



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

**OBTENCIÓN DE ACEITE DE SEMILLA DE MANGO MANILA  
(*Mangifera indica L.*) COMO UNA ALTERNATIVA PARA  
APROVECHAR SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN  
REGIONES TROPICALES**

Magaly Tapia Santos, Beatriz Pérez Armendáriz\*,  
Judith Cavazos Arroyo, Yésica Mayett Moreno

**Extraction of manila mango (*Mangifera indica L.*) seed kernel as an  
alternative to exploit agricultural waste in tropical regions**

**ABSTRACT**

The use of agricultural waste products in Mexico, and specifically in tropical regions is an area with great economic potential. In some tropical regions in Mexico it is necessary to generate new products with added value to increase regional development. In this work, two different solvents were evaluated (petroleum ether and ethyl ether) and two different size sample (3 and 6 g) using a factorial design  $2^2$  in order to optimize the extraction of fat from the mango. Additionally the chemical characterization of fat obtained was carried out. The results showed significant difference in the type of solvents used, ethyl ether showed better results; however in the size of sample no significant differences were appeared ( $= 0.01$ ), extraction percent on average of samples were of 5.5%. Chemical characteristics of mango seed kernel oil were found to have a higher ratio of unsaturated fats (53.7%) than saturated fats (45.2%). Oleic acid had the highest proportion (45.6%). The oil obtained showed less than 0.2% moisture and free fatty acid concentration of 2%.

**Keywords:** ethyl ether, *Mangifera indica L.*, mango seed kernel oil, petroleum ether, saturated fats, unsaturated fats, utilization of agricultural waste

**RESUMEN**

El aprovechamiento de subproductos y de residuos agrícolas en México y en específico en zonas tropicales es un área con gran potencial económico. En algunas regiones de México es necesario generar nuevos productos industriales con un alto valor agregado para incrementar el desarrollo regional. En este trabajo se evaluaron dos diferentes solventes (éter de petróleo y éter etílico) y el tamaño de muestra (3 y 6 g) en un diseño factorial  $2^2$ , para optimizar el proceso de extracción de la grasa de la semilla de mango. Se realizó además la caracterización química de la grasa obtenida. Los resultados mostraron que sí existe una diferencia significativa en los solventes empleados, obteniéndose mayor cantidad de aceite con el éter etílico. Respecto al tamaño de muestra no se mostró ninguna diferencia significativa ( $= 0.01$ ), los porcentajes de extracción de grasa en promedio para las muestras fueron del 5.5 %. Las características químicas del aceite de semilla de mango mostraron tener una mayor relación de grasas insaturadas (53.7%) que de grasas saturadas (45.2%). El ácido oleico fue el de mayor proporción (45.6%). El aceite obtenido mostró una humedad menor al 0.2% y una concentración de ácidos grasos libres del 2%.

**Palabras clave:** Aceite de semilla de mango, aprovechamiento de residuos agrícolas, grasas saturadas, grasas insaturadas, éter etílico, éter de petróleo, *Mangifera indica L.*

\*Autores: Profesores investigadores. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Centro Interdisciplinario de Posgrados Investigación y Consultoría. Edificio "L" Laboratorios de Medicina UPAEP. 11 Poniente 2626. CP 72160, Puebla, México. (+52) 222-229 94 00 Ext 7971. Mail: beatriz.perez @upaep.mx, mglyt@yahoo.com.mx, judith.cavazos@upaep.mx, yesica.mayet@upaep.mx

## INTRODUCCIÓN

El mango es una fruta de origen tropical muy apreciada en México. Según datos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2004) México es el cuarto productor de mango en el mundo superado únicamente por India, China e Indonesia. Así mismo nuestro país es el principal exportador a nivel mundial con el 24% del volumen de las exportaciones, siendo su principal destino Estados Unidos (Akhtar et al., 2009). La principal variedad que se cultiva en México es el “manila”, en el Estado de Veracruz es la variedad principal del cultivo. Veracruz se encuentra dentro de los cinco primeros Estados productores de esta variedad (INEGI, 2008). Sin embargo su piel delgada a diferencia de otras variedades de mango no lo hacen un candidato fácil para exportación, debido a los daños físicos que sufre durante el transporte.

