

# CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA GRASA DE SEMILLA DE VEINTE CULTIVARES DE MANGO (*Mangifera indica* L.) EN COLOMBIA<sup>1</sup>

MARTHA DEL PILAR LÓPEZ HERNÁNDEZ<sup>2</sup>, ANGÉLICA PIEDAD SANDOVAL ALDANA<sup>2</sup>,  
JORGE ALBERTO VALENCIA MONTOYA<sup>3</sup>

**RESUMEN** - En la presente investigación se evaluó el rendimiento de extracción y propiedades fisicoquímicas de la grasa de semilla de 20 cultivares de mango (*Mangifera Indica* L.) en Colombia. Se emplearon semillas de frutos en estado maduro, procesadas en harina con el siguiente rango de composición proximal: grasa 6.73 % - 11.8 %; proteína 4.3 % - 6.9 %; fibra cruda 2.6 % - 6.1 % y cenizas 2.12 % - 3.9 %. Las características fisicoquímicas determinadas en el aceite crudo mostraron los siguientes rangos: índice de acidez 0.78 % ácido oleico - 1.83 % ácido oleico; índice de saponificación 121.77 mg de KOH/g - 233.88 mg de KOH/g; índice de peróxidos 0.76 meq O<sub>2</sub>/kg - 3.19 meq O<sub>2</sub>/kg; índice de iodo 22.94 g de I<sub>2</sub>/100 g - 32.52 g de I<sub>2</sub>/100 g. El perfil de ácidos grasos presentó, en promedio, al ácido oleico (46.46 %) y el ácido esteárico (37.58 %) como componentes mayoritarios. La grasa obtenida no presentó un contenido considerable de fenoles totales. El estudio realizado demostró que la obtención de grasa comestible a partir de subproductos del mango, constituye una alternativa viable del aprovechamiento de recursos naturales pues los rendimientos en algunos cultivares fue alto y su composición química posibilita su aplicación en la sustitución de grasas vegetales o la posible generación de nuevos productos.

**Palabras clave:** Ácidos grasos, grasa, mango, *Mangifera indica* L., semilla, subproductos.

## PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SEED FAT FOR TWENTY MANGO (*Mangifera indica* L.) CULTIVARS IN COLOMBIA

**ABSTRACT** - In the present investigation was evaluated yield extraction and some physicochemical properties of seed fat for 20 mango (*Mangifera Indica* L.) cultivars in Colombia. Seeds of mature fruit were processed in flour and were obtained the following composition: fat 6.73 % - 11.8 %, protein 4.3 % - 6.9 %, raw fiber 2.6 % - 6.1 % and ash 2.12 % - 3.9 %. The physicochemical characteristics in the crude mango fat showed the following ranges: acid value 0.78 % oleic acid - 1.83 % oleic acid; saponification value 121.77 mg KOH/g - 233.88 mg KOH/g; peroxide value 0.76 meq O<sub>2</sub>/kg - 3.19 meq O<sub>2</sub>/kg; iodine value 22.94 g I<sub>2</sub>/100 g - 32.52 g I<sub>2</sub>/100 g. The fatty acid profile presented oleic acid (46.46 %) and stearic acid (37.58 %) as the major components. The fat obtained showed no significant content of total phenols. The study showed that edible fat obtained from mango by-products is a viable alternative to enable full use of natural resources as some cultivars presented high yields with a chemical composition that define their application as vegetables fat substitution and also the possibility of new product generation

**Index terms:** By-products, fatty acids, fat, mango, *Mangifera indica* L., seed.

<sup>1</sup>(Trabalho 297-14). Recebido em:17-11-2014. Aceito para publicação em:08-04-2015.

<sup>2</sup>Ing. Agroindustrial, Joven Investigador, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Laboratorio de Ciencias Agroalimentarias. Kilómetro nueve vía Espinal-Ibagué, Tolima, Colombia. E-mail: mdlopez@ut.edu.co

<sup>3</sup>PhD. Ing. Química, Docente Investigador, Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Agronómica, Ingeniería Agroindustrial, Calle 67 No. 53-108 B. Santa Helena, Ibagué -Tolima, Colombia. E-mail: apsandovala@ut.edu.co

<sup>4</sup>Ing. Agrónomo, Investigador Profesional, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). E-mail: jvalencia@corpoica.org.co

## INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) ha sido valorado desde la antigüedad por las características que su pulpa ofrece, industrializándola mediante la elaboración de pastas, salsas, jugos, pulpas, helados, mermeladas, compotas, dulces, etc. (DE LA CRUZ, 1993), sin embargo de estas industrias se generan residuos orgánicos.

En este sentido, reviste interés la búsqueda de aplicación de estos subproductos ya que representan problemas ambientales y sanitarios, tanto para el productor como para la población circundante (GABINO; VALDÉS, 2012).

Sin embargo estos residuos orgánicos representan un contenido nutritivo muy interesante, como es el caso de la cáscara de mango, la cual posee un contenido de proteína, almidón y fibra mayor que en la pulpa, además de contener magnesio, fósforo, sodio, potasio y calcio (MARQUES et al., 2010); la semilla se caracteriza por su contenido de proteínas, cenizas, fibra, carbohidratos, vitaminas, minerales y grasas (SUMAYA et al., 2012).

Es importante mencionar que la semilla ha tenido mayor atención, ya que es una fuente rica en aminoácidos esenciales y grasas naturales (ABDALLA et al., 2007a); Al respecto, Nzikou et al. (2010) demostraron que la semilla de mango contenía aproximadamente 13 % de grasa, con una mayor proporción de ácidos grasos insaturados que saturados y un alto contenido de materia insaponificable, convirtiéndola en un buen ingrediente para la industria cosmética.

