje fitoquímico de los extractos alcohólicos de los frutos de *Manilkara achras*, *Averrhoa carambola* y *Spondias mombin*

Muestras	Alcaloides			Flavonoides		Saponinas	Cumarinas
	RD	RM	RW	RS	NaOH 10%	Espuma	NH <sub>4</sub> OH/UV
<i>Averrhoa carambola</i>	++	++	++	-	+++	-	-
<i>Manilkara achras</i>	++	+	++	+	+++	-	-
<i>Spondias mombin</i>	++	++	+	-	+++	-	+
Muestras	Glicósidos	Triterpenos y esteroides		Taninos		Antraquinonas	
	RK-K	RS*	RL-B	FeCl <sub>3</sub> 5%	RG	RB	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
<i>Averrhoa carambola</i>	+++	+	-	++	+++	-	++
<i>Manilkara achras</i>	+++	+	-	+++	+++	-	-
<i>Spondias mombin</i>	+++	+	-	++	+++	+++	+

(-): ausente; (+): escaso; (++): moderado; (+++): abundante

RD: Reactivo de Dragendorff; RM: Reactivo de Mayer; RW: Reactivo de Wagner; RB: Reactivo de Bortrager; RS\*: Reactivo de Salkowski; RL-B: Reactivo Lieberman-Bouchard; RG: Solución de Gelatina 1%; RK-K: Reactivo Keller-Killiani

**Contenido total de fenoles:** El contenido total de compuestos fenólicos en cada extracto fue determinado usando la ecuación de regresión lineal empleando ácido gálico como patrón estándar ( $y=0,0251x-0,1211$ )  $r^2=0,9944$ . Los resultados se muestran en la Tabla 2. Todos los extractos

mostraron presencia de sustancias tánicas tal como se evidenció en las pruebas de tamizaje fitoquímico empleando una solución de cloruro férrico al 10% y una solución de gelatina al 1%. Llama la atención que las tres muestras mostraron un contenido fenólico muy similar en el rango de

100,2 y 103,7 mg equivalente de ácido gálico (GAE)/100 g de extracto seco.

**TABLA 2.**

Contenido total de fenoles de los extractos alcohólicos de los frutos de *Manilkara achras*, *Averrhoa carambola* y *Spondias mombin*

Muestra	FT mg EAG/100 g peso seco de extracto
<i>Averrhoa carambola</i>	102,7 ±0,001
<i>Manilkara achras</i>	100,2 ±0,009
<i>Spondias mombin</i>	103,7 ± 0,027

Haciendo una revisión bibliográfica sobre la cuantificación del contenido total de fenoles (CTF) presentes en estos frutos que crecen en países tropicales, se encontraron algunas similitudes, y en otros casos, diferencias significativas con respecto a los hallados en nuestra investigación. Por ejemplo; los valores del CTF en los frutos de *Achras sapota* L.(syn. *Manilkara sapota*) que crece en la India fueron 134,6 ±4,5 [12b] y 115,14±3,2 [32]; mostrando similitud a los encontrados en nuestra investigación; mientras que los hallados en aquellos frutos provenientes de Malasia fue de tan solo 23,01 ± 0,09 mgEAG/100g [12<sup>a</sup>], significativamente más bajos a los encontrados en el caso de frutos que crecen en Venezuela.

Cuando se revisó el CTF reportados para los frutos de *A. carambola*, pudimos observar que el valor hallado para el extracto etanólico de los frutos recolectados en Venezuela son significativamente mayores que los encontrados en los extractos etanólicos de los frutos recolectados en Brasil (33,39±0,35 mgEAG/100 g) [33] y que los recolectados en Malasia (72,42 ±2,98 mgEAG/100g) [18], pero mucho menor que el reportado también en otra región de Malasia (234,89±19,85 mgEAG/100g) [34]. En relación a este último resultado, es importante resaltar que los autores analizaron la variación del contenido total de fenoles de los frutos en relación al tiempo desde que se preparan los extractos y el momento del análisis cuantitativo del contenido de fenoles totales, y pudieron determinar cambios importantes en el valor del CTF, ya que la concentración inicial de fenoles totales (234,89±19,85 mgEAG/100g) disminuyó un 44% a la novena semana y un 63% hasta la semana número 13 después de haberse preparado dicho extracto. Estos resultados sugieren que la cuantificación de esta clase de metabolitos

debería realizarse durante los siguientes primeros días después de recolectados los frutos para tener un valor más aproximado al que realmente contienen dichos frutos.