El mango se consume principalmente fresco, sin embargo, existe una variedad de productos procesados que incluye almíbares, jugos, néctar, mermelada, entre otros. En estas aplicaciones industriales se utiliza principalmente la pulpa teniendo como desperdicio el bagazo, el hueso y la piel, los cuales representan cerca del 40 al 60% del peso total de la fruta (Prieto-Martínez, 2005; Nzikoe et al., 2010). El porcentaje de desperdicio en el aprovechamiento de la fruta es de 12-15% en promedio, en piel y bagazo del 5-10% y 15-20% de semilla de mango (Salunkhe & Kadam, 1995; Sruamsiri & Silman, 2009).

Por su alto contenido de azúcares y agua la fruta y sus residuos se descomponen rápidamente (Akhtar et al., 2009), con lo que los pequeños y medianos productores de las regiones tropicales de México tienen importantes pérdidas económicas además de generar indeseables focos de contaminación. Actualmente se están desarrollando usos para la utilización de estos residuos, por ejemplo, la pectina obtenida de la piel de mango es comparable con la obtenida de la piel de cítricos (Trejo-Márquez, 2009). También se ha empleado como alimento para ganado a través del desarrollo de ensilados (Sruamsiri & Silman, 2009).

De entre todos los subproductos, la semilla de mango ha atraído mayor atención debido a que se han encontrado aplicaciones como sustituto de la manteca de cacao en la elaboración de productos de confitería. El producto restante de la extracción puede ser un sustituto para el trigo o maíz utilizado en la formulación de alimento para animales y es una buena fuente de muchos aminoácidos esenciales (Pereira & Meireles, 2009; Nzikoe et al., 2010).

Por su composición la grasa de semilla de mango es una de las seis grasas tropicales permitidas que pueden reemplazar parcialmente el aceite de cacao en la elaboración de chocolate (Bustamante et al., 2008). Su perfil de lípidos le hace tener un potencial de comercialización importante (Dandekar & Patravale, 2009; Nzikoe et al., 2010) y obtenerse recursos económicos de un desperdicio agroindustrial. En el 2002 se abre la posibilidad de utilizar grasa de semilla de mango en la Industria de Alimentos en México, de acuerdo a lo establecido por la NOM-186-SSA1/SCFI-2002.

El aceite proveniente de la semilla de mango puede ser un producto con un alto valor; su procesamiento y aprovechamiento puede generar desarrollo económico en las regiones tropicales de cultivo de este país. En el siguiente trabajo, se realizó la evaluación de dos solventes orgánicos para la extracción de aceite de semilla de mango así como la caracterización química de este aceite y su comparación con la manteca de cacao con el objetivo de ofrecer una propuesta de procesamiento industrial para los subproductos de la industria de néctares y almíbares de la industria de alimentos, en regiones tropicales productoras de mango manila en Veracruz, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Obtención de las Semillas de Mango**

El estado de Veracruz, es uno de los Estados de la República Mexicana con mayor producción de mango fresco. La ciudad de Perote es la segunda en importancia de producción y comercialización en el estado de Veracruz varias empresas productoras de néctares y jugos se ubican cerca de la zona de producción, como una forma de aprovechar los excedentes de esta fruta. Es por esto que se escogió la zona de Perote Veracruz para la realización del muestreo.

Los mangos (variedad manila) fueron adquiridos en el mercado local de la ciudad seleccionada en Abril 2008; se pelaron y despulparon manualmente. La semilla de mango se extrajo también de manera manual. Para su conservación se mantuvieron en refrigeración durante un periodo no mayor de 3 días. Previo al secado, las almendras se limpiaron manualmente, asegurándose de quitar toda la piel que rodea a la semilla. Para facilitar la eliminación del agua se fragmentaron y se colocaron en un Horno (Marca Rios-Rossa) de recirculación forzada previamente calentado a 55 °C; las semillas se mantuvieron dentro del equipo durante 15 horas. Concluido el tiempo de secado se colocaron durante media hora en un desecador para enfriar a temperatura ambiente.