Solís-Fuentes y Durán-de-Bazúa (2004) realizaron un estudio sobre el comportamiento térmico de la grasa de semilla de mango y mezclas con manteca de cacao, demostrando la similitud del contenido de ácidos grasos y las propiedades fisicoquímicas entre las grasas estudiadas.

Por lo anterior, algunos gobiernos han implementado leyes que permiten la comercialización de la grasa de semilla de mango para consumo humano, como es el caso de la comunidad Europea, que para el año 2000 admitió la adición de hasta un 5 % de otra grasa distinta a la proveniente de cacao para elaboración de chocolate y otros productos, siendo la grasa de semilla de mango una de las seis grasas tropicales permitidas para el reemplazo parcial (PASCUAL et al., 2008; CE, 2000).

El presente trabajo de investigación tiene el objetivo de evaluar el rendimiento de extracción de grasa de la semilla de 20 cultivares de mango, determinar sus características fisicoquímicas y la composición de ácidos grasos, lo cual permite

definir aquellos cultivares con mejor calidad y mayor contenido de grasa, agregando valor y generando nuevas posibilidades de aplicación para los productores de mango en Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Material vegetal** - Se realizó el estudio a 17 cultivares de mangos criollos y 3 comerciales, recolectando 50 kg de fruto al azar en estado de madurez fisiológica por material. El muestreo fue realizado en los meses comprendidos de Septiembre a Diciembre; en la Tabla 1 se reportan los nombres y localización de cada cultivar estudiado.

**Procesamiento en harina** - Los frutos maduros recolectados y seleccionados se despulparon en forma manual. Las semillas se secaron en un horno marca Gallenkamp (Gallenkamp Ltd., R.U.), a  $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  con el objetivo de reducir el contenido de humedad a  $8.0\text{ } \% \pm 0.2\text{ } \%$ . Las semillas fueron molidas y tamizadas en un molino de cuchillas marca Thomas-Wiley modelo 4 (Thomas Scientific, E.U.A.) hasta alcanzar un tamaño de partícula aproximado de 2 mm. De la harina obtenida se tomó una muestra para determinar su composición proximal: proteína, fibra cruda y cenizas siguiendo los procedimientos de la AOAC (1997).

**Extracción de aceite** - 50 g de harina se introducen en un extractor Soxhlet, utilizando 150 mL de éter de petróleo, sometiéndolo a recirculación por 8 h. Culminado el proceso de extracción, se evapora el éter dejando la muestra en calentamiento a  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 2 h obteniendo la grasa y almacenándola en frascos ámbar bajo condiciones de refrigeración ( $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

**Análisis de la grasa** - Se determinaron las siguientes características de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana (NTC):

- Índice de acidez, por titulación volumétrica con KOH 0.05 N expresada como ácido oleico (ICONTEC, 1999).

- Índice de saponificación, por titulación volumétrica con HCL 0.5 N después de saponificar la muestra con KOH 0.5 N en etanol (NTC 335, 1998a).

- Índice de peróxidos, por titulación volumétrica del  $\text{I}_2$  desprendido con  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0.002 N en medio acético glacial-cloroformo (ICONTEC, 1998b).

- Índice de yodo, por el método Wijs (ICONTEC, 1998c).

- Índice de refracción, medido a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  directamente con un refractómetro ABBE marca ATAGO modelo 3L (ICONTEC, 2002a).

- Densidad relativa (25 °C), masa por volumen convencional (ICONTEC, 2002b).

- Perfil de ácidos grasos, mediante cromatografía de gases (ICONTEC, 2001a; ICONTEC, 2001b) empleando un cromatógrafo marca AGILENT modelo 7890 (Agilent Technologies, E.U.A.).

- Contenido de compuestos fenólicos totales, la extracción se llevó a cabo mediante el disolvente N,N-dimetilformamida (BRENES et al., 1999), y se determinaron por el método descrito por Singleton et al. (1991) utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu. Los resultados se expresan en miligramos equivalentes de ácido gálico por kilogramo de aceite (mg GAE/kg).

Los datos se analizaron por triplicado, reportando la media  $\pm$  error estándar, con análisis de varianza por ANOVA simple y pruebas de comparación múltiple de LSD Fisher al nivel  $\alpha=0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición bromatológica de la semilla

- Los resultados obtenidos en la caracterización bromatológica de la harina de semilla de mango de los 20 cultivares estudiados se presentan en la tabla 2. El porcentaje de grasa reportado en las muestras, presentaron valores entre 6.73 % a 11.8 %. Para semilla de mango se han reportado valores entre 0.5 % - 5.62 % (PORTILLO et al., 2012; CHANGSO, 2008; KABUKI et al., 2000), 7 % - 8 % (ASHOUSH; GADALLAH, 2011) y 13 %- 14 % (FOWOMOLA, 2010; NZIKOU et al., 2010). Si se comparara con el porcentaje de grasa obtenida de cereales altamente industrializados como el maíz (4 - 7 %, dependiendo de la variedad) (PÉREZ et al., 2005) el valor reportado es mayor, lo que indica que su industrialización sería posible.

El porcentaje de proteínas de las muestras estudiadas presentaron valores entre 4.3 % - 6.9 %, similares a lo reportado para harina de semilla de mango por Abdalla et al. (2007a), mientras Fowomola (2010) determinó un valor superior de 10.06 %, encontrando que la semilla de mango posee todos los aminoácidos esenciales, siendo el limitante la lisina. Con lo anterior se demuestra que esta proteína es de alta calidad, superando en cantidad a la presente en la yuca 2.8 % (BUIRAGO et al., 2001), e igualando al arroz 6.3 % - 7.1 % (JULIANO, 1994), cereal de alto consumo en Colombia (HEREDIA et al., 2007).

