






# Aprovechamiento de la almendra de semilla de mango para la obtención de aceite de repostería

Use of mango seed almonds to obtain pastry oil

Uso de amêndoas de semente de mangue para obter o óleo de massa

Eileen Chiquinquirá Sanz M.<sup>1</sup>, Diana Isadora Dix S.<sup>1</sup>,  
Aycardo Emilio Robayo R.<sup>1</sup>, Oscar Javier Bernal L.<sup>2</sup> y Jorge  
Eliecer Carrillo V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uniagustiniana, Avenida Ciudad de Cali #11b-95. Colombia-Bogotá 760002. Correo electrónico: (ES) [eileensanz27@gmail.com](mailto:eileensanz27@gmail.com); ; (DD) [diana.dix@uniagustiniana.edu.co](mailto:diana.dix@uniagustiniana.edu.co); ; (AR) [aycardo.robayo@uniagustiniana.edu.co](mailto:aycardo.robayo@uniagustiniana.edu.co); . <sup>2</sup>Universidad Militar Nueva Granada, km 2 vía Cajicá Zipaquirá. Colombia-Bogotá. 250247. Correo electrónico: (OB) [oscar.bernal@unimilitar.edu.co](mailto:oscar.bernal@unimilitar.edu.co); ; (JC) [jorge.carrillo@unimilitar.edu.co](mailto:jorge.carrillo@unimilitar.edu.co), .

## Resumen

Los residuos del mango, resultado de los procesos de transformación de la fruta, normalmente no son procesados debido a que no poseen valor industrial para la producción de jugos, mermeladas, entre otros derivados; situación que contribuye a problemas ambientales cuando no son dispuestos adecuadamente. Por tal motivo se planteó la presente investigación, cuyo objetivo fue aprovechar los residuos de las semillas del mango variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), para la obtención de aceites útiles en la elaboración de productos de repostería. Para llevar a cabo la extracción del aceite, se utilizó un extractor Soxhlet con hexano al 99 % de pureza a un punto de ebullición entre 68 - 75°C. Entre los resultados obtenidos se encontró que el aceite presenta ácido esteárico ( $40,4 \pm 0,01 \text{ g.100 g}^{-1}$ ) en mayor proporción, seguido de oleico ( $33,6 \pm 0,02 \text{ g.100 g}^{-1}$ ), palmítico ( $12,0 \pm 0,01 \text{ g.100 g}^{-1}$ ), linoleico ( $8,1 \pm 0,2 \text{ g.100g}^{-1}$ ), linolénico ( $1,6 \pm 0,02 \text{ g .100g}^{-1}$ ) y ácido araquídico ( $3,0 \pm 0,04 \text{ g .100g}^{-1}$ ). A partir del aceite obtenido se realizaron formulaciones tradicionales de repostería tales como trufas de chocolate, genovesa, ganache y biscuit rápido de chocolate, sustituyendo el 100 % de aceite de girasol comercial. Posteriormente, se probó la aceptación de

Recibido el 23-07-2020 • Aceptado el 20-10-2020.

\*Autor de correspondencia. Correo electrónico: [eileensanz27@gmail.com](mailto:eileensanz27@gmail.com)

los productos, a través de una evaluación sensorial, aplicada a 50 panelistas no entrenados, quienes compararon los productos elaborados con aceite comercial versus los preparados con aceite de almendra de mango; siendo los de mayor aceptación el ganache (60 %) y las trufas de chocolate (64 %).

**Palabras clave:** Aceite de semilla de mango, ácidos grasos, residuos de mango, trufas de chocolate.

### Abstract

The Mango residues, the result of fruit processing processes, are normally not processed because they have no industrial value for the production of juices, jams, among other derivatives; contributing to environmental problems when they are not adequately disposed of. For this reason, this research was raised; the objective of which was to take advantage of the seeds residues of the Tommy Atkins variety mango (*Mangifera indica* L.), for the production of useful oils in the production of pastry products. To carry out the oil extraction, a Soxhlet extractor with hexane of 99 % purity at a boiling point between 68-75 ° C was used. Among the results obtained, it was found that the oil has stearic fatty acid ( $40.4 \pm 0.01 \text{ g.100 g}^{-1}$ ) in a higher proportion, followed by oleic ( $33.6 \pm 0.02 \text{ g.100 g}^{-1}$ ), palmitic ( $12, 0 \pm 0.01 \text{ g.100 g}^{-1}$ ), linoleic ( $8.1 \pm 0.2 \text{ g.100 g}^{-1}$ ), linolenic ( $1.6 \pm 0.02 \text{ g.100 g}^{-1}$ ) and finally arachidic acid ( $3.0 \pm 0.04 \text{ g.100 g}^{-1}$ ). From the oil obtained, traditional formulations for pastry products such as chocolate truffles, Genovese, ganache and quick chocolate biscuit were made, replacing 100 % of commercial sunflower oil. Subsequently, the acceptance of the products was tested, through a sensory evaluation, applied to 50 untrained panelists, who compared the products made with commercial oil versus those made with mango almond oil; the most widely accepted being the use of the latter in ganache (60 %) and chocolate truffles (64 %).

**Keywords:** Mango seed oil, fatty acids, mango residues, chocolate truffles.

### Resumo

Resíduos de manga, resultantes de processos de transformação de frutas, normalmente não são processados por não possuírem valor industrial para a produção de sucos, geléias, entre outros derivados; situação que contribui para os problemas ambientais quando não são descartados de forma adequada. Por esse motivo, foi proposta a presente investigação, cujo objetivo foi aproveitar os resíduos das sementes da variedade de manga Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), para obter óleos úteis no preparo de produtos de confeitaria. Para realizar a extração do óleo, foi utilizado um extrator Soxhlet com hexano de 99% de pureza com ponto de ebulição entre 68 - 75 ° C. Dentre os resultados obtidos, constatou-se que o óleo apresenta ácido esteárico ( $40,4 \pm 0,01 \text{ g.100 g}^{-1}$ ) em maior proporção, seguido do ácido oleico ( $33,6 \pm 0,02 \text{ g.100 g}^{-1}$ ), palmítico ( $12,0 \pm 0,01 \text{ g.100 g}^{-1}$ ),

linoléico ( $8,1 \pm 0,2 \text{ g.}100 \text{ g}^{-1}$ ), linolénico ( $1,6 \pm 0,02 \text{ g.}100 \text{ g}^{-1}$ ) e ácido araquídico ( $3,0 \pm 0,04 \text{ g.}100 \text{ g}^{-1}$ ). A partir do óleo obtido, foram feitas formulações de confeitaria tradicionais como trufas de chocolate, Genovese, ganache e biscoito de chocolate rápido, em substituição ao óleo de girassol 100 % comercial. Posteriormente, a aceitação dos produtos foi testada, por meio de uma avaliação sensorial, aplicada a 50 provadores não treinados, que compararam os produtos elaborados com óleo comercial versus os fabricados com óleo de amêndoa de manga; os mais aceitos são ganache (60 %) e trufas de chocolate (64 %).