### **Harina de Semilla de Mango**

Las semillas de mango previamente secadas se molieron en una licuadora (Osterizer) para disminuir el tamaño de partícula y facilitar la extracción. El producto obtenido de la molienda se estandarizó en tamaño, haciéndolo pasar por una malla Tyler # 12.

Se determinó el contenido de humedad del producto sin secar y del producto secado listo para extracción. En las cajas de aluminio previamente llevadas a peso constante, se pesaron 2 g de la muestra, las cuales se colocaron en un horno de circulación forzada previamente calentado a 105 °C hasta obtener el peso constante (tiempo aproximado 2 horas). Transcurrido el tiempo se colocaron en un desecador durante media hora, posteriormente se obtuvo el peso final. La humedad se determinó por diferencia de pesos. El método de referencia utilizado fue AOCs Ba 2a-38 para Humedad y Materia Volátil.

### **Evaluación del solvente para la extracción del aceite de mango, diseño experimental**

Se realizó un diseño factorial 2<sup>2</sup> para determinar las condiciones de tamaño de muestra y tipo de solvente que permitiera obtener el mayor rendimiento en la extracción. El diseño se realizó con n=3 réplicas. Los factores fueron tamaño de muestra y solvente y los niveles 3 y 6 g; éter de petróleo y éter etílico; la variable de respuesta fue el peso de aceite (g). Los resultados se analizaron empleando el software SPSS versión 12 (México, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla).

### **Extracción de aceites**

Se pesaron 3 y 6 g de muestra en un papel whatman no. 4, se colocó en un dedal de celulosa. El dedal se insertó al anillo de metal para cartuchos en el equipo de extracción *sistema de extracción de grasa* (SEG) Foss Tecator Soxtec HT6. Los cartuchos fueron transferidos a la unidad de extracción utilizando el transportador porta cartuchos. Por separado se pesaron vasos de aluminio previamente llevados a peso constante. Se adicionaron 50 mL de éter de petróleo o éter etílico, grado reactivo (Merk, México) a los vasos de aluminio.

Los cartuchos y los vasos fueron colocados en el SEG. Posteriormente se realizó una extracción por inmersión durante 20 minutos, después una extracción por goteo durante 40 minutos. Al final durante 10 minutos se recuperó el solvente. El resto del solvente fue retirado por evaporación. Los vasos de aluminio conteniendo la grasa recuperada fueron colocados 15 minutos en estufa (Felisa) y en desecador durante 30 minutos. La cantidad de grasa se determinó por diferencia de peso en los vasos de aluminio. El método de referencia utilizado fue AOAC (2002) *Official Method 948.22, Fat (Crude) in Nuts and Nut Products*.

### **Caracterización química del aceite**

La composición de ácidos grasos que componen el aceite de semilla de mango se determinó por conversión del aceite a ácidos grasos metilesterificados. Se tomó una alícuota de 50 mg de aceite obtenido en la fase anterior y se le adicionaron 950 L de hexano (SIGMA-ALDRICH) y 50 L de metóxido de sodio, la mezcla se agitó por 3 minutos en un agitador vórtex de acuerdo con el método reportado por Nzikoe et al. (2009). La identificación de los ácidos grasos se realizó en un equipo de cromatografía de gases GC-14A (SHIMADZU, Japón), con columna capilar BP-225 (30 m x 0,53 mm, 1 µm Df, SGE) y detector de ionización de flama. El perfil de temperatura utilizado fue: 1 min isotérmico inicial a 80 °C hasta 180 °C a 20 °C/min, de 180 °C hasta 220 °C a 1 °C/min, y 1 min isotérmico final a 220 °C. La temperatura del detector y el inyector fue 220 °C. Se empleó H<sub>2</sub> como gas portador con un flujo de 4.95 mL/min. Los estándares utilizados fueron adquiridos de SIGMA-ALDRICH, México.