En cuanto al contenido de fibra cruda se encontraron algunos cultivares dentro del rango de los valores reportados previamente de 3 % - 4

% (PORTILLO et al., 2012; CHANGSO, 2008; MORENO, 1999). Sin embargo algunos cultivares como Chancleto y Lorito presentaron valores superiores a 6 %.

Los valores de contenido de cenizas, presentan similitud entre los cultivares, encontrándose valores semejantes a los reportados por Portillo et al. (2012), Nzikou et al. (2010), Fowomola (2010).

La amplia variación de la composición entre cultivares, demuestra la influencia de la variedad en la formación de compuestos químicos del fruto (KITTIPOOM, 2012).

**Características Fisicoquímicas** - En la tabla 3 se presentan las propiedades fisicoquímicas del aceite de semilla de mango. Los índices de acidez obtenidos oscilan de 0.78 % ácido oleico - 1.83 % ácido oleico. El aceite de mango no tiene un referente por ser un producto en investigación, al compararlo con la manteca de cacao, según la norma NTC 574 (2008) se permite un índice de acidez máximo de 1.75 % ácido oleico, por lo que puede considerarse un aceite aceptable ya que a pesar de ser un aceite crudo, su acidez es baja.

Los datos obtenidos del índice de saponificación se encontraron en un rango de 121.77 mg de KOH/g grasa a 233.88 mg de KOH/g grasa. Autores como Mahale y Goswami-Giri (2011), Nzikou et al. (2010), Abdalla et al. (2007a), entre otros, reportan índices de saponificación muy similares a los obtenidos, encontrándose en un intervalo de 116.21 mg de KOH/g grasa a 206.0 mg de KOH/g grasa.

Según la norma CODEX STAN 19-1981 del Codex Alimentarius para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales, se establece un valor máximo de peróxidos en aceites vírgenes de 15 meq O<sub>2</sub>/kg grasa, registros superiores a estos, se consideran de mala calidad; los valores obtenidos en este estudio, oscilan entre 0.76 meq O<sub>2</sub>/kg grasa a 3.19 meq O<sub>2</sub>/kg grasa, estando dentro de los límites permitidos, lo que puede reflejar su estabilidad ante la oxidación.

Los resultados de índice de yodo encontrados en el estudio, mostraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), en un rango de 22.94 g de I<sub>2</sub>/100 g grasa a 35.52 g de I<sub>2</sub>/100 g grasa, situándose por debajo a lo reportado por Mahale y Goswami-Giri (2011), Abdalla et al., (2007a), entre otros. Contrastando los valores obtenidos con la manteca de cacao, la NTC 574 (2008) determina un mínimo de 32 g de I<sub>2</sub>/100 g grasa y máximo 41 g de I<sub>2</sub>/100 g grasa, y el aceite de coco, 6.3 g de I<sub>2</sub>/100 g grasa y 10.6 g de I<sub>2</sub>/100 g grasa de acuerdo al CODEX STAN 210 (1999), es posible concluir que el aceite de mango

posee menos ácidos grasos saturados que el aceite de coco y algunos cultivares son más similares a la manteca de cacao.

Los resultados obtenidos del índice de refracción de aceite de mango (25 °C), no mostraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) con 1.464 y 1.465, encontrándose por encima a lo reportado por Basilio (2009).

La densidad relativa del aceite de mango (25 °C), no presentó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), con valores de 0.9057 g/mL y 0.9117 g/mL, coincidiendo con los valores registrados por Mahale y Goswami-Giri (2011). Al comparar el rango de la densidad relativa de aceite de mango con el rango del aceite de coco (0.908 g/mL - 0.921 g/mL) (CODEX STAN 210-1999), se observa bastante similitud, indicando que se encuentra dentro de los parámetros establecidos para aceites vegetales industrializados.

**Perfil de Ácidos Grasos** - Los resultados de composición de ácidos grasos de la grasa de la semilla de mango se presenta en la Tabla 4, en donde se observa la presencia de los siguientes ácidos grasos: palmítico (16:0), margárico (17:0), esteárico (18:0), oleico (18:1), linoleico (18:2), linolénico (18:3), araquídico (20:0), eicosenoico (20:1), behénico (22:0) y lignocérico (24:0). Predominando el esteárico, y el oleico; a este último se le atribuyen propiedades favorables para la salud, teniendo acción beneficiosa sobre el perfil lipídico, antitrombogénica y antioxidante (DENKE, 1993), además de disminuir el riesgo de peroxidación lipídica de los fosfolípidos de la membrana celular y de las lipoproteínas (MATA et al., 1994). El balance de ácidos grasos saturados e insaturados en cada uno de los cultivares, muestra que en algunos como HilAnt05, ICA 1837 (Filipino), ICA 1841 (Picuda), Lorito y Rosa, prevalecen los ácidos grasos saturados en un 50.90 %, 51.89 %, 51.40 %, 59.56 % y 52.88 % respectivamente, contrario a los autores que afirman sobre la prevalencia de ácidos grasos insaturados en la grasa de mango (TAPIA et al., 2013; NZIKOU et al., 2010; BASILIO, 2009; ABDALLA et al., 2007a). Con lo anterior se observa claramente que el contenido de ácidos grasos difiere significativamente entre variedades.