Con respecto a los valores del CTF de los frutos de *S. mombin* reportados en la literatura, se evidenció que los valores obtenidos en la presente investigación fueron significativamente diferentes a los reportados por Reyes-Munguía y colaboradores a partir de los frutos recolectados en San Potosí (México), (57,92±0,05 mg EAG/L) [35], Tiburski en Brasil (260 mg EAG/100 g) [27]; Abiodum y colaboradores en Nigeria (239,50 ±7,9 mg EAG/g) [28] y Silva y colaboradores en Ceará, Brasil quienes reportaron valores que oscilan entre 34 ±0,4 y 128 ±0,5 mg EAG/g dependiendo de la época de recolección del fruto [36].

Existen factores medio ambientales tales como la temperatura, clima, tipo de suelos, entre otros; que puede influir en la cantidad de compuestos fenólicos encontrados en los frutos recolectados en las diferentes localidades. Pero además; existen también otros elementos tales como el estado fisiológico del fruto al momento de la recolección, lo cual repercute en la cantidad de compuestos fenólicos cuantificados. Una evidencia de este hecho fue demostrada por Silva y colaboradores, en un análisis fitoquímico realizado sobre los frutos de *S. mombin* recolectados en diferentes periodos de madurez de los frutos. Se observó que la cantidad de fenoles decae a medida que el fruto va madurando y adquiere una consistencia más blanda. Esto mismo ha sido observado para el contenido total de vitamina C en la pulpa de *S. mombin* [36]. El contenido de fenoles suele ser mayor en frutos inmaduros ya que este tipo de metabolitos está relacionado el mecanismo de defensa para la protección de los frutos inmaduros que permitan su crecimiento y maduración [37]. Por otro lado, una disminución del contenido total de fenoles en los frutos mejora las características sensoriales de los mismos ya que se percibiría menor astringencia al momento de ser consumidos [38].

**Actividad antioxidante:** La evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de *A. carambola*, *S. mombin* y *M. achras* se desarrolló empleando el reactivo DPPH

(2,2-difenil-1-picrilhidrazilo). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3. Los valores de inhibición de los extractos fueron expresados a la concentración de 4 mg/mL.

**TABLA 3.**

Porcentajes de inhibición y valores de  $IC_{50}$  de los extractos alcohólicos de los frutos de *Manilkara achras*, *Averrhoa carambola* y *Spondias mombin*

Muestra	%I	$IC_{50}$
<i>Averrhoa carambola</i>	90,79	2,807±0,053
<i>Manilkara achras</i>	97,69	1,030±0,032
<i>Spondias mombin</i>	92,38	1,366±0,054

Como se puede observar, la mejor actividad antioxidante se observó en el extracto etanólico de los frutos de *Manilkara achras* con un valor de  $IC_{50}$  de 1,030±0,032 mg/mL; seguido de *Spondias mombin* 1,366±0,054 mg/mL y finalmente *Averrhoa carambola* con 2,807±0,053 mg/mL.

Estudios previos reportan valores de  $IC_{50}$  para los extractos alcohólicos de *S mombin* entre 12,5 ±1,2 mg/mL [36] y 5,86 ±1,49 mg/mL [28]; *A carambola* 66,37±2,44 mg/mL [18]; 9,082 mg/mL [33], y *M achras* 0,309±0,08 mg/mL [12<sup>a</sup>]; 8,75±4,5 mg/mL [12b].