Los resultados obtenidos fueron comparados por tipo de ácido graso para las diferentes muestras, usando pruebas de medias (análisis de varianza) y pruebas de comparación múltiple (Tukey) para conocer las diferencias significativas. Se empleó el software SPSS versión 12 (México, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla).

Determinación de Acidez titulable. Se realizó por el método AOAC (2009) *Ca 5a-40 ácido libre de grasa (AGL) FFA*.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla 1 se presentan las características finales de la harina obtenida, en ésta se puede observar que el peso de la almendra corresponde casi al 4% del peso total de la fruta; esto representa en términos industriales una importante cantidad de desecho. Para el caso de algunos productores de mango en México la industrialización y diversificación de su producto es relativamente pobre. En algunas épocas del año existe una alta producción lo cual, el exceso de subproductos provoca su descomposición, lo cual genera focos de contaminación no deseables para la región, además del mal aspecto (Sruamsiri & Silma, 2009).

En los programas de desarrollo regional en México, se está considerando la prevención de infestaciones a la fruta, la industrialización del mango y de sus desechos agrícolas como un área de negocios y de desarrollo para las zonas tropicales de México; sin embargo no se contemplan productos de alto valor agregado como la producción de aceites comestibles (Prieto-Martínez et al., 2005; Aguilar-Rivera et al., 2009).

Respecto a la comparación de solventes utilizados en la extracción del aceite de semilla de mango, se observa en la Tabla 2 que si existieron diferencias significativas entre los solventes utilizados ( $p = 0.01$ ). Esto se puede apreciar mejor en la Figura 2.

En el análisis de efectos para el solvente utilizado, se observa que la obtención de grasa con éter etílico fue significativamente mejor comparada con la extracción usando éter de petróleo. Ambos solventes son utilizados en la industria de obtención de aceites, su comercialización y recuperación industrial se realiza para la extracción de semillas oleaginosas. Sin embargo, para su utilización industrial es importante considerar el costo y el riesgo de explosividad; además el éter etílico tiende a ser higroscópico y a formar peróxidos.

En el caso de la cantidad de muestra no existió diferencia significativa entre 3 y 6 g, esto implica que el porcentaje de aceite de grasa obtenido se encuentra alrededor del 5.5 % en promedio. Esta cantidad es muy atractiva desde el punto de vista industrial, pues si se compara con el porcentaje de grasa que se obtiene en cereales, por ejemplo en el caso del maíz, se obtiene en promedio el 4.5% y en el caso del arroz se obtiene el 2.1% en promedio (Gamel et al., 2007). La caracterización física y química del producto indicó un buen contenido de humedad, con un contenido de ácidos grasos libres (AGL) del 2%, que se encuentra dentro de lo reportado por la Norma Mexicana de manteca de cacao (NOM-186-SSA1/SCFI-2002, productos y servicios. Cacao, productos y derivados. I Cacao. II Chocolate. III Derivados) que es del 2%.

En lo que se refiere a la composición química del aceite de mango se puede observar que el perfil de ácidos grasos del aceite de mango mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en las grasas saturadas con respecto a la manteca de cacao en el contenido del palmítico y en el esteárico (Tabla 3). En comparación con la grasa de cacao el palmítico fue mayor (26.5%) que en la grasa de mango (12.5%); sin embargo en el esteárico no hubo diferencias significativas. Desde el punto de vista nutricional, la disminución de grasas saturadas representa una ventaja en el uso de aceite de semilla de mango sin tener una repercusión en el sabor; estudios realizados por Bustamante et al. (2008) mostraron que la sustitución de esta grasa por la manteca de cacao no representa una diferencia significativa en los productos industriales desarrollados.