Comparando la grasa de semilla mango con la manteca de cacao, en cuanto al contenido de ácidos grasos, se evidencia mayor contenido de palmítico (26,8%) y oleico ligeramente menor (34,9 %) (LANNES et al., 2004) que el promedio de las grasas de este estudio (7,56 % y 46,46 % respectivamente); sin embargo en el ácido esteárico no se presentaron diferencias significativas, excepto en la grasa de semilla de los cultivares Lorito y Rosa. A pesar de las

diferencias encontradas en la composición química de la grasa de semilla de mango y la manteca de cacao, existen varios reportes sobre investigaciones de su posible aplicación en la industria del chocolate (KAPHUEAKNGAM et al., 2009; PASCUAL et al., 2008; SOLÍS-FUENTES; DURÁN DE BAZÚA, 2004).

**Compuestos Fenólicos Totales** - Los contenidos totales de flavonoides, antocianos y compuestos fenólicos no flavonoides se obtienen a partir de los fenoles totales, compilados en la tabla 5. En cuanto a los valores registrados de fenoles totales en el aceite de mango, se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), con valores de 3.18 mg GAE/kg aceite a 7.78 mg GAE/kg aceite, siendo considerablemente menores a los fenoles reportados para el aceite de oliva que presenta valores de 22.5 mg GAE/kg aceite a 97.1 mg GAE/kg aceite (TANILGAN et al., 2007). Para la semilla de mango se ha reportado compuestos fenólicos totales, aproximadamente de 412 mg GAE/100 g muestra (PASCUAL et al., 2008). Sin embargo es evidente una marcada diferencia entre la cantidad de compuestos fenólicos contenidos en el aceite de semilla y la fracción desengrasada, esto posiblemente es debido a que la mayor cantidad se encuentra en la porción desengrasada de la semilla; además estos no son solubles en disolventes no polares (GONZÁLEZ et al., 2010). Las cualidades antioxidantes del aceite de mango son atribuidas a su patrón de componentes grasos ricos en ácidos grasos saturados y el ácido oleico como monoinsaturado, además de tocoferoles y diferentes fracciones de esteroides (ABDALLA et al., 2007b).

**TABLA 1-** Nombre y ubicación geográfica de 20 cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) caracterizados.

Accesión	Origen	Localización geográfica		
		Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud (msnm)
<b>ICA 1837 (Filipino)</b>				
<b>Van Dyke</b>				
<b>Lorito 1969</b>				
<b>Bocao</b>				
<b>ICA 1841 (Picuda)</b>				
<b>Edward</b>	B. G.- C.I Nataima <sup>1</sup>	4° 11'38.19''	74° 57'49.40''	377
<b>Chupa</b>				
<b>Pig 3736</b>				
<b>Albania</b>				
<b>Rosa</b>				
<b>Manzano Vallenato</b>				
<b>Kala Alphonso</b>				
<b>Lorito</b>	Jerusalén (Cundinamarca)	4° 29'26''	74° 40'12''	467
<b>Chanquete Rosado</b>	Viotá (Cundinamarca)	4° 27'07''	74° 32'00''	664
<b>Pajarito</b>	El Espinal (Tolima)	4° 11'51''	74° 58'09''	388
<b>Chanquete</b>	El Espinal (Tolima)	4° 11'51''	74° 58'09''	388
<b>Mariquiteño</b>	El Espinal (Tolima)	4° 11'51''	74° 58'09''	388
<b>HilAnt05</b>	Santa Bárbara (Antioquia)	5° 50'45''	75° 34'40''	1344
<b>HilAnt07</b>	Santa Bárbara (Antioquia)	5° 51'11''	75° 34'15''	1295
<b>HilAnt15</b>	Santa Bárbara (Antioquia)	5° 52'03''	75° 34'22''	1575

<sup>1</sup>B.G.= Banco de germoplasma; C.I. = Centro de investigación.

**TABLA 2** - Composición química proximal de la harina de la semilla de 20 cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) (g/100 g base seca).

Accesión	Grasa Cruda (%)	Proteína (%)	Fibra Cruda (%)	Cenizas (%)
<b>Albania</b>	8.7cd ± 0.2	6.5b ± 0.1	3.2hi ± 0.1	3.9a ± 0.1
<b>Bocao</b>	9.3bc ± 0.4	5.1fgh ± 0.1	2.9jk ± 0.1	2.7bc ± 0.0
<b>Chanqueteo</b>	6.7g ± 0.7	4.7i ± 0.1	6.1a ± 0.1	2.6bc ± 0.1
<b>Chanqueteo Rosado</b>	8.8bc ± 0.6	5.4e ± 0.2	4.0cd ± 0.1	2.4de ± 0.3
<b>Chupa</b>	8.3de ± 0.2	6.2c ± 0.1	2.6l ± 0.1	2.8bc ± 0.3
<b>Edward</b>	8.7cd ± 0.4	5.7d ± 0.0	3.1ij ± 0.3	3.4ab ± 0.1
<b>HilAnt05</b>	7.8de ± 1.2	4.3j ± 0.1	4.6b ± 0.1	2.7bc ± 0.4
<b>HilAnt07</b>	9.1bc ± 0.6	4.9ghi ± 0.1	3.7fg ± 0.1	2.1f ± 0.0
<b>HilAnt15</b>	8.8bc ± 0.4	4.9hi ± 0.1	3.9de ± 0.0	2.3de ± 0.1
<b>ICA 1837 (Filipino)</b>	8.7cd ± 0.1	5.2ef ± 0.1	3.1ij ± 0.1	3.0bc ± 0.1
<b>ICA 1841 (Picuda)</b>	8.4cd ± 0.3	4.8i ± 0.0	3.5gh ± 0.1	2.5cd ± 0.0
<b>Kala Alphonso</b>	9.3bc ± 0.4	6.8a ± 0.1	3.0ij ± 0.0	3.1bc ± 0.1
<b>Lorito</b>	7.7ef ± 0.5	5.3ef ± 0.1	6.0a ± 0.2	3.3ab ± 0.1
<b>Lorito 1969</b>	8.5cd ± 0.7	5.8d ± 0.1	2.7kl ± 0.1	3.0bc ± 0.1
<b>Manzano Vallenato</b>	11.3a ± 0.2	5.2efg ± 0.1	3.8ef ± 0.1	3.2ab ± 0.4
<b>Mariquiteño</b>	10.0b ± 0.4	5.9d ± 0.2	3.9ef ± 0.1	3.3ab ± 0.2
<b>Pajarito</b>	8.9bc ± 0.5	4.9hi ± 0.1	4.2cd ± 0.1	2.8bc ± 0.5
<b>Pig 3736</b>	8.0de ± 0.2	5.2ef ± 0.1	4.3c ± 0.0	3.0bc ± 0.5
<b>Rosa</b>	11.8a ± 0.2	6.9a ± 0.1	2.7kl ± 0.1	3.3ab ± 0.6
<b>Van Dyke</b>	7.4fg ± 0.4	5.7d ± 0.1	3.2hi ± 0.1	2.2ef ± 0.1
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	10.1	2.6	5.0	12.7
<b>DMS</b>	1.1	0.2	0.3	0.8

n = 3 ± Error estándar; Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P > 0.05).

TABLA 3 - Características fisicoquímicas de la grasa de semilla de 20 cultivares de mango (*Mangifera indica* L.).

Accesión	I. Acidez	I. Saponificación	I. peróxidos	I. Yodo	I. Refracción (25°C)	Densidad relativa (25°C)
<b>Albania</b>	1.00ef ± 0.16	131.80cd ± 16.87	1.87ab ± 0.46	27.83ab ± 0.47	1.464a ± 3.30E-04	0.9090ab ± 0.0004
<b>Bocao</b>	0.97ef ± 0.04	165.99ab ± 24.38	2.94ab ± 0.36	25.06bc ± 0.94	1.464a ± 0.001	0.9083ab ± 0.0014
<b>Chancleto</b>	1.51b ± 0.30	149.30bc ± 39.65	3.19a ± 0.65	26.42bc ± 1.54	1.464a ± 3.30E-04	0.9084ab ± 0.0011
<b>Chancleto Rosado</b>	1.37bc ± 0.03	178.71ab ± 14.20	1.16cd ± 0.26	28.12ab ± 1.25	1.464a ± 4.20E-04	0.9098ab ± 0.0008
<b>Chupa</b>	0.98ef ± 0.08	121.77d ± 22.74	2.6ab ± 0.75	32.52a ± 0.04	1.465a ± 1.90E-04	0.9077ab ± 0.0019
<b>Edward</b>	1.83a ± 0.04	190.35ab ± 17.92	2.59ab ± 0.85	25.87bc ± 1.37	1.464a ± 3.30E-04	0.9082ab ± 0.0022
<b>HilAnt05</b>	1.32bc ± 0.12	150.63bc ± 5.66	1.93ab ± 0.89	25.72bc ± 3.14	1.464a ± 3.30E-04	0.9106ab ± 0.0011
<b>HilAn07</b>	1.15cd ± 0.07	200.74ab ± 21.90	1.74ab ± 1.02	26.14bc ± 1.70	1.464a ± 3.30E-04	0.9091ab ± 0.0006
<b>HilAnt15</b>	0.96ef ± 0.13	177.08ab ± 36.43	0.80e ± 0.04	22.94d ± 2.96	1.464a ± 3.30E-04	0.9097ab ± 0.0013
<b>ICA 1837 (Filipino)</b>	0.93fg ± 0.05	215.58ab ± 26.96	2.32ab ± 0.76	26.50bc ± 1.44	1.464a ± 3.30E-04	0.9107ab ± 0.0011
<b>ICA 1841 (Picuda)</b>	1.10de ± 0.03	164.24ab ± 11.89	2.13ab ± 0.88	26.05bc ± 2.05	1.464a ± 0.001	0.9084ab ± 0.0016
<b>Kala Alphonso</b>	1.12de ± 0.05	146.62bc ± 18.81	1.38bc ± 0.20	25.70bc ± 0.87	1.465a ± 2.90E-04	0.9069bc ± 0.0006
<b>Lorito</b>	1.44bc ± 0.04	132.23cd ± 33.21	0.76e ± 0.07	25.41bc ± 0.42	1.464a ± 0.001	0.9079ab ± 0.0040
<b>Lorito 1969</b>	1.34bc ± 0.05	172.50ab ± 20.77	3.08a ± 0.48	29.46ab ± 1.26	1.464a ± 3.30E-04	0.9117a ± 0.0015
<b>Manzano Vallenato</b>	0.87gh ± 0.11	156.15bc ± 23.97	2.76ab ± 0.05	28.20ab ± 3.23	1.464a ± 4.60E-04	0.9082ab ± 0.0006
<b>Marrquiteño</b>	1.23bc ± 0.03	189.95ab ± 42.32	1.14cd ± 0.47	29.45ab ± 0.99	1.464a ± 3.30E-04	0.9094ab ± 0.0022
<b>Pajarito</b>	1.20cd ± 0.04	197.82ab ± 17.82	1.09de ± 0.25	28.62ab ± 2.20	1.464a ± 3.30E-04	0.9096ab ± 0.0003
<b>Pig 3736</b>	1.16cd ± 0.08	186.22ab ± 37.94	2.28ab ± 0.05	28.09ab ± 0.70	1.464a ± 3.30E-04	0.9070bc ± 0.0014
<b>Rosa</b>	0.78h ± 0.04	148.45bc ± 15.67	2.69ab ± 0.60	24.50cd ± 1.61	1.464a ± 0.001	0.9057c ± 0.0003
<b>Van Dyke</b>	0.96ef ± 0.16	233.88a ± 29.47	1.03de ± 0.11	26.80bc ± 1.02	1.464a ± 3.30E-04	0.9095ab ± 0.0005
<b>Coefficiente de variación</b>	15.63	26.21	48.96	10.62	0.04	0.24
<b>DMS</b>	0.29	73.76	1.59	4.92	0.001	0.004