**Palavras-chave:** óleo de semente de manga, ácidos graxos, resíduos de manga, trufas de chocolate.

## Introducción

El mango es una de las variedades de frutas tropicales de mayor producción, ocupando el 52 % del total de las principales frutas tropicales a nivel mundial (FAO, 2018). En Colombia, la zonificación de mayor productividad del sector manguicultor está representada por la zona centro y costa caribe, siendo los departamentos con mayores hectáreas cultivadas, Cundinamarca (7.260 ha), seguido de Tolima (7.028 ha) y el Magdalena (2.858 ha), representando el 68 % del total de área sembrada en el país, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2020). Dentro del territorio colombiano se cultivan muchas variedades de mango, siendo las más destacadas: Tommy Atkins (20 %) y Keitt (11 %). (Corrales *et al.*, 2014). La variedad Tommy Atkins se caracteriza por su dulzura, sabor, olor y es considerada unas de las variedades abundantes en el país (Corpoica; Asohofrucol, 2013).

La comercialización del mango es muy popular debido a su composición nutricional presentando calorías

## Introduction

Mango is one of the highest producing tropical fruit crops, accounting for 52 % of the world's top tropical fruits (FAO, 2018). In Colombia, the area with the highest mango productivity is in the center of the country and the Caribbean coast, being the departments with the largest cultivated hectares, Cundinamarca (7.260 ha), followed by Tolima (7.028 ha) and Magdalena (2.858 ha), representing 68 % of the total area sown in the country, according to the National Administrative Department of Statistics (DANE, 2020). Within the colombian territory many varieties of mango are cultivated, the most prominent being: Tommy Atkins (20 %) and Keitt (11 %) (Corrales *et al.*, 2014). The Tommy Atkins variety is characterized by its sweetness, taste and smell; it is one of the most abundant varieties in the country (Corpoica; Asohofrucol, 2013).

Mango marketing is very popular due to its nutritional composition presenting 60 calories, 83 % water, proteins 0.4 g.100 g<sup>-1</sup>, lipids 0.2 g.100 g<sup>-1</sup>, carbohydrates 15.9 g.100 g<sup>-1</sup>, fiber 1 g.100 g<sup>-1</sup>, ash

(60 cal), agua (83 %), proteínas (0,4 g.100 g<sup>-1</sup>), lípidos (0,2 g.100 g<sup>-1</sup>), carbohidratos (15,9 g.100 g<sup>-1</sup>), fibra (1 g.100 g<sup>-1</sup>), cenizas (0,5 g.100 g<sup>-1</sup>), tiamina (0,03 mg.100 g<sup>-1</sup>), riboflavina (0,05 mg.100 g<sup>-1</sup>), niacina (0,39 mg.100 g<sup>-1</sup>) y ácido ascórbico (1,8 mg.100 g<sup>-1</sup>) (Sumaya *et al.*, 2012). Por ser una fruta muy apetecible y con grandes aportes nutricionales es considerada materia prima para las industrias de alimentos, quienes utilizan principalmente la pulpa y desechan el bagazo, semillas y piel, representando entre un 40 a 60 % de la masa total de la fruta (Jahurul *et al.*, 2015; Nzikou *et al.*, 2010).

Específicamente, la almendra de mango, ha sido objeto de estudio para diferentes variedades, debido a su contenido graso que oscila entre 8,5 % y 10,4 % según la variedad. (Muchiri *et al.*, 2012; Sogi *et al.*, 2013). Así mismo, su composición lipídica le hace tener un potencial en las aplicaciones de la industria chocolatera, como sustituto de la manteca de cacao en la elaboración de confites y en la elaboración del chocolate. (Nzikou *et al.*, 2010; Bustamante *et al.*, 2010), convirtiéndolo en una alternativa para la obtención de nuevas fuentes de aceites, debido a que sus características químicas permiten diversas aplicaciones en la industria de alimentos. Razón por la cual el objetivo de presente estudio fue evaluar los residuos de las semillas específicamente la almendra de mango de la variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.), para la obtención de aceites y su aplicación en la elaboración de

0.5 g.100 g<sup>-1</sup>, thiamin 0.03 mg.100 g<sup>-1</sup>, riboflavin 0.05 mg.100 g<sup>-1</sup>, niacin 0.39 mg.100 g<sup>-1</sup> and ascorbic acid 1.8 mg.100 g<sup>-1</sup> (Sumaya *et al.*, 2012). Being a very appetizing fruit and with great nutritional contributions is considered a raw material for the food industries, who mainly use pulp and discard bagasse, seeds and skin, representing between 40 to 60 % of the total mass of the fruit (Jahurulet *et al.*, 2015; Nzikou *et al.*, 2010).

Mango almonds of different varieties have been studied, due to their fat content ranging between 8.5 % and 10.4 % (Muchiriet *al.*, 2012; Sogiet *al.*, 2013). Likewise, its lipid composition makes it have a potential in the applications of the chocolate industry, as a substitute for cocoa butter in the confectionery and chocolates production (Nzikou *et al.*, 2010; Bustamante *et al.*, 2010). Mango almonds are an alternative for obtaining new sources of oils, because their chemical characteristics allow various applications in the food industry. Therefore, the objective of this study was to evaluate the oil obtained from the almond of the Tommy Atkins mango seed (*Mangifera indica* L.), for the production of pastry products, in order to take advantage of its industrialization potential.