Otra ventaja nutricional del aceite de semilla de mango fue la cantidad de ácido oléico, la cual representó el mayor porcentaje en su contenido (45.6%). Este valor fue muy cercano a lo reportado por otros autores (Solís-Fuentes et al., 2004; Nzikoe, et al. 2009) a pesar de que estos autores emplearon diferentes variedades de mango. El ácido linolénico fue significativamente mayor en el aceite de palma (12.5%) que en las otras grasas. La grasa de aceite de mango indicó mayor proporción de grasas insaturadas (53.7%) que de grasas saturadas (45.2%). En el caso de la manteca de cacao se obtuvo una mayor relación de grasas saturadas (66.5%) que de grasas insaturadas (33.3%).

A pesar de las diferencias en proporciones existen estudios en los que se mostró que la grasa de mango es similar a la de manteca de cacao en cuanto a características térmicas (Solís-Fuentes, et al., 2004). En este trabajo los autores probaron la estabilidad térmica de chocolates con aceite de mango, durante el procesamiento. Bustamante et al. (2008) señalaron que las características organolépticas de ambas grasas en cobertura y rellenos de chocolate fueron similares.

Desde el punto de vista industrial, la obtención de aceite comestible a partir de subproductos tropicales constituye una alternativa viable de aprovechamiento de recursos naturales, obtención de ingresos y la generación de paquetes tecnológicos de regiones tropicales, para producir cadenas de valor. Las características químicas de la grasa de aceite de semilla de mango variedad manila mostró tener menor cantidad de aceites saturados que la manteca de cacao. La siguiente etapa de esta investigación estará enfocada en el análisis de costos para



conocer la rentabilidad de este proyecto en beneficio de las industrias agrícolas en las regiones tropicales del país, apoyando a la sustentabilidad (aprovechamiento de los subproductos agrícolas), la mejora en la calidad de insumos de productos de confitería con menor contenido en colesterol, y un beneficio social con la generación de empleos.

### CONCLUSIONES

En este trabajo se estudió un método para la extracción de grasa de semilla de mango variedad Manila y se realizó la caracterización química del perfil de ácidos grasos. Con esta información se presenta una alternativa para el aprovechamiento de subproductos de la industria de jugos y néctares para regiones tropicales. Los porcentajes de extracción promedio fueron mayores que los obtenidos para semillas como el maíz. Este proceso puede ser incluido en paquetes tecnológicos de regiones con poco desarrollo tecnológico, para generar fuentes de empleo y darle un valor agregado a los subproductos agrícolas. La siguiente etapa de este trabajo será realizar las evaluaciones técnico-económicas para determinar la viabilidad de este trabajo en zonas tropicales de bajos recursos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUILAR-RIVERA N.; GALINDO, GM.; FORTANELLI, J.M.; CONTRERAS, C.S. 2009. ¿Por qué diversificar la agroindustria azucarera en México?. *Globalización, competitividad y gobernabilidad. GCG Georgetown University*. **3** (1):62-75.
2. AKHTAR, S.; MAHMOOD, S.; NAZ, S.; NASSIR, M.; SAULTAN, M.T. 2009. Sensory evaluation of mangoes (*Mangifera indica L.*) grown in different regions of Pakistan. *Pak. J. Bot.* **41**(6):2821-2829.
3. AOAC (2002) Official Method 948.22, Fat (Crude) in Nuts and Nut Products.
4. AOAC (2009) Official Method Ca 5a-40 Free Fatty Acid.
5. BUSTAMANTE, SP; VILCHIS-MARTÍNEZ, G.; ALVAREZ-TOLEDANO, C.; TREJO-MÁRQUEZ, M.A; 2008. 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. (<http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2008/ee-08-2008/.../A068.pdf>, verificado 10/septiembre/2010).
6. DANDEKAR, P. & PATRAVALE B V. 2009. Enzymatic synthesis of fructose ester from mango kernel fat. *Indian J. Chemi. Technol.* **16**:317-321.
7. EVERETT, H.; PRYDE, L.; PRINCEN, H.; MUKHERJEE, K.D. 1981. *New sources of fats and oils*. International Society for Fat Research, The American Oil Chemists Society. United States of America.
8. FAO, 2004. *The State of Food insecurity in the world*. Monitoring progress towards the world food summit and millennium development goals. (<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5650e/y5650e00.pdf>, verificado 10 de septiembre).
9. GAMEL, T.H.; MESALLAM, A.S.; DAMIR, A.A.; SHEKIB, L.A.; LINSSEN, J.P. 2007. Characterization of amaranth seed oil. *J. Food Lipids*. **14**: 323-334.