Haciendo una análisis comparativo con los resultados obtenidos en otras investigaciones en las que se han realizado análisis del poder antioxidante de los frutos frescos de *M achras*, *S mombin* y *A carambola*, algunas diferencias fueron halladas. Algunos estudios indican que particularmente en los frutos, un conjunto de compuestos químicos con propiedades antioxidante están presentes (vitamina A, ácido ascórbico, betacarotenos, flavonoides y taninos), pero son los compuestos polifenólicos (catequinas y pirocatequinas) los que mostraron una mejor capacidad secuestradora de radicales libres [12b, 39]. Es importante señalar que la presencia de compuestos polifenólicos decrece con la maduración de los frutos y por lo tanto la capacidad antioxidante de los frutos también va disminuyendo con el paso del tiempo observándose valores significativamente menores en frutos muy maduros. Aunque no es fácil determinar con exactitud la capacidad antioxidante ni el contenido total de compuestos fenólicos en los frutos debido a que pueden haber variaciones

importantes por las condiciones de los cultivos, etapas de las cosechas y al grado de maduración de los frutos al momento de adquirirlos en el supermercado; se observó una acción antioxidante importante en los frutos examinados, por lo que se puede asumir que el consumo de los mismos brinda un beneficio importante para la salud humana. Es importante tomar en cuenta que los frutos deben ser consumidos lo más pronto posible después de la recolección de los mismos para aprovechar mejor el contenido de compuestos nutraceuticos capaces de disminuir el efecto de radicales libres en el organismo y así poder aprovechar mejor los beneficios del consumo de estas frutas.

## CONCLUSIONES

La presente investigación contribuye con la búsqueda de fuentes naturales de compuestos polifenólicos con potencial antioxidante. Con los resultados obtenidos, se reporta por primera vez el análisis fitoquímico, contenido total de fenoles y capacidad antioxidante de los frutos de *M. achras*, *S mombin* y *A carambola* que crecen en Venezuela, los cuales pueden ser considerados como alimentos promotores de la salud ya que todo mostraron un efectivo poder antioxidante por lo cual puede contribuir al atrapamiento de radicales libres responsables del desarrollo de numerosas enfermedades degenerativa y graves en los seres humanos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Robles-Agudo F, Sanz-Segovia F, López-Arrieta JM, Beltrán de la Ascensión M. Alimentación y Cáncer. Rev Esp Geriatr Gerontol. 2005; 40 (3): 184-194.
- [2] Zhao CN, Meng X, Li Y, Li S, Liu Q, Tang GY, Li HB. Fruits for prevention and treatment of cardiovascular diseases. Nutrients. 2017; 9(6): 598-627. doi: 10.3390/nu9060598.
- [3] Basu A, Schell J, Scofield RH. Dietary fruits and arthritis. Food Funct. 2018; 9 (1): 70-77. doi: 10.1039/c7fo01435j.
- [4] Hung HC, Joshipura KJ, Jiang R, Hu FB, Hunter D, Smith-Warner SA, Colditz GA, Rosner

- B, Spiegelman D, Willett WC. Fruit and Vegetable Intake and Risk of Major Chronic Disease. *J Nat Cancer Inst.* 2004; 96(21): 1577-1584.
- [5] Wang H, Cao G, Prior RL. Total antioxidant capacity of fruits. *J Agric Food Chem.* 1996; 44, 701-705.
- [6] **a)** World Health Organization: Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 2003:916; **b)** Más fruta y hortalizas-Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. [acceso: 01 de Marzo de 2022]. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0606sp2>.
- [7] Roark RA, Niederhauser VP. Fruit and vegetable: issues with definition and measurement. *Public Health Nutr.* 2013; 16(1): 2-7. doi: 10.1017/S1368980012000985
- [8] Takhtadzhian AL, Takhtajan A. Diversity and classification of flowering plants. Columbia University Press. 1997.
- [9] Schultes RE, Raffauf RF. The healing forest: medicinal and toxic plants of the Northwest Amazonia. Oregon (United States): Dioscorides Press; 1990.
- [10] Hokche O, Berry PE, Huber O. Trópicos.org [27 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.tropicos.org/name/28700370>
- [11] Pravin K, Shashikant D. *Manilkara zapota* (L.) Royen fruit Peel: A phytochemical and pharmacological review. *Sys Rev Pharm.* 2019; 10(1): 11-14
- [12] **a)** Shafii ZA, Basri M, Malek EA, Ismail M. Phytochemical and Antioxidant Properties of *Manilkara zapota* (L.) P Royen Fruit Extracts and its Formulation for Cosmeceutical Application. *Asian J Pant Scien Res.* 2017; 7(3): 29-41. **b)** Kulkarni AP, Policegoudra RS, Aradhya SM. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Sapota (*Achras sapota* Linn) Fruit. *J Food Biochem.* 2007; 31(3): 399-414.
- [13] Kaneria M, Chanda S. Evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of *Manilkara zapota* L. (chiku) leaves by sequential soxhlet extraction method. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2012, 2(3): 1526-1533.
- [14] Leelarungrayub J, Sriboonreung T, Pothasak Y, Kaju J, Puntumetakul R. Anti-oxidant and Anti-inflammatory Activities of *Manilkara zapota* (Sapodilla) *In vitro* and Efficiency in Healthy Elderly Persons. *Biomed J Sci Tech Res.* 2019; 15(2): 11294-11306
- [15] Khalek MA, Ziasmin KM, Rowshanul H, Rezaul KM. Antitumor Activity of *Manilkara zapota* (L.) fruits against ehrlich ascites carcinoma in mice. *Biologija.* 2015, 61(3-4): 12-22.
- [16] Aguirre MV. Usos de Chicozapote (*Manilkara zapota*) en México. [Tesis pregrado]. Ciudad de México. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional; 2016.
- [17] Laxminarayana S, Subramanyam H. Physical chemical and physiological changes in Sapota fruit (*Achras sapota* Linn.) (Sapotaceae) during development and ripening. *J Food Sci Technol.* 1966; 3(4):151-4.
- [18] Asna AN, Noriham A. Antioxidant activity and bioactive components of Oxalidaceae fruit extract. *Malaysian J Anal Sci.* 2014; 18(1): 116-126.
- [19] Luan F, Peng L, Lei Z, Jia Z, Zou J, Yang Y, He X, Zeng N. Traditional uses, phytochemical constituents and pharmacological properties of *Averrhoa carambola* L.: A Review. *Front Pharmacol.* 2021; 12:699899 doi: 10.3389/fphar.2021.699899
- [20] Yang Y, Xie, H, Jiang Y, Wei X. Flavan-3-ols and 2- Diglycosyloxybenzoates from the leaves of *Averrhoa carambola*. *Fitoterapia.* 2020; 140, 104442. doi: 10.1016/j.fitote.2019.104442
- [21] Abeysekera RA, Wijetunge S, Nanayakkara N, Wazil AW, Ratnatunga NV, Jayalath T. Star fruit toxicity: a cause of both acute kidney injury and chronic kidney disease: a report of two cases. *BMC Res Notes.* 2015; 8(1): 796-799. doi: 10.1186/s13104-015-1640
- [22] Vasconcelos CML, Araújo MS, Conde-García EA. Electrophysiological effects of the aqueous extract of *Averrhoa carambola* L. leaves on the Guinea Pig Heart. *Phytomedicine.* 2006; 13 (7): 501-508. doi:10.1016/j.phymed.2005.01.013
- [23] Vasant RA, Narasimhacharya AVR. Antidotal activity of *Averrhoa carambola* (Star Fruit) on fluoride induced toxicity in rats. *Interdiscip Toxicol.* 2014; 7(2): 103-110. doi: 10.2478/intox-2014-0014
- [24] Lakmal K, Yasawardene P, Jayarajah U, Seneviratne SL. Nutritional and medicinal properties of star fruit (*Averrhoa carambola* L.): A review. *Food Sci Nutr.* 2021; 9(3): 1810-1823. doi:10.1002/fsn3.2135.