## Materials and methods

### Raw material

Samples of mango (*Mangifera indica* L.) Tommy Atkins seeds were used, supplied by the juice processing company "Mandarin", located in Bogotá, Colombia. The almonds

productos de repostería y de esta manera, aprovechar tecnológicamente las almendras del mango variedad Tommy Atkins.

## Materiales y métodos

### Materia prima

Se utilizaron muestras de semillas de Mango (*Mangifera indica* L.) de la variedad Tommy Atkins, suministradas por la empresa procesadora de jugos Mandarín, ubicada en la ciudad de Bogotá, Colombia. La obtención de las almendras se realizó siguiendo el método reportado por Tapia *et al.* (2013) con modificaciones en la desinfección y tamaño de la partícula. Las semillas fueron lavadas con agua para eliminar los residuos de pulpa adheridos al endocarpio duro y fibroso, se extrajo la almendra de manera manual y se sumergieron en una solución con ácido peracético proporción 1:3 (v/v) para su desinfección.

Posteriormente, las almendras fueron secadas en un horno con principio de convección forzada (Marca Isotherm, modelo OFA-110-9), calentado a 55 °C durante 15 horas hasta llegar a una humedad final de 10 a 11 %. Una vez secas las almendras, se molió y tamizó hasta obtener una harina con un tamaño de partícula de 0,250 mm para una eficiente extracción del aceite.

### Extracción del aceite

Se realizaron cinco extracciones, utilizando 100 g de harina de la almendra de mango para cada una, empleando como solvente extractor hexano al 99 % (Merck, grado reactivo)

was obtained following the method reported by Tapia *et al.* (2013) with modifications in disinfection and particle size. The seeds were washed with water to remove the pulp residues adhered to the hard and fibrous endocarp. The almond was extracted manually and they were immersed in a solution with peracetic acid, ratio 1:3 (v/v) for disinfection.

Subsequently, the almonds were dried at 55 °C for 15 hours up to 10 to 11 % humidity, using a forced convection oven (Isotherm brand, model OFA-110-9). Once the almonds were dry, they were ground and sieved until obtaining flour with a particle size of 0,250 mm for efficient oil extraction.

### Oil extraction

Five extractions were performed, using 100 g of mango almond flour in each one and a 99 % hexane extracting solution (Merck, reagent grade). The extractions were carried out at a boiling point between 68 and 75 °C with reflux for eight (8) hours in a Soxhlet equipment. Solvent recovery was carried out by distillation on a rotary evaporator (Heidolph Brand). The extract was dried for 30 min at 110 °C in an oven (Isotherm brand, model OFA-110-9) until the residual solvent was eliminated (AOAC, 2002).

### Proximal analysis of mango almond flour

The proximal analysis consisted of the quantification of moisture (Gravimetry), protein (International Organization for Standardization, 2009), dietary fiber (AOAC, 2003), fat (Colombian Institute of Technical Standards and Certification, 1973),

y un punto de ebullición entre 68 y 75 °C con reflujo de ocho (8) horas en un equipo Soxhlet, la recuperación del solvente se realizó por destilación en un evaporador rotatorio (Marca Heidolph). El extracto fue sometido a un secado por 30 min a 110°C en un horno (Marca Isotherm, modelo OFA-110-9) hasta eliminar el solvente residual (AOAC, 2002).

### **Análisis proximal de la harina de la almendra de mango**

El análisis proximal consistió en la cuantificación de humedad (Gravimetría), proteína (International Organization for Standardization, 2009), fibra dietaria (Association of Official Analytical Chemists, 2003), grasa (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 1973), cenizas (American Association of Cereal Chemists, 2001), almidón (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2009), y los carbohidratos totales fueron obtenidos por diferencia. El análisis se llevó a cabo por triplicado por un laboratorio certificado (ENZIPAN, Bogotá, Colombia).

### **Caracterización física y química del aceite**

Los parámetros determinados fueron: densidad (Norma técnica colombiana 254:1998) acidez (Norma técnica colombiana 440:1971), índice de peróxidos (AOAC 965.33; 1969), índice de yodo (Norma técnica colombiana 283:1998), punto de fusión (Norma técnica colombiana 5033:2016), índice de saponificación (Norma técnica colombiana 335:2019) y perfil de ácidos grasos (ISO 12966-1), los cuales se realizaron por

ashes (American Association of Cereal Chemists, 2001) and starch (Colombian Institute of Technical Standards and Certification, 2009); total carbohydrates were obtained by difference. The analysis was carried out in triplicate by a certified laboratory (ENZIPAN, Bogotá, Colombia).

### **Physical and chemical characterization of the oil**

The parameters determined were: density (NTC 254: 1998) acidity (NTC 440: 1971), peroxide value (AOAC 965.33; 1969), iodine value (NTC 283: 1998), melting point (NTC 5033: 2016), saponification value (NTC 335: 2019) and fatty acid profile (ISO 12966-1), which were performed in triplicate in a certified laboratory (ENZIPAN, Bogotá, Colombia).

### **Pastry Products: formulation and processing**

Four (4) pastry products were made: chocolate truffles, Genovese, ganache and quick chocolate biscuit. For the elaboration of the products, traditional formulations were used (Table 1). On the one hand, the total replacement of the commercial fat was carried out with the oil obtained from the mango almond; and on the other hand, products were made with 100% commercial fat (Gisslen, 2014).

The sensory acceptance of the bakery products was carried out with an untrained panel of 50 people (non-probabilistic sample for convenience), in a lighted, silent and odor-free place. The attributes evaluated were smell, color, flavor and texture. A five (5) point hedonic scale was used: 1: I dislike it, 2: I dislike it a lot, 3: I don't

triplicado en un laboratorio certificado (ENZIPAN, Bogotá, Colombia).

### Productos de Repostería: formulación y procesamiento

Se elaboraron cuatro (4) productos de repostería: trufas de chocolate, genovesa, ganache y biscuit rápido de chocolate. Para la elaboración de los productos se utilizaron formulaciones tradicionales (Cuadro 1) realizando el reemplazo total de grasa comercial por el aceite de almendra de mango obtenido y productos con el 100 % de grasa comercial, siguiendo el método descrito por Gisslen. (2014).

like it, nor do I dislike it, 4: I like it, 5: I like it a lot (Carpenter; 2009).

### Statistic analysis

An analysis of variance (ANOVA) was applied to calculate the significant differences between the products, at a probability level of 5% ( $p < 0.05$ ) using the Minitab statistical package, version 18.0.

## Results and discussion

### Proximal analysis of the mango almond flour

Table 2 presents the results

### Cuadro 1: Formulaciones utilizadas en la elaboración de los productos de repostería.

**Table 1: Formulations used in the preparation of confectionery products.**

Ingredientes	Formulación (%)			
	Biscuit de chocolate	Genovesa	Ganache de Chocolate	Trufas de chocolate
Harina de trigo	17	29	0	0
Azúcar	20	37	0	3
Aceite (Grasa)	10	12	22	6
Cacao	7	0	0	0
Glucosa	0	0	0	0
Crema de leche	17	0	13	17
Leche entera	21	0	0	0,43
Huevos	0	24	0	0
sal	0	0,2	0	0
Chocolate	8	0	65	69
Frutos secos	0	0	0	4,3

Evaluación de la aceptabilidad sensorial.

Sensory evaluation

La aceptación sensorial de los productos de repostería se llevó a cabo con un panel no entrenado de 50

obtenidos en el análisis proximal de la harina obtenida de Tommy Atkins mango almendras.



personas (muestra no probabilística por conveniencia), en un lugar iluminado, silencioso y libre de olores. Los atributos evaluados fueron olor, color, sabor y textura. Se empleó una escala hedónica de cinco (5) puntos: siendo 1: me disgusta, 2: me disgusta mucho, 3: no me gusta ni me disgusta, 4: me gusta, 5: me gusta mucho, determinando así el grado de aceptabilidad sensorial para cada producto (Carpenter; 2009).

### **Análisis estadístico**

A los datos obtenidos se les aplicó un análisis unidireccional de varianza (ANOVA), para calcular las diferencias significativas entre los productos, a un nivel de probabilidad del 5 % ( $p < 0,05$ ) empleando el paquete estadístico Minitab versión 18.0.

## **Resultados y discusión**

### **Análisis proximal de la harina de las almendras de mango**

En el cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos en el análisis proximal de la harina obtenida con las almendras de mango variedad Tommy Atkins.

Se obtuvo un contenido de fibra de  $2,44 \pm 0,09$  g.100 g<sup>-1</sup>, menor a los encontrados para las variedades Alphonso, 6,42 g.100 g<sup>-1</sup> (Gutiérrez *et al.*, 2015) y lorito 6,0 g.100 g<sup>-1</sup> (Hernández *et al.*, 2016).

De la misma manera, el porcentaje de humedad obtenido en la harina de almendras de mango ( $43,5 \pm 2,47$  g.100 g<sup>-1</sup>) es menor a los reportados en mango de la variedad Manila 80,20 g.100 g<sup>-1</sup> (Tapia *et al.*, 2013) y la variedad Alphonso 45,43 g.100 g<sup>-1</sup> (Gutiérrez *et al.*, 2015).

A fiber content of  $2.44 \pm 0.09$  g.100 g<sup>-1</sup> was obtained, lower than those found for the varieties Alphonso, 6.42 g.100 g<sup>-1</sup> (Gutiérrez *et al.*, 2015) and Lorito, 6.0 g.100 g<sup>-1</sup> (Hernández *et al.*, 2016).

In the same way, the percentage of moisture obtained in the mango almond flour ( $43.5 \pm 2.47$  g.100 g<sup>-1</sup>) is lower than those reported in the Manila variety 80.20 g.100 g<sup>-1</sup> (Tapia *et al.*, 2013) and the variety Alphonso 45.3 g.100 g<sup>-1</sup> (Gutiérrez *et al.*, 2015).

The protein component ( $5.20 \pm 0.20$  g.100 g<sup>-1</sup>), was lower than those obtained in Alphonso 6.17 g.100 g<sup>-1</sup> (Gutiérrez *et al.*, 2015), Manila (6.23 g.100 g<sup>-1</sup>) and Haden (5.46 g.100 g<sup>-1</sup>) varieties as reported by Bustamante *et al.* (2010).

The fat values obtained ( $9.93 \pm 0.84$  g.100 g<sup>-1</sup>) are higher than the content reported in the Alphonso variety 7.57 g.100 g<sup>-1</sup> (Gutiérrez *et al.*, 2015). Although they do not present values as high as those obtained in the Manzano variety 11.3 g.100 g<sup>-1</sup> and Rosa variety 11.8 g.100 g<sup>-1</sup> (Hernández *et al.*, 2016). Some research indicates the quality of mango almond flour for the extraction of essential oils (Nzikou *et al.*, 2010).

The ashes presented values of 2.30 g.100 g<sup>-1</sup>, similar to those reported by Nzikou *et al.* (2010) in mango. In contrast, these values are lower than those found in the Alphonso variety 2.48 g.100 g<sup>-1</sup> (Gutiérrez *et al.*, 2015) and mangoes of the genus *Mangifera* from Nigeriawith 2.62 g.100 g<sup>-1</sup> (Fowomola 2010).



El componente proteico ( $5,20 \pm 0,20 \text{ g.100 g}^{-1}$ ), resultó inferior a los obtenidos en semillas de mango variedad Alphonso  $6,17 \text{ g.100 g}^{-1}$ . (Gutiérrez *et al.*, 2015) y a las variedades Manila ( $6,23 \text{ g.100 g}^{-1}$ ) y Haden ( $5,46 \text{ g.100 g}^{-1}$ ) reportadas por Bustamante *et al.* (2010).

The carbohydrate content presents a value similar to those reported for the Alphonso variety,  $31.93 \text{ g.100 g}^{-1}$  (Gutiérrez *et al.*, 2015).

The differences found in the proximal analysis of the flours could be due to the properties of

**Cuadro 2: Análisis proximal de la harina de las almendras de los mangos variedad Tommy Atkins.**

**Table 2: Proximal analysis of Tommy Atkins mango almond flour.**

Parámetros*	Porcentaje (%)
Fibra cruda	$2,44 \pm 0,09$
Humedad	$43,5 \pm 2,47$
Proteína	$5,20 \pm 0,20$
Grasas	$9,93 \pm 0,84$
Cenizas	$2,30 \pm 0,24$
Almidón	$51,75 \pm 0,20$
Carbohidratos totales	36,63

\*Los valores se expresan en peso seco. Los datos son la media  $\pm$  desviación estándar.

\* Values are expressed in dry weight, from the mean  $\pm$  standard deviation.

Los valores de grasa obtenidos ( $9,93 \pm 0,84 \text{ g.100 g}^{-1}$ ) son mayores al contenido reportado en mangos variedad Alphonso  $7,57 \text{ g.100 g}^{-1}$  (Gutiérrez *et al.*, 2015). Aunque no presentan valores tan altos como los obtenidos en las variedades Manzano  $11,3 \text{ g.100 g}^{-1}$  y Rosa  $11,8 \text{ g.100 g}^{-1}$  (Hernández *et al.*, 2016); diversas investigaciones señalan la calidad de la harina de almendra de mango para la extracción de aceites esenciales a partir de dichas semillas (Nzikou *et al.*, 2010).

Las cenizas presentaron valores de  $2,30 \text{ g.100 g}^{-1}$ , similares a los reportados

the soil, climate, temperature, the variety used in this study, the state of maturation of the fruit and the conditions of the seeds.

**Physical and chemical characterization of the oil extracted from the mango almond**

The acidity value is lower ( $1.6 \pm 0.2 \%$ ) than that reported in Manila ( $3.11 \%$ ), Keitt ( $2.17 \%$ ) and Kent ( $2.5 \%$ ) varieties (Bustamante *et al.*, 2010).

The iodine value ( $94.2 \pm 0.01 \%$  of absorbed iodine) is considered higher than that reported for the stearins present in the Manila variety ( $32.84$

por Nzikou *et al.* (2010) en mango, y menores a los hallados en mangos de la variedad Alphonso 2,48 g.100 g<sup>-1</sup> (Gutiérrez *et al.*, 2015) y mangos del género *Mangifera* de Nigeria con un 2,62 g.100 g<sup>-1</sup> (Fowomola 2010).

El contenido de carbohidratos presenta un valor similar a los reportados para la variedad de mango Alphonso 31,93 g.100 g<sup>-1</sup> (Gutiérrez *et al.*, 2015).

Las diferencias encontradas en el análisis proximal de las harinas pudieran deberse a las características agronómicas del cultivo en cuanto a las propiedades del suelo, clima y temperatura; la variedad empleada para el estudio y al estado de maduración del fruto y semillas utilizadas.

### **Caracterización física y química del aceite extraído de la almendra de mango**

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en la caracterización física y química del aceite extraído de la almendra de mango los cuales determinan y garantizan la calidad del aceite extraído.

El índice de acidez obtenido presenta en promedio un valor menor (1,6 ± 0,2 %), al reportado en mangos variedades Manila (3,11 %), Keitt (2,17 %) y Kent (2,5 %). (Bustamante *et al.*, 2010).

El valor de índice de yodo obtenido (94,2 ± 0,01 % de yodo absorbido) se considera mayor al reportado para las estearinas presentes en mangos de la variedad Manila (32,84 %) de yodo absorbido (Bustamante *et al.*, 2010). Sin embargo, los altos valores

(Bustamante *et al.*, 2010). These high values reveal a lower resistance to oxidation, causing a shorter oil life (Kittiphoom, 2012).

The saponification value represents the average molecular mass of fats and shows the quality of the oil for human consumption; the value obtained (161 ± 0.33 mg KOH.g<sup>-1</sup> fat) is lower when compared with that reported in Kibangou variety, 207,5 mg KOH.g<sup>-1</sup> fat (Nzikou *et al.*, 2010) and Manila variety 201.33 mg KOH.g<sup>-1</sup> fat (Bustamante *et al.*, 2010).

The peroxide value (2.6 ± 0,1 meq O<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>) and the melting temperature (21.5 ± 0.2 °C) obtained are lower when compared with those reported for the Alphonso variety, 7.5 meq O<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup> and 38.3 °C, respectively (Gutiérrez *et al.*, 2015).

The fatty acid composition (Table 4) of the oil extracted from the Tommy Atkins mango almond, showed a high content of stearic acid (40.4 ± 0,01 g.100 g<sup>-1</sup>), which was higher than that obtained by Lieb *et al.* (2019) in mango of the same variety (38.5 ± 3.0 g.100 g<sup>-1</sup>). The palmitic acid content (12.0 ± 0.01 g.100 g<sup>-1</sup>) is higher than that reported by Hernández *et al.* (2016) in the Rosa (6.17 g.100 g<sup>-1</sup>) and Lorito (8,27 g.100 g<sup>-1</sup>) varieties.

The oleic acid content was similar to obtained in the stearins of the Kent and Keitt varieties (33.5 g.100 g<sup>-1</sup>), as reported by Bustamante *et al.* (2010); however, this value was lower than that obtained in the Tommy Atkins variety (44 ± 1.7 g.100 g<sup>-1</sup>) according to the published by Lieb *et al.* (2019).

de índice de yodo revelan una menor resistencia a la oxidación conduciendo así a una menor vida útil del aceite (Kittiphoom, 2012).

The content of linoleic acid (8.1 g.100 g<sup>-1</sup>) was higher than the value reported by Lieb (2019) for the oil obtained from the Keiit (6,0 g.100 g<sup>-1</sup>)

**Cuadro 3: Características físicas y químicas del aceite de almendra de mango de la variedad Tommy Atkins.**

**Table 3: Physical and Chemical Characteristics of Tommy Atkins Mango Almond Oil.**

Parámetros	Aceite de almendra de mango variedad Tommy Atkins
Densidad (g.mL <sup>-1</sup> )	0,9 ± 0,01
Acidez (%)	1,6 ± 0,2
Índice de yodo( % yodo absorbido)	94,2 ± 0,01
Índice de saponificación (mg OH.g <sup>-1</sup> de grasa)	161 ± 0,33
Índice de peróxidos (meq O <sub>2</sub> .kg <sup>-1</sup> )	2,6 ± 0,1
Punto de fusión (°C)	21,5 ± 0,2

\*Todos los valores fueron medidos por triplicado y expresan la media ± desviación estándar.

\*All values were measured in triplicate and express the mean ± standard deviation.

El índice de saponificación representa la masa molecular promedio de las grasas y demuestra la calidad del aceite para el consumo humano, el valor obtenido (161 ± 0,33 mg KOH.g<sup>-1</sup> de grasa) es menor al compararlo con lo reportado en mangos variedad Kibangou 207,5 mg KOH.g<sup>-1</sup> de grasa (Nzikou *et al.*, 2010) y Manila 201,33 mg KOH.g<sup>-1</sup> de grasa (Bustamante *et al.*, 2010).

Los valores de índice de peróxidos (2,6 ± 0,1 meq O<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>) y la temperatura de fusión (21,5 ± 0,2°C) obtenidos, son menores al compararlo con los reportados para la variedad Alphonso, 7,5 meq O<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup> y 38,3°C, respectivamente (Gutiérrez *et al.*, 2015).

and Palmero (5,7 g.100 g<sup>-1</sup>) varieties.

The ratio of saturated and unsaturated fatty acids of the almond indicates a higher proportion of saturated fats (55.55 ± 0.21 g.100 g<sup>-1</sup>) compared to the unsaturated (43.98 ± 0.92 g.100 g<sup>-1</sup>). Despite the small differences obtained in the proportions, it is evident that Tommy Atkins mango almonds can be considered a useful source of edible natural fats, because they do not contain trans fatty acids that affect health (Jahurul *et al.*, 2015).

**Assessment of sensory acceptability**

Figure 1 shows the values obtained for each attribute measured in the sensory evaluation of pastry products

En lo que se refiere a la composición de ácidos grasos (Cuadro 4) presente en el aceite extraído de la almendra de mango variedad Tommy Atkins, se determinó un alto contenido de ácido esteárico ( $40,4 \pm 0,01 \text{ g.100g}^{-1}$ ), mayor al obtenido por Lieb *et al.* (2019) en mango de la misma variedad ( $38,5 \pm 3,0 \text{ g.100 g}^{-1}$ ). El contenido de ácido palmítico ( $12,0 \pm 0,01 \text{ g.100 g}^{-1}$ ) es mayor al reportado por Hernández *et al.* (2016) en mango variedades Rosa ( $6,17 \text{ g.100 g}^{-1}$ ) y Lorito ( $8,27 \text{ g.100 g}^{-1}$ ).

El contenido de ácido oleico obtenido presenta valores similares para las estearinas de las variedades Kent y Keitt ( $33,5 \text{ g.100 g}^{-1}$ ), reportado por Bustamante *et al.* (2010) y menor al obtenido en mango variedad Tommy Atkins ( $44 \pm 1.7 \text{ g.100 g}^{-1}$ ) publicado por Lieb *et al.* (2019).

Se obtuvo un contenido de ácido linoleico ( $8.1 \text{ g.100 g}^{-1}$ ), mayor al valor reportado por Lieb (2019) para el aceite obtenido en las variedades Keitt ( $6.0 \text{ g.100 g}^{-1}$ ) y Palmero ( $5.7 \text{ g.100 g}^{-1}$ ).

La relación de ácidos grasos saturados / insaturados obtenidos de la almendra de las semillas de mango, indican una mayor proporción de grasas saturadas ( $55.55 \pm 0.21 \text{ g.100 g}^{-1}$ ) que de insaturadas ( $43.98 \pm 0.92 \text{ g.100 g}^{-1}$ ). A pesar de las pequeñas diferencias obtenidas en las proporciones, es evidente que las almendras de mango variedad Tommy Atkins, pueden ser consideradas una fuente útil de grasas naturales comestibles, debido a que no contiene ácidos grasos trans que afecten la salud (Jahurul *et al.*, 2015).

made with commercial oil versus those made with mango almond oil. The pastry product with the highest sensory acceptance in terms of smell was Genovese prepared with commercial oil, followed by chocolate ganache, representing 80 and 76 %, respectively, of the evaluation panel.

The product with the lowest sensory acceptance was the chocolate biscuit prepared with both commercial oil (8 %) and mango almond oil (4 %). The panelists commented that it was possible to perceive a strong and penetrating smell in the preparations where mango almond oil was used; this observation is attributable to the chemical reactions of this oil with the other ingredients of the preparation, such as sugar and cocoa (Surco and Alvarado; 2011).

Genovese prepared with commercial oil presented greater sensory acceptance in terms of color, representing 64 %, followed by chocolate ganache made with mango almond oil (60 %), and in a third place, the chocolate biscuit prepared with both oils, representing 56 % of the total of evaluators panelists.

On the other hand, Genovese and chocolate truffles prepared with commercial oil showed good acceptance in terms of their flavor, with a value of 68 % for both products, followed by chocolate truffles prepared with mango almond oil (50 %).

The texture is another determining factor in the preparations, since the fat content used in the preparation can generate a greater softness or hardness in the product (Sogi *et al.*, 2013). Genovese and chocolate

**Cuadro 4: Composición de ácidos grasos presentes en el aceite de almendra de mango variedad Tommy Atkins.****Table 4: Composition of the fatty acids in Tommy Atkins mango almond oil.**

Ácido graso	Aceite de almendra de mango variedad Tommy Atkins (g.100 g <sup>-1</sup> )
Ácido Palmítico (C16:0)	12,0 ± 0,01
Ácido Esteárico (C18:0)	40,4 ± 0,01
Ácido Oleico (C18:1)	33,6 ± 0,02
Ácido Linoleico (C18:2)	8,1 ± 0,2
Ácido Linolénico (C18:3)	1,6 ± 0,02
Ácido Araquídico (C20:0)	3,0 ± 0,04
Total saturados	55,55 ± 0,21
Total monoinsaturados	33,6 ± 0,02
Total poliinsaturados	9,92 ± 0,44
Total insaturados	43,98 ± 0,92

\*Todos los valores fueron medidos por triplicado ± desviación estándar expresados en porcentaje (%).

\*All values were measured in triplicate ± standard deviation expressed in percentage (%).

**Evaluación de la aceptabilidad sensorial**

En la figura 1 se muestra los puntajes obtenidos para cada atributo medido en la evaluación sensorial de los productos de repostería elaborados con aceite comercial versus los preparados con aceite de almendra de mango. El producto de repostería con mayor aceptación sensorial en cuanto al atributo de olor, es la genovesa preparada con aceite comercial seguido del ganache de chocolate, representando el 80 %, equivalente a 40 personas del panel evaluador y el 76 %, respectivamente.

El producto con menor aceptación sensorial es el biscuit de chocolate para ambas preparaciones con aceite comercial (8 %) y aceite de almendra de mango (4 %), los panelistas comentaron

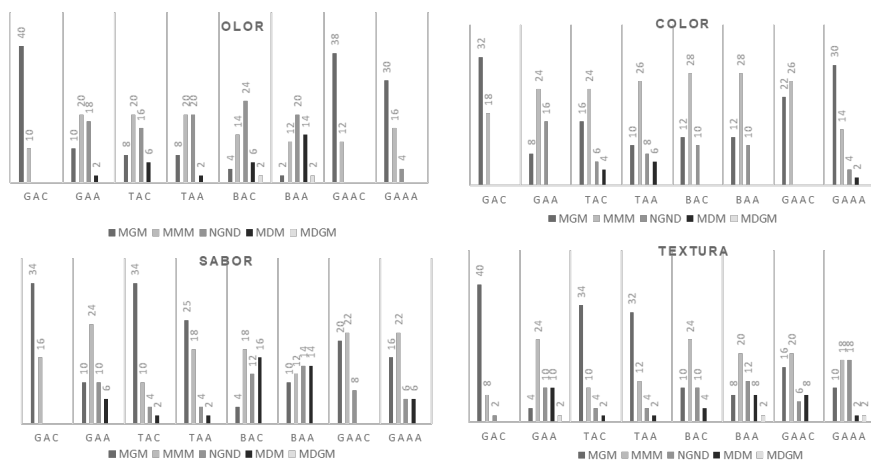
truffles made with commercial oil showed the highest acceptance (80 and 68 %, respectively), followed by chocolate truffles made with mango almond oil (64 %). Similar results were reported by Bustamante *et al.* (2010), in covered and filled with chocolate. Additionally, the authors point out that mango almond oil is a useful substitute in the preparation of such products.

**Conclusions**

The characterization of the oil obtained from the mango almond, presented fatty acids free of trans fats, with an important nutritional contribution and useful for the elaboration of pastry products. The product prepared with commercial oil

que se lograba percibir un olor fuerte, penetrante, en las preparaciones donde se utilizó aceite de almendra de mango, está observación es atribuible a las reacciones químicas del aceite con los demás ingredientes como el azúcar y el cacao en la preparación (Surco y Alvarado; 2011).

that presented the greatest sensory acceptance is Genovese. Ganache and chocolate truffles were the products with the highest sensory acceptance when using mango almond oil. Despite the sensory differences found in pastry products, the oil from the mango almond turned out to be a



**Figura 1: Evaluación sensorial de productos de repostería elaborados con aceite comercial y aceite de almendra de mango variedad Tommy Atkins.** GAC: genovese con aceite comercial, GAA: genovese con aceite de almendra; TAC: trufas con aceite comercial, TAA: trufas con aceite almendra; BAC: biscuit con aceite comercial; BAA: biscuit con aceite de almendra; GAAC: ganache con aceite comercial; GAAA: ganache con aceite almendra. MGM (5): me gusta mucho, MMM (4): me gusta moderadamente; NGND (3): ni me gusta ni me disgusta; MDM (2): me disgusta moderadamente; MDGM (1): me disgusta mucho.

**Figure 1: Sensory evaluation of confectionery products made with commercial oil and Tommy Atkins mango almond oil.** GAC: Genovese with commercial oil; GAA: Genovese with mango almond oil; TAC: truffles with commercial oil; TAA: truffles with mango almond oil; BAC: biscuit with commercial oil; BAA: biscuit with mango almond oil; GAAC: commercial oil ganache; GAAA: ganache with mango almond oil; MGM (5): I like it a lot; MMM (4): I like it moderately; NGND (3): I don't like it, I don't dislike it either; MDM (2): I moderately dislike him; MDGM (1): I really dislike it.

La genovesa preparada con aceite comercial presentó mayor aceptación sensorial en cuanto al color, representando el 64 %, seguido del ganache de chocolate elaborado con aceite de almendra de mango (60 %) y en un tercer lugar el biscuit de chocolate para ambas preparaciones representando el 56 % del total de los panelistas evaluadores.

Por otro lado, la genovesa y las trufas de chocolate preparadas con aceite comercial presentaron buena aceptación sensorial del sabor con un valor de (68 %) para ambos productos, seguidos de las trufas de chocolate preparadas con aceite de almendra de mango (50 %).

La textura es otro factor determinante en las preparaciones debido a que el contenido de grasa utilizadas en la elaboración puede generar una mayor suavidad o una mayor dureza en el producto (Sogi *et al.*, 2013). La genovesa y las trufas de chocolate elaboradas con aceite comercial, presentaron mayor aceptación (80 %) y (68 %), respectivamente, seguido de las trufas de chocolate preparadas con aceite de almendra de mango (64 %). Resultados similares fueron reportados por Bustamante *et al.* (2010), en cubiertas y rellenos de chocolate. Adicionalmente, los autores señalan que el aceite de la almendra de mango es un sustituto útil en la preparación de dichos productos.

## Conclusiones

La caracterización del aceite obtenido, presentó ácidos grasos libres

good option for making ganache and chocolate truffles in terms of texture and color.

## Acknowledgments

To the Uniagustiana University for the financing of the INV-2018P-81 Project “Use of the Tommy Atkins mango seed (*Mangifera indica* L.) in fresh and decomposing state, for the production of oil as a partial substitute for trans fats in the process of making pastry products”. To the Nueva Granada Military University for facilitating the use of the equipment for extracting the oil from mango almonds.

### End of English Version

de grasas trans, siendo importante en el aporte nutricional y útil para la elaboración de productos de repostería. El producto preparado con aceite comercial que presentó mayor aceptación sensorial es la genovesa. El ganache y las trufas de chocolate son los productos con mayor aceptación sensorial al ser elaborados con aceite de almendras de mango. A pesar de las diferencias sensoriales encontradas en los productos de repostería, el aceite proveniente de la almendra de mango resultó ser una buena opción para la elaboración de ganache y trufas de chocolate en cuanto a la textura y el color.

## Agradecimientos

A la Universitaria Uniagustiana por el financiamiento del Proyecto INV-2018P-81, titulado



aprovechamiento de la semilla de mango Tommy (*Mangifera indica* L.) en estado fresco y en descomposición para la elaboración de aceite como sustituto parcial de grasas trans en el proceso de elaboración de productos de repostería. A la Universidad Militar Nueva Granada por facilitar el uso de los equipos para la extracción del aceite de las almendras de mango.

## Literatura citada

- AACC International approved methods. 2001. AACC 08-01, Ash-Basic Method. American association of cereal chemists.
- AOAC, Official methods of Analysis. 2000. Washington. Association of Official Analytical Chemists, (16th Ed.).
- AOAC, Official Methods of Analysis. 2000. Oficial method 948.22. Fat (crude) in nuts and nut products.
- Bustamante, SP., G. Vilchis, C. Álvarez, M. Trejo. 2010. 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. Revista electrónica Respyn. Disponible en: <http://www.respyn.unal.mx/especiales/2008/ee-08-2008/.../A068.pdf>, Fecha de consulta: septiembre 2010.
- Carpenter, R., D. Lyon, T. Hasdell. 2009. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Editorial acribia, 2009. 15 pp. isbn 978-84-200-0988-9.
- Corpoica; Asohofrucol. 2013. Modelo Tecnológico para el cultivo del mango en el Valle del alto Magdalena en el Departamento del Tolima Asohofrucol. Disponible: [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_264\\_MP\\_Mango.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_264_MP_Mango.pdf).
- Corrales, A., M. Maldonado, L. Urango, M. Franco, B. Rojano. 2014. Mango de azúcar (*Mangifera indica* L.), variedad de Colombia: características antioxidantes, nutricionales y sensoriales. Rev. Chilena de Nutrición. 41(3): 312-318. Disponible: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182014000300013>
- Departamento administrativo Nacional de Estadística (DANE). 2020. Encuesta nacional agropecuaria (ENA) 2019-I. Boletín técnico, (1):1-38.
- Food and Agriculture Organization. 2018. Disponible: <http://www.fao.org/3/ca5692es/CA5692ES.pdf>
- Fowomola, M. 2010. Some nutrients and antinutrients contents of mango (*Mangifera indica*) seed. African Journal of Food Science. 4(8): 472 – 476.
- Gisslen, W. 2014. Panadería y Pastelería para Profesionales. Editorial Limusa S.A. México D.F.
- Gutiérrez, C., Y. Rivera, R. Gómez, V. Bastidas, C. Izaguirre. 2015. Extracción y caracterización de grasa y almidón de la almendra de mango variedad Alphonso (*Mangifera indica* L.). Rev. Fac Farm. 57(2):32-42.
- Hernández, M., A. Sandoval, J. Montoya. 2016. Características fisicoquímicas de la grasa de semilla de veinte cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) en Colombia. Revista Brasileira de Fruticultura, 38(1):10-21. Disponible: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-297/14>
- International Organization for Standardization. 2009. ISO 1871 - Food and feed products-General guidelines for the determination of nitrogen by the Kjeldahl method”, 2da edition.
- Jahurul, M., I. Zaidul, G. Kashif, Y. Fahad, F. Al-Juhaimi, K. Nyam, N. Norulaini, F. Sahena, A. Mohd. 2015. Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: a review. Food Chem 183:173-180. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.046>

- Kittiphoom, S. 2012. Utilization of Mango seed. *International Food Research Journal*, 19(4): 1325-1335.
- Lieb, V. M., L. Schuster, A. Kronmülle, H. Schmarr, R. Carle; C. Steingass. 2019. Fatty acids, triacylglycerols, and thermal behaviour of various mango (*Mangifera indica* L.) kernel fats. *Rev. Food. Research. Inter.* 116: 527-537. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.070>
- Muchiri, D., S. Mahunga, S. Gituanja. 2012. Studies on mango (*Mangifera indica* L.) kernel fat of some Kenyan varieties in Meru. *Journal of the American oil Chemist's society*,89(9): 1567-1575.
- Nzikou, J., A. Kimbonguila, L. Matos, B. Loumouamou, NP. G. Pambou-Tobi, C. B. Ndangui, A. A. Abena, Th. Silou, J. Scher, y S. Desobry. 2010. Extraction and characteristics of seed kernel oil from mango (*Mangifera indica* L.). *Res. J. Envir. Earth Sci.* 2(1): 31-35.
- Norma técnica colombiana 668.1973 Alimentos y materias primas. Determinación de contenidos de grasa y fibra cruda.
- Official Methods of Analysis of AOAC International. Food Science Evaluation of the AOAC 985-29. 2003. Enzimic gravimetric method for determination of dietary fiber in oat and corn grains. Vol. 53.
- Sogi, D., M. Siddiq, I. Greiby, K. Dolan. 2013. Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of 'Tommy Atkins' mango peel and kernel as affected by drying methods. *Food Chem.* 141: 2649-2655. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.053>
- Sumaya, M., L. Sánchez, M. Torres, G. D. García. 2012. Red de Valor del Mango y Sus Desechos Con Base en Las Propiedades Nutricionales y Funcionales, *Revista Mexicana de Agronegocios*, pp. 826.
- Surco, J. C., J.A. Alvarado. 2011. Estudio estadístico de pruebas sensoriales de harinas compuestas para panificación. *Revista Boliviana de Química*, 28 (2): 79-82. ISSN: 0250-5460. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4263/426339676005>
- Tapia, M., B. Pérez, J. Cavazos, M. Mayett. 2013. 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 Sexta Época.* 32: 258-266.