10. INEGI. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. (<http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=geo&c=1158&e=&i=>, verificado el 10 de septiembre).
11. NOM-186-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Cacao, productos y derivados Cacao. II Chocolate. III Derivados. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial. (<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/186ssa12.html>, verificado 10 de septiembre).
12. NMX-F-343-SCFI-2008. Alimentos manteca de cacao- Especificaciones (<http://www.economia.gob.mx/work/normas/nmx/2007/nmx-f-343-scfi-2008.pdf>, verificado 10 de septiembre).
13. NZIKOU J.M.; KIMBONGUILA,A.; MATOS, L.; LOUMOUAMOU, B.; PAMBOU-TOBI, N.P.G.; NDANGUI, C.B.; ABENA, A. A.; SILOU, T.H.; SCHER, J.; DESOBRY, S. 2010. Extraction and Characteristics of Seed Kernel Oil from Mango (*Mangifera indica*). *Res. J. Environ. Earth. Sci.* **2**(1): 31-35.
14. PRIETO-MARTÍNEZ, J.; COVARRUBIAS-ALVARADO, J.E.; ROMER-CADENA, A.; FIGUEROA-VIERA, J.J. (Eds). 2005. Paquete tecnológico del cultivo del mango en el estado de Colima. SEDER, México. (<http://seder.col.gob.mx/Paquetes/MANGO.pdf>, verificado 10 de septiembre).
15. PEREIRA, C.G.; MEIRELES, M.A. 2009. Supercritical fluid extraction of bioactive compounds: fundamentals, applications and economic perspectives. *Food Bioprocess Technol.* **3**(3): 340-372.
16. SALUNKHE, D.K.; KADAM, S.S. 1995. *Handbook of Fruit Science and Technology: Production, Composition, Storage, and Processing*. Editorial CRC Press. United States of America.
17. SOLÍS-FUENTES, J.; DURÁN-DE-BAZÚA, M. 2004. Mango seed uses: thermal behaviour of mango seed almond fat and its mixtures with cocoa butter. *Bioresource Technology*, **92**(1): 71-78.
18. SRUAMSIRI, S.; SILMAN, P. 2009. Nutritive value and nutrient digestibility of ensiled mango by products. *Maejo Int. J. Sci. Technol.* **3** (03): 371-378.
19. TREJO-MÁRQUEZ, M.A. 2009. Piel de mango, hueso de chocolate. *Hypatia*. 31. (<http://hypatia.morelos.gob.mx>, verificado 10 de septiembre).



Tabla 1. Resultados del peso de los subproductos del mango

<b>Características físicas</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación Estándar</b>
Peso de Fruta (g)	244.07	± 42.71
Peso de Hueso (g)	21.93	± 3.83
Peso de la semilla de mango (g)	9.23	± 3.49
% de Peso de la almendra vs. Peso de Fruta	3.59	± 1.34
Humedad (%)	80.20	± 1.16
Humedad de la harina de mango (%)	9.69	± 0.06

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Diseño Factorial<sup>2</sup>, para optimizar el proceso de extracción de la grasa de la semilla de mango

<b>Réplica</b>	<b>Cantidad de Muestra (g)</b>	<b>Solvente</b>	<b>% de Grasa</b>
1	3.00	Éter de petróleo	5.76
1	6.00	Éter de petróleo	5.37
1	3.00	Éter etílico	5.85
1	6.00	Éter etílico	5.61
2	3.00	Éter de petróleo	5.44
2	6.00	Éter de petróleo	5.47
2	3.00	Éter etílico	5.46
2	6.00	Éter etílