

Extracción y caracterización del aceite esencial de mango obtenido de residuos agroindustriales

Extraction and characterization of the essential oil of mango obtained
from agroindustrial residues

Dra. C. Yudith González-Díaz^{1*}, <https://orcid.org/0000-0003-1240-1146>,

MSc. Marlys Yanelis Véliz-Jaime², <https://orcid.org/0000-0001-8486-5965>

¹Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería Química y
Agronomía. Universidad de Oriente, Cuba

²Poder Popular Provincial de Santiago de Cuba

*Autor para la correspondencia. correo electrónico yudith@uo.edu.cu

RESUMEN

En los últimos años, la agroindustria nacional ha mostrado un dinamismo significativo, originado por la expansión del mercado de los derivados de frutas. Esta actividad ha conllevado a la generación de una gran cantidad de residuos, los cuales tienen potencialidad como material de partida para la elaboración de productos comerciales con alto valor agregado como: aceites esenciales, aceites fijos y fibras entre otros. El proyecto financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) “Apoyo a la cadena de valor hortofrutícola en la provincia de Santiago de Cuba (PROSANTIAGO)” impulsa la producción de los aceites esenciales a partir de sus recursos naturales. Los aceites esenciales tienen una importante demanda en la industria de alimentos, farmacéutica y de cosméticos. Este trabajo describe la caracterización físico química del aceite esencial de cascara de mango obtenido, mediante arrastre con vapor, a partir de desechos agroindustriales. Se evaluó el efecto de la presión de vapor, estado de madurez del mango, sobre el rendimiento y calidad del aceite esencial. Las condiciones de operación fueron ajustadas de acuerdo con las características de

diseño de la planta de extracción de una industria local. El estado de maduración 3 (pintón) presentó un mayor rendimiento en comparación con el de estado de maduración 2 (verde) y 4 (maduro) y el aceite esencial obtenido con el mango en estado de maduración 4 fue el de más alta calidad.

Palabras clave: aceite esencial; mango; estado de madurez.

ABSTRACT

In recent years, the national agro-industry has shown a significant dynamism, caused by the expansion of the fruit derivatives market. This activity has led to the generation of a large amount of waste, which has potential as a starting material for the production of commercial products with high added value such as: essential oils, fixed oils and fibers among others. The project funded by the Spanish Agency for International Cooperation for Development (AECID) "Support for the fruit and vegetable value chain in the province of Santiago de Cuba (PROSANTIAGO)" promotes the production of essential oils from their natural resources. Essential oils have an important demand in the food, pharmaceutical and cosmetics industries. This work describes the physical and chemical characterization of mango essential oil obtained by steam trawling, from agro industrial waste. The effect of steam pressure, state of ripeness of the mango, on the performance and quality of the essential oil was evaluated. The operating conditions were adjusted according to the design characteristics of the extraction plant of a local industry. The state of maturation 3 presented a higher yield compared to maturity stage 2 (green) and 4 (ripe) and the essential oil obtained with mango in maturity stage 4 was the highest quality.

Keywords: essential oil; mango; state of maturity.

Recibido: 19/11/2019

Aceptado: 20/03/2020

Introducción

En la actualidad la protección del medio ambiente se ha convertido en un tema prioritario por lo que es de suma importancia lograr un aprovechamiento racional de los subproductos agroindustriales. El aprovechamiento racional de los materiales residuales puede brindar rendimientos económicos que pueden contribuir a minimizar los gastos que supone la gestión de residuos. ⁽¹⁾

Por lo tanto, es necesaria la realización de estudios que potencien el desarrollo de procesos tecnológicos económicos, eficaces y rentables, que incentiven la utilización de los desechos como una fuente de materias primas adecuadas para la obtención de productos de alto valor agregado.

Los aceites volátiles o aceites esenciales se definen como mezclas con componentes volátiles, las cuales se producen debido al metabolismo secundario de las plantas, estas sustancias aromáticas solo se encuentran en la naturaleza y son las responsables de las fragancias de las flores y órganos vegetales. ⁽²⁾

Los usos de los aceites esenciales dependen de sus componentes mayoritarios, la presencia o ausencia de unos u otros depende de características como: condiciones geobotánica, método de cultivo, época de recolección de la planta, método de almacenamiento del material vegetal, método de obtención del aceite, edad de la planta. ⁽³⁾

Es por esto que el proyecto Apoyo a la cadena de valor hortofrutícola en la provincia de Santiago de Cuba (PROSANTIAGO) se enfoca en la producción de un producto industrializado no tradicional, como lo es el aceite esencial, y la mejora de bienes y servicios en torno a esta cadena.

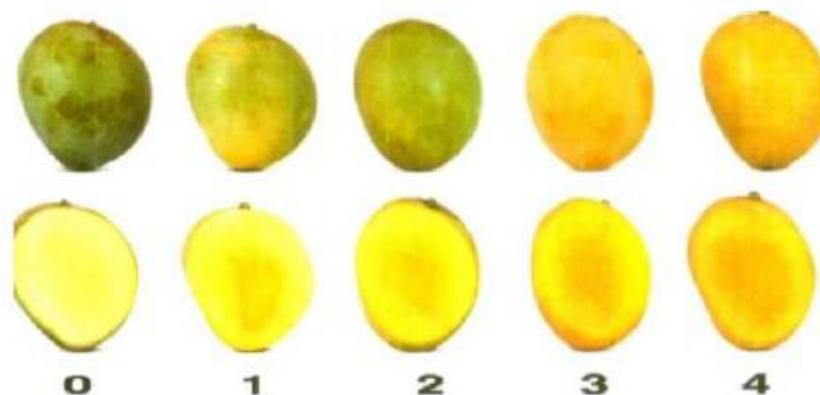
Durante el procesamiento y comercialización, el mango y los desechos generados son una fuente importante de compuestos bioactivos de alto valor agregado, como fibra dietaría, micronutrientes, polifenoles y carotenoides. Su estudio puede realizar con un trabajo multidisciplinario de investigación, innovación, transferencia de tecnología, desarrollo de estudios de mercado y planes de negocio. ⁽⁴⁾

En este trabajo se realizó un estudio para la obtención de aceites esenciales a partir de cáscara de mango para crear un producto con valor agregado a partir de un residuo agroindustrial.

Por lo anteriormente explicado el objetivo fundamental del trabajo fue determinar la influencia del grado de maduración del mango bizcochuelo en las características físico químicas del aceite esencial obtenido de la cáscara de mango.

Métodos utilizados

El aceite esencial fue obtenido por la técnica de arrastre de vapor a partir de la cáscara de mangos bizcochuelos. Para su selección se tuvo en cuenta el estado de maduración según el color y se trabajó con tres estados de maduración, 2, 3 y 4 de los mangos bizcochuelos según las cartas de maduración para el mango que se muestra en la figura 1. ⁽⁵⁾



Fuente: Caballero, 2014^[5].

Fig. 1- Carta de maduración para el mango

Los mangos se pelaron y las cáscaras fueron limpiadas manualmente; luego la cáscara fue sometida a una reducción de tamaño mediante la utilización de cuchillos de cocina.

Se pesaron 200 g de cáscara de mango y midieron 400 ml de agua, se llevó a cabo la extracción en el montaje que se muestra en la figura 2, adaptado para extraer aceites por arrastre de vapor con agua, durante dos horas y media.

El montaje se realizó acoplado un erlenmeyer de 250 mililitros con ramal a un tubo en "L" por medio de un empaque de caucho conectándolo a un erlenmeyer de 250 ml sin ramal donde se encontraba la cascara de mango, finalmente pasó a la boca de un condensador tipo espiral y se extrajo destilado que contenía agua y aceite esencial.

La mezcla agua-aceite esencial reposó en un embudo de decantación de 500 ml por un periodo de dos horas. Al transcurrir el tiempo se observó una mínima capa de aceite en la parte superior del embudo que incentivó a abrir la llave de paso hasta salir el sedimento (agua), logrando la separación.



Fig. 2 - Montaje experimental por arrastre de vapor

El rendimiento de la extracción del aceite esencial de la cáscara de mango de azúcar se obtuvo por medio de la siguiente ecuación:

$$P = \frac{M_1}{M_2} \cdot 100 \quad (1)$$

donde

M_1 = Masa final de aceite esencial.

M_2 = Masa inicial de tejido vegetal.

P= Rendimiento.

Se determinó en el aceite obtenido, la densidad a temperatura ambiente, el pH y la miscibilidad en cada uno de los estados de maduración.

La densidad fue determinada mediante un picnómetro, el cual fue limpiado, enjuagado y secado cuidadosamente, se realizó la determinación de la siguiente manera:

- Se determinó la masa del picnómetro completo en una balanza analítica.
- Fue llenado el picnómetro con el destilado obtenido.
- Se determinó la masa del picnómetro lleno y se restó la masa del picnómetro vacío.

Teniendo en cuenta el volumen del picnómetro, 5 ml, fue calculada la densidad por la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (2)$$

Siendo M= masa del destilado y V= volumen de picnómetro.

Para determinar el pH se usaron tiras de papel indicador de pH marca WHATMAN; en donde fueron colocadas gotas de aceite mediante una pipeta de Pasteur, se comparó el color obtenido con la escala de colores que mide el pH para el nivel de acidez o alcalinidad del aceite esencial.

Para determinar la miscibilidad se extrajo el destilado (aceite esencial más agua), por medio del montaje establecido, luego pasó al proceso de decantación, finalmente se adicionaron 3 gotas de aceite en 1 mililitro de etanol y 3 gotas de aceite en un mililitro de cloroformo y se observó la capacidad de disolución del aceite esencial.

Para determinar el índice de yodo se utilizó el método de Hanus, según la técnica AOAC 920.158-1990, ⁽⁶⁾ el cual se fundamenta en una solución de 0,2N equimolecular de yodo y bromo en ácido acético glacial. Se calculó el índice de yodo con la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de yodo} = \frac{(N_{\text{tiosulfato}})(0,127)(V_B - V_M)(100)}{P_{\text{aceite}}} \quad (3)$$

donde

V_B = volumen en mililitros de tiosulfato de sodio gastados en la valoración del blanco.

V_M =volumen en mililitros de tiosulfato de sodio gastados en la valoración de la muestra de aceite.

$N_{tiosulfato}$ = normalidad del tiosulfato de sodio.

P_{aceite} = peso en gramos del aceite.

0,127= equivalente del yodo.

Se realizó la determinación de acidez titulable teniendo en cuenta la Norma Técnica Colombiana 4623 "Productos de frutas y verduras. (7) Determinación de la acidez titulable." El método de determinación empleado fue el método de rutina, donde se realiza una titulación mediante una solución estándar de hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína como indicador 8. (7) Se calculó la acidez titulable con la siguiente ecuación:

$$Acidez = \frac{(V_{NaOH})(N_{NaOH})\left(\frac{P_{eq}}{100}\right)(100)(V)}{P} \quad (4)$$

donde

V = Volumen de solución de hidróxido de sodio 0.1 N gastado en la titulación de la muestra, en mililitros.

N = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

P_{eq} = Peso equivalentes. Málico= 67. Ácido cítrico= 70. Tartárico=75. Acético= 60.

La determinación del índice de saponificación se realizó mediante la norma mexicana NMX-F-174-S-1981. Alimentos para humanos. Determinación del índice de saponificación en aceites y grasas vegetales o animales. Teniendo en cuenta que este método se basa en la reacción química de los ácidos grasos con un álcali, formándose la sal del ácido. (8) Se calculó de la siguiente manera:

$$Indice\ de\ saponificacion = \frac{(V_1 - V)(28.05)}{P} \quad (5)$$

donde

V_1 = volumen en mililitros de ácido clorhídrico 0,5N gastados en la valoración del blanco.

V = volumen en mililitros de ácido clorhídrico 0,5N gastados en la valoración de la muestra de aceite.

P = peso en gramos del aceite.

28,05= miligramos de hidróxido de potasio equivalente a 1 mililitro de ácido clorhídrico 0,5 N.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos para el rendimiento de aceites esenciales se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Rendimiento del aceite esencial extraído

| Estado de maduración | Muestra | Rendimiento (%) |
|----------------------|---------|-----------------|
| 2: Verde | 1 | 0,209 |
| | 2 | 0,206 |
| | 3 | 0,308 |
| 3: Pintón | 1 | 0,487 |
| | 2 | 0,413 |
| | 3 | 0,381 |
| 4: Maduro | 1 | 0,438 |
| | 2 | 0,281 |
| | 3 | 0,260 |

En la figura 3 se observa la incidencia del estado de maduración sobre el rendimiento. El estado de maduración medio, determinado como 3 en la carta de maduración (figura 1), proporciona un mejor rendimiento de extracción. Esto se debe porque durante el proceso de maduración se va desarrollando su olor característico el cual da lugar a la emisión de volátiles, que van aumentando hasta llegar a su madurez organoléptica. ⁽⁹⁾ En la declinación que se observa en la figura 3 con los datos obtenidos en el estado de maduración 3 y 4, se presenta un aumento de la respiración (emisión de volátiles) por ser el mango un fruto climatérico, el cual durante su maduración llega a un punto máximo y luego declina hasta el comienzo de su envejecimiento.

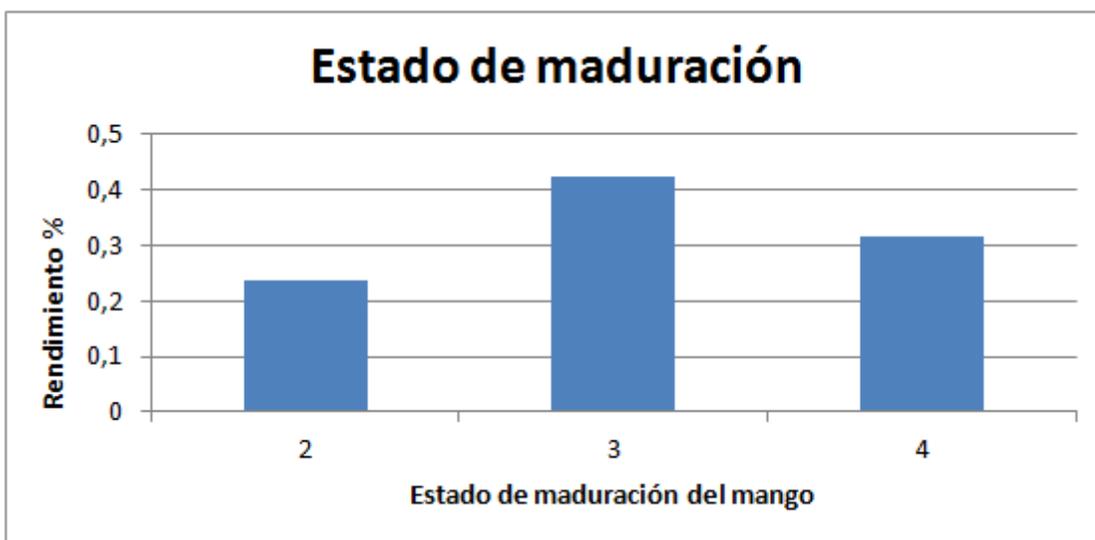


Fig. 3- Rendimiento del aceite esencial extraído

Los resultados obtenidos para la densidad a temperatura ambiente se observan en la tabla 2

Tabla 2- Densidad del aceite esencial extraído

| Estado de maduración | Muestra | Densidad (g/mL) |
|----------------------|---------|-----------------|
| 2 :Verde | 1 | 0,9842 |
| | 2 | 0,9939 |
| | 3 | 0,9951 |
| 3: Pintón | 1 | 0,9791 |
| | 2 | 0,9908 |
| | 3 | 0,9785 |
| 4: Maduro | 1 | 0,9962 |
| | 2 | 0,9897 |
| | 3 | 0,9976 |

Se puede apreciar una densidad ligeramente menor que la del agua, deduciendo por lo tanto, la presencia del aceite en el agua.

Los resultados obtenidos para el pH se presentan en la figura 4

Los aceites esenciales de alta calidad presentan pH cercanos a 5 máximo 5,8, son ellos soluciones ácidas. Por consiguiente, el aceite obtenido de la cascara del fruto con estado de maduración 4 es presumiblemente de calidad superior, debido a su pH bajo.

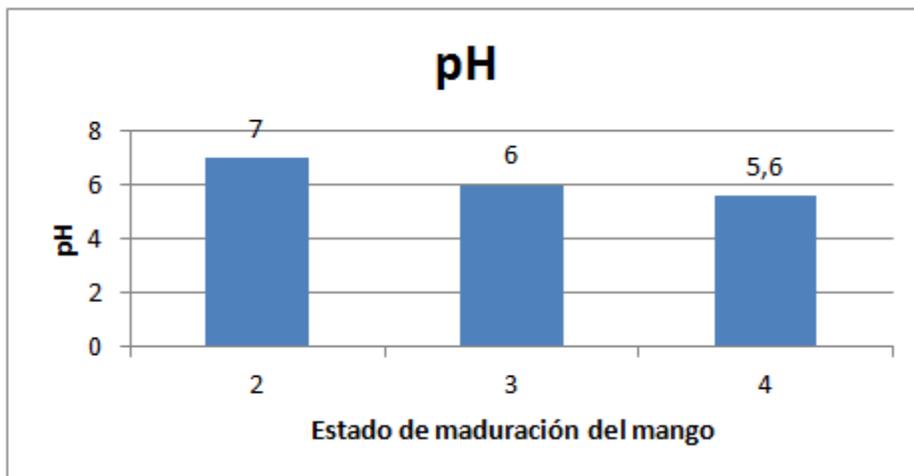


Fig. 4- Determinaciones del pH

Los resultados obtenidos para la miscibilidad en etanol y cloroformo se presentan en la tabla 3.

Tabla 3- Miscibilidad del aceite esencial extraído

| Estado de maduración | Miscibilidad en etanol | Miscibilidad en cloroformo |
|----------------------|------------------------|----------------------------|
| 2 :Verde | Miscible | Inmiscible |
| 3: Pintón | Miscible | Inmiscible |
| 4: Maduro | Miscible | Inmiscible |

Los datos obtenidos en el análisis de miscibilidad concuerdan con los textos investigados donde se establece que los aceites esenciales son líquidos con escasa solubilidad en agua, solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos.⁽¹⁰⁾

Esto se puede corroborar mediante diferencia de densidades, teniendo en cuenta que la densidad del aceite obtenido es menor que la del agua (1g/cm^3), mayor que la del etanol ($0,789\text{g/cm}^3$) y menor que la del cloroformo ($1,48\text{g/cm}^3$)

En la figura 5 se observa el promedio de los valores de índice de yodo para cada estado de maduración.

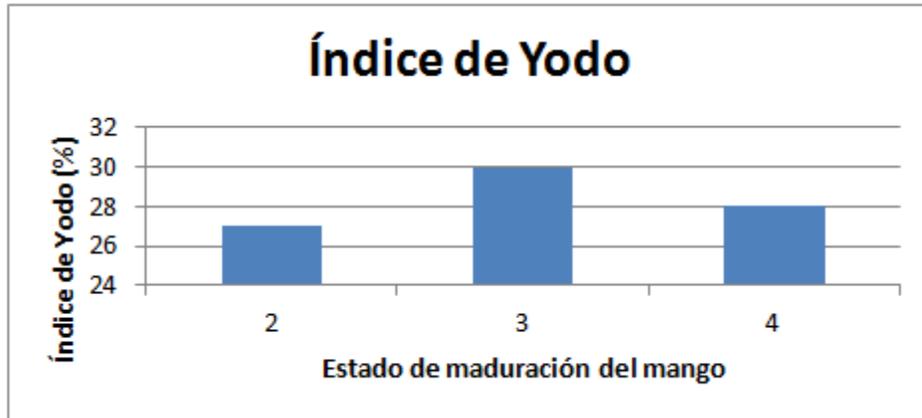


Fig. 5- Índice de yodo del aceite esencial extraído

El índice de yodo obtenido de los aceites esenciales en sus tres estados de maduración permite clasificarlos en aceites no secantes ya que, poseen un índice de yodo menor a 100.

Los valores de índice de yodo son directamente proporcional a las insaturaciones presentes en las grasas y aceites. Con los resultados obtenidos en la determinación del índice de yodo se puede observar en la figura 3 que el aceite con mayor grado de insaturación es el que presenta un estado de maduración igual a 3.

La acidez titulable se determinó teniendo en cuenta el porcentaje de ácido Málico, debido a que el mango presenta una mayor cantidad de este ácido en comparación con los ácidos cítricos, succínico, y tartárico presentes en la fruta. La acidez titulable relacionada con los estados de maduración evaluados, es presentada en la figura 6.

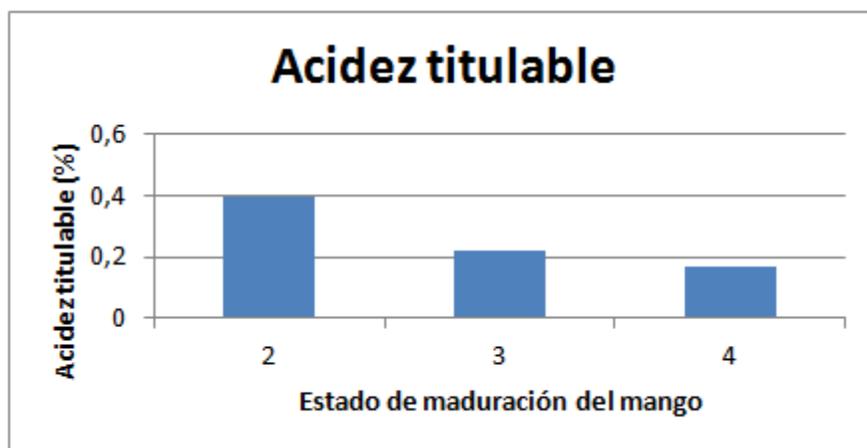


Fig. 6- Acidez titulable del aceite esencial extraído

Se observa un comportamiento descendente del porcentaje de acidez titulable, debido a medida que va madurando el mango, la cantidad de ácido málico disminuye. Por ende se nota una decaída entre los valores de acidez titulable de los estados de maduración 2-3 y 3-4.

Conclusiones

1. El estado de maduración 3 presentó un mayor rendimiento en comparación con los estados de maduración 2 y 4.
2. Con los resultados obtenidos en la miscibilidad se demuestra que los aceites esenciales son miscibles en alcohol e inmiscibles en cloroformo, por lo cual, se puede decir que los aceites obtenidos pueden ser utilizados en la industria de la perfumería. Los porcentajes de índice de yodo que presentaron los aceites obtenidos permiten clasificarlos como aceites no secantes.
3. Con los resultados obtenidos en la acidez titulable se observa que a medida que el estado de maduración de la fruta va aumentando, el aceite esencial obtenido presenta menor cantidad de ácido málico.

Referencias bibliograficas

1. VÉLIZ-JAIME, Marlys, GONZÁLEZ-DÍAZ, Yudith. Evaluación técnica y económica del proyecto de obtención de aceites esenciales. *Tecnología Química*. [en línea]. 2019. **39**(1). 208-220 Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852019000100207&lng=es&nrm=iso. [Consultado 13 junio 2019]. ISSN 2224-6185.
2. LAVABRE; Marcela. Aromaterapia libro práctico. [en línea]. Editorial Inner Traditions. Mexico. 1ra Edición. 1995. ISBN: 968-458-460-7. [en línea]. Disponible en: http://books.google.com.co/books?id=WA5WMzeRfugC&pg=PA42&dq=caracteristica+de+los+aceites+esenciales&hl=es&sa=X&ei=ENx8VPj_F4H_ggT5xIDwAw&ved=0CCYQ6AEwAg#v=onepage&q=caracteristica%20de%20los%20aceites%20esenciales&f=false. [Consultado en 11 de enero de 2019].
3. VÉLIZ -JAIME, Marlys Yanelys; GONZÁLEZ-DIAZ, Yudith. Evaluación técnico-económica para la obtención de aceites esenciales y su impacto en el medioambiente. *Ciencia en su PC*. [en línea]. 2017, núm. 4, octubre-diciembre. 103-115. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181353794008>. [Consultado: 28 de junio de 2019]. ISSN: 1027-2887.
4. RODRIGUEZ-BELTRAN, Lizza Maria. *Efecto de tratamientos enzimatico, microondas y ultrasonido en la extraccion de grasa de semilla de mango (Mangifera Indica L.)*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Agroindustrial. UNIVERSIDAD DEL TOLIMA. 2014. [en línea]. Disponible en: <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1463/1/RIUT-FBA-spa-2015-ngo%20%28mangifera%20indica%20l.%29.pdf>. [Consultado: 23 de octubre de 2018].
5. LANDAZÁBAL- López, Rafael. *Determinación de los índices de madurez en el fruto de mango*. [en línea]. [Consultado: 23 de febrero de 2018]. Disponible en: <http://rlandazabal.blogspot.com>.

6. ROJAS-MORALES, Francy; BURBANO-GALINDO, Fernando. *Efecto de un pre tratamiento enzimático en el proceso de obtención de aceite de la semilla del mango (Mangifera indica L.)*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de Alimentos. Universidad del Valle. Santiago de Cali. 2011. [en línea]. Disponible en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/4162/4/CB-0439026.pdf>. [Consultado: 22 de noviembre de 2018].
7. ICONTEC. Productos de frutas y verduras. Determinación de la acidez titulable, NORMA TECNICA COLOMBIANA. NTC 4623. Bogotá, D. C. ICONTEC 1999. [en línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/344404433/NTC4623-PRODUCTOS-DE-FRUTAS-Y-VERDURAS-DETERMINACION-DE-LA-ACIDEZ-TITULABLE-pdf>. [Consultado: 22 de noviembre de 2018].
8. Secretaria de economía. Alimentos – Aceites y grasas vegetales o animales – Determinacion del indice de saponificacion– Metodo de prueba. NORMATIVIDAD MEXICANA. NMX-F-174-SCFI-2014. Estados Unidos Mejjicanos. 2014. [en línea]. Disponible en: <http://aniame.com/mx/wp-content/uploads/Normatividad/CTNNIAGS/NMX-F-174-SCFI-2014.pdf>. [Consultado: 20 de septiembre de 2018].
9. CABALLERO-OSPINO, Yohasky Fiorella; RODRÍGUEZ DOMÍNGUEZ, María de los Ángeles. *Obtención de aceites esenciales a partir de cáscara de mango (mangifera indica l.) mediante técnica de destilación por arrastre de vapor*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Químico. UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA. CARTAGENA. 2014. [en línea]. Disponible en: http://bibliotecadigital.usb.edu.co:8080/bitstream/10819/2599/1/Obtenci%C3%B3n%20de%20aceites%20esenciales%20a%20partir%20de%20c%C3%A1scara%20de%20mango_Yohasky%20Caballero_USBCTG_2015.pdf. [Consultado: 17 de mayo de 2018].

10. LÓPEZ-LUENGO, Transitó. Los aceites esenciales. Aplicaciones farmacológicas, cosméticas y alimentarias. *Ámbito farmacéutico. Fitoterapia*. [en línea]. 2004. 23(7). 88-91 Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13064296> [Consultado 13 junio 2019]. ISSN 0212-047X.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses:

Contribución de autores

- Yudith González-Díaz: proceso experimental y elaboración del informe final.
- Marlys Yanelis Véliz-Jaime: Revisión y corrección del informe final.