n = 3 ± Error estándar; Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P &gt; 0.05).

TABLA 4 - Perfil de ácidos grasos de la grasa de semilla de 20 cultivares de mango (*Mangifera indica* L.).

Accesión	Palmítico (16:0)	Margárico (17:0)	Estéarico (18:0)	Oleico (18:1)	Linoleico (18:2)	Linolénico (18:3)	Araquídico (20:0)	Eicosenoico (20:1)	Behénico (22:0)	Lignocérico (24:0)	% Ácidos saturados	% Ácidos insaturados
Albania	7.31	0.19	34.36	51.26	3.35	0.40	1.71	0.36	0.59	0.47	44.63	55.37
Bocao	7.11	0.43	37.90	45.63	5.16	0.27	2.40	0.30	0.38	0.41	48.63	51.36
Chanclero	7.65	0.32	38.16	47.23	3.52	0.32	1.86	0.16	0.41	0.38	48.78	51.23
Chanclero Rosado	7.56	0.14	34.81	48.37	5.91	0.39	1.85	0.16	0.43	0.39	45.18	54.83
Chupa	6.06	0.14	34.66	50.10	5.57	0.31	1.92	0.23	0.51	0.51	43.80	56.21
Edward	7.09	0.17	34.81	49.61	4.96	0.28	2.09	0.14	0.39	0.47	45.02	54.99
HilAnt05	7.97	0.17	39.38	42.81	5.67	0.41	2.46	0.21	0.47	0.45	50.90	49.10
HilAnt15	6.76	0.22	37.01	49.55	3.40	0.31	1.84	0.19	0.39	0.34	46.56	53.45
HilAnto07	6.63	0.17	38.22	47.87	3.82	0.33	1.85	0.17	0.39	0.56	47.82	52.19
ICA 1837 (Filipino)	8.08	0.19	39.05	43.35	4.12	0.38	3.28	0.27	0.66	0.63	51.89	48.12
ICA 1841 (picuda)	10.64	0.19	37.71	42.94	5.18	0.29	2.19	0.19	0.35	0.32	51.40	48.60
Kala Alphonso	7.27	0.25	35.87	48.23	5.11	0.34	1.89	0.32	0.34	0.38	46.00	54.00
Lorito	8.27	<0.10	47.26	34.71	5.04	0.43	2.93	0.19	0.48	0.52	59.56	40.37
Lorito 1969	6.99	0.14	33.72	51.39	4.77	0.24	1.42	0.40	0.44	0.49	43.20	56.80
Manzano Valenato	6.43	0.17	38.28	49.20	2.57	0.33	2.34	0.00	0.34	0.34	47.90	52.10
Mariquiteño	9.85	0.18	36.38	42.49	7.08	0.40	2.40	0.25	0.49	0.47	49.77	50.22
Pajarito	8.27	0.16	36.73	47.00	4.67	0.32	1.92	0.14	0.41	0.38	47.87	52.13
Pig 3736	8.40	0.17	35.41	47.43	5.65	0.32	1.71	0.09	0.33	0.49	46.51	53.49
Rosa	6.17	0.70	43.36	42.22	4.59	0.21	1.93	0.10	0.40	0.32	52.88	47.12
Van Dyke	6.59	0.16	38.65	47.83	3.22	0.17	2.20	0.15	0.46	0.58	48.64	51.37



**TABLA 5** - Fenoles totales en grasa de semilla de 20 cultivares de mango (*Mangifera indica* L.).

Accesión	CFT (mg GAE/kg) <sup>1</sup>	Accesión	CFT (mg GAE/kg) <sup>1</sup>
<b>Albania</b>	5.06cde ± 0.56	<b>ICA 1841 (Picuda)</b>	4.19efg ± 0.05
<b>Bocao</b>	3.46ghi ± 0.21	<b>Kala Alphonso</b>	4.12efg ± 0.32
<b>Chanclero</b>	7.61a ± 0.73	<b>Lorito</b>	3.40hi ± 0.10
<b>Chanclero Rosado</b>	4.69def ± 0.16	<b>Lorito 1969</b>	4.41cde ± 0.1
<b>Chupa</b>	5.75bc ± 0.09	<b>Manzano Vallenato</b>	5.66bcd ± 0.08
<b>Edward</b>	6.40b ± 0.41	<b>Mariquiteño</b>	3.18i ± 0.02
<b>HilAnt05</b>	6.44b ± 0.66	<b>Pajarito</b>	4.69def ± 0.10
<b>HilAnt07</b>	4.78cde ± 0.44	<b>Pig 3736</b>	4.43efg ± 0.45
<b>HilAnt15</b>	4.06fgh ± 0.32	<b>Rosa</b>	7.78a ± 0.44
<b>ICA 1837 (Filipino)</b>	5.48bcd ± 0.18	<b>Van Dyke</b>	3.68ghi ± 0.11
<b>Coefficiente de variación</b>		12.08	
<b>DMS</b>		0.99	

n = 3 ± Error estándar; Medias con una letra común no son significativamente diferentes (P > 0.05); <sup>1</sup>CFT: Contenido fenólico total, mg GAE/kg; miligramos equivalentes de ácido gálico por Kilogramo de aceite.