- [25] Crane JH. The Carambola (star fruit). Florida Cooperative Extension Service. [acceso: 27 de febrero de 2022]. Disponible en: [http://university.uog.edu/cals/people/PUBS/Carambol/MG\\_26900](http://university.uog.edu/cals/people/PUBS/Carambol/MG_26900).
- [26] Bosco J, Soares KT, Aguiar-Filho SP, Barros RV. A cultura da cajazeira. Sao Paulo (Brasil): João Pessoa: EMEPA-PB; 2000. 1-29.
- [27] Tiburski JH, Rosenthal A, Deliza R, de Oliveira RL, Pacheco S. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. *Food Res Int*. 2011; 44 (7): 2326-2331.
- [28] Abiodun OO, NNoruka ME, Tijani RO. Phytochemical constituents, antioxidant activity and toxicity assessment of the seed of *Spondias mombin* L (Anacardiaceae). *Turk J Pharm Sci*. 2020; 17(3): 343-348. doi: 10.4274/tjps.galenos.2020.38801
- [29] Harbone JB. *Phytochemical Methods. An Guide to modern techniques of plant analysis*. Londres (Reino Unido): Chapman and Hall: 1973. 49-188.
- [30] Singleton VL, Orthofer R, Lamanuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidant by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*. 1999; 299: 152-178.
- [31] Murillo EO, Lombo M, Tique M, Méndez MM. Potencial antioxidante de *Bauhinia kalbreyeri* Harms (Fabaceae). *Inf Tecnol*. 2007; 18(6): 65-74.
- [32] Singh JP, Kaur A, Shevkani K, Singh N. Composition bioactive compounds and antioxidant activity of common Indian fruits and vegetables. *J Food Sci Tech*. 2016; 53(11): 4056-4066.
- [33] Henrique H, Moresco GS, Queiroz MG, Pizzolatti I, Brighente MC. Chemical constituents and evaluation of the toxic and antioxidant activities of *Averrhoa carambola* leaves. *Braz J Pharmacog*. 2012; 22(2): 319-324.
- [34] Zainudin MAM, Hamida AA, Anwar F, Osman A, Saari N. Variation of bioactive compounds and antioxidant activity of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit at different ripening stages. *Sci Hortic*. 2014; 172 325–331.
- [35] Reyes-Munguía A, Delgado-González P, Martini-Morales SE. Antioxidant activity Jobo's pulp (*Spondia mombin* L). *Ecorfan J*. 2016; 2(2): 1-11.
- [36] Silva TL, da Silva EP, Asquieri E, Vieira EC, Silva J, da Silva FA, Damiani C. Physicochemical characterization and behavior of biocompounds of caju-manga fruit (*Spondias mombin* L.). *Food Sci. Technol*. 2018; 38(3): 399-406. doi: 10.1590/fst.03717
- [37] Fennema OR. *Food Chemistry*. New York (United States): Marcel Dekkan; 1996. 1125.
- [38] Degáspari CH, Waszczyński N, Prado M R. Actividad antimicrobiana de *Schinus terebinthifolius* Raddi. *Cienc Agrotec*. 2005; 29(3): 617-622. doi: 10.1590/S 1413-70542005000300016
- [39] Shui G, Wong SP, Leong LP. Characterization of antioxidants and change of antioxidant levels during storage of *Manilkara zapota* L. *J Agric Food Chem*. 2004; 52(26): 7834-7841. doi: 10.1021/jf0488357

**Toloza Luis**, Orcid ID: 0000-0002-7374-3695

**Ramírez Jesús**, Orcid ID: 0000-0003-0733-4401

**Rondón María**, Orcid ID: 0000-0003-2393-751X