## CONCLUSIONES

A partir de la caracterización bromatológica de la harina de semilla de mango, se observa el potencial que tiene dicho subproducto agroindustrial para la alimentación de animales y humanos al poseer una cantidad considerable de proteína y grasa. Algunos cultivares presentaron un rendimiento de grasa superior al 9 % lo que posibilita su extracción a mayor escala. De acuerdo al perfil de ácidos grasos, se evidencia que la grasa extraída en promedio presentó menor contenido de ácido palmítico y ligeramente mayor de oleico comparada con la manteca de cacao, lo que evidencia su posibilidad de sustitución. La obtención de grasa comestible a partir de subproductos tropicales, específicamente del mango, constituye una alternativa viable del aprovechamiento de recursos naturales.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se deriva del proyecto “Caracterización de los Componentes Obtenidos de Almendras de Diferentes Accesiones del Banco de germoplasma de Mango”, financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación COLCIENCIAS.

## REFERENCIAS

- ABDALLA, A.; DARWISH, S.; AYAD, E.; EL-HAMAHMY, R. Egyptian mango by-product 1: Compositional quality of mango seed kernel. **Food Chemistry**, Atlanta, v. 103, n. 4, p. 1134-1140, 2007a.
- ABDALLA, A.; DARWISH, S.; AYAD, E.; EL-HAMAHMY, R. Egyptian mango by-product 2: Antioxidant and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. **Food Chemistry**, Atlanta, v. 103, n. 4, p. 1141-1152, 2007b.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of análisis**. 16<sup>th</sup> ed. Washington, 1997.
- ASHOUSH, I.; GADALLAH, M. Utilization of mango peels and seed kernels powders as sources of phytochemicals in biscuit. **World Journal of Dairy & Food Sciences**, Dubai, v. 6, n. 1, p. 35-42, 2011.
- BASILIO, J. **Extracción de aceite del hueso de mango**. México: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2009.

- BRENES, M.; GARCÍA, A.; GARCÍA, P.; RIOS, J.; GARRIDO, A. Phenolic compounds in Spanish olive oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 47, n. 9, p. 3535-3540, 1999.
- BUITRAGO, J.; GIL, J.; OSPINA, B. **La yuca en la alimentación avícola**. Colombia: FENAVI / FONAV, 2001.
- CE - Comunidad Europea. Productos de cacao y de chocolate destinados a la alimentación humana. **Diario Oficial de las Comunidades Europeas**, Directiva 2000/36/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de junio de 2000. p. 19-25.
- CHANGSO, C. **Study of extraction process, chemical and physic properties of mango seed almond fat**. 2008. Tesis (Maestría) - Universidad de Silpakorn, Tailandia, 2008.
- DE LA CRUZ, W. **Revisión del mercado de mango en Europa y Estados Unidos**. Guatemala: Editorial Profruta, 1993. p.1-23.
- DENKE, M. Determinantes dietéticos de los niveles de colesterol ligados a lipoproteínas de alta densidad. **Cardiovascular Risk Factors**, Madrid, v. 2, p. 51-57, 1993.
- FOWOMOLA M. Some nutrients and antinutrients contents of mango (*Mangifera Indica* L.) seed. **African Journal of Food Science**, Chicago, v. 4, n. 8, p. 472-476, 2010.
- GABINO, G.; VALDÉS, M. Avances en las investigaciones farmacológicas y toxicológicas con el extracto acuoso de la corteza del árbol de mango (*Mangifera indica* L.). **Revista de Farmacología de Chile**, Antofagasta, v. 5, n. 2, p. 59-89, 2012.
- GONZÁLEZ, F.; BELTRÁN, M.; VARGAS, M. Evaluación de la capacidad antioxidante y determinación de fenoles totales presente en la semilla y aceite de chía (*Salvia hispánica* L.). In: CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA; 17.; CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA, 6.; JORNADAS CIENTÍFICAS DE BIOMÉDICA Y BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR, 7., 2010, Acapulco. **Anales...**
- HEREDIA, P.; DEL CASTILLO, S.; BEJARANO, P.; GORDILLO, M. **Información nutricional para tres regiones de Colombia: Costa Atlántica, Nariño, Cauca y Valle contrato CIAT No. 610994**. Bogotá: Fundación colombiana para la promoción de la seguridad alimentaria y nutricional, Centro internacional de agricultura tropical CIAT, 2007. (2)
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas. **Grasas y aceites animales y vegetales, método de determinación del índice de refracción**. Bogotá, 2002a. (Norma Técnica Colombiana NTC, 289).
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas. **Grasas y aceites animales y vegetales, método e la determinación de la densidad (masa por volumen convencional)**. Bogotá, 2002b. (Norma Técnica Colombiana – NTC, 336).
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas. **Manteca de cacao**. Bogotá, 2008. (Norma Técnica Colombiana NTC, 574).
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas. **Grasas y aceites animales y vegetales. Preparación de esteres metílicos de ácidos grasos**. Bogotá, 2001a. (Norma Técnica Colombiana – NTC, 4967).
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas. **Grasas y aceites animales y vegetales. Análisis de los esteres metílicos de ácidos grasos por cromatografía de gases**. Bogotá. 2001b. (Norma Técnica Colombiana - NTC 5013).
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas. **Grasas y aceites vegetales y animales, método de determinación del índice de acidez**. Bogotá. 1999. (Norma Técnica Colombiana - NTC 218).
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas. **Grasas y aceites animales y vegetales, método de determinación del índice de saponificación**. Bogotá. 1998a. (Norma Técnica Colombiana - NTC 335).

- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas. **Grasas y aceites animales y vegetales, método de determinación del índice de peróxidos**. Bogotá, 1998b. (Norma Técnica Colombiana - NTC 236).
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas. **Grasas y aceites vegetales y animales, método de determinación del índice de yodo**. Bogotá, 1998c. (Norma Técnica Colombiana - NTC 283).
- JULIANO, B. **El arroz en la nutrición humana**. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 1994. p. 178.
- KABUKI, T.; NAKAJIMA, H.; ARAI, M.; UEDA, S.; KUWABARA, Y.; DOSAKO, S. Characterization of novel antimicrobial compounds from mango (*Mangifera indica* L.) kernel seeds. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 71, n. 1, p. 61-66, 2000.
- KAPHUEAKNGAM, P.; FLOOD, A.; SONWAI, S. Production of cocoa butter equivalent from mango seed almond fat and palm oil mid-fraction. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, Tailandia, v. 2, n. 4, p. 441-447, 2009.
- KITTIPHOOM, S. Utilization of mango seed. **International Food Research Journal**, Amsterdam, v. 19, n. 4, p. 1325-1335, 2012.
- LANNES, S.; MEDEIROS, M.; GIOIELLI L. Propiedades reológicas de las grasas de cupuaçu y del cacao. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 55, n. 2, p. 115-121, 2004.
- MAHALE, S.; GOSWAMI-GIRI, A. Composition and characterization of refined oil compared with its crude oil from waste obtained from *Mangifera indica* L. **Asian Journal of Research in Chemistry**, Tailandia, v. 4, n. 9, p. 1415-1419, 2011.
- MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; TARANTO, M.; RIBEIRO, L.; UBIRAJARA, A. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) CV. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Brasil, v. 32, n. 4, p. 1206-1210, 2010.
- MATA, P.; DE OYA, M. PÉREZ-JIMÉNEZ, F.; ROS RAHOLA, E. Dieta y enfermedades cardiovasculares. Recomendaciones de la Sociedad Española de Arteriosclerosis. **Clínica e Investigación en Arteriosclerosis**, Amsterdam, v. 6, n. 2, p. 43-61, 1994.
- MORENO, M. Evaluación fisicoquímica de una harina integral proveniente semillas de mango (*Mangifera indica* L. Var. Bocado). **Revista SABER**, Venezuela, v. 11, n. 2, p. 25-27, 1999.
- NZIKOU, J.; KIMBONGUILA, A.; MATOS, L.; LOUMOUAMOU, B.; PAMBOU-TOBI, N.; NDANGUI, C.; ABENA, A.; SILOU, T.; SCHER, J.; DESOBRY, S. Extraction and characteristics of seed kernel oil from mango (*Mangifera indica* L.). **Research Journal of Environmental and Earth Sciences**, Pakistan, v. 2, n. 1, p. 31-35, 2010.
- PASCUAL, S.; VILCHIS, G.; ÁLVAREZ, C.; TREJO, M. Caracterización del aceite obtenido de almendras de diferentes variedades de mango y su aplicación como sustituto de manteca de cacao en rellenos y coberturas de chocolate. In: CONGRESO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS, 10., 2008. Gómez Palacio, México. **Anales...** p. 483-491.
- PÉREZ, L.; SOLORZA-FERIA, J.; VELÁZQUEZ-DEL VALLE, M.; MONTIEL, N.; MÉNDEZ-MONTELAVO, G.; PAREDES-LÓPEZ, O. Composición química y caracterización calorimétrica de híbridos y variedades de maíz cultivadas en México. **Agrociencia**, Mexico, v. 39, n. 3, p. 267-274, 2005.
- PORTILLO, J.; BASILIO, J.; ARANA, A.; CONTRERAS, L.; BOJÓRQUEZ, S.; ESTRADA, L.; RÍOS, F.; ESTRADA, A.; CASTRO, C.; CONTRERAS, G.; ROBLES, J.; DÁVILA, H. Utilización de harina de almendra de mango cruda en la alimentación de gallinas productoras de huevo para consumo. In: CÁTEDRA CUMEX, 7., 2012, Culiacán. p. 28-30.
- SINGLETON, V.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, Amsterdam, v. 29, p. 152-178, 1991.

---

SOLÍS-FUENTES, J.; DURÁN-DE-BAZÚA, M. Mango seed uses: Thermal behaviour of mango seed almond fat and its mixtures with cocoa butter. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 92, n. 1, p. 71-78, 2004.

SUMAYA, M.; SÁNCHEZ, L.; TORRES, G.; GARCÍA, D. Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. **Revista Mexicana de Agronegocios**, México, v. 16, n. 30, p. 826-833, 2012.

TANILGAN, K.; ÖZCANB, M.; ÜNVERB, A. Physical and chemical characteristics of five Turkish olive (*Olea europea* L.) varieties and their oils. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 58, n. 2, p. 142-147, 2007.

TAPIA, M.; PÉREZ, B.; CAVAZOS, J.; MAYETT, Y. Obtención de aceite de semilla de mango manila (*Mangifera indica* L.) como una alternativa para aprovechar subproductos agroindustriales en regiones tropicales. **Revista Mexicana de Agronegocios**, México, v. 32, p. 258-266, 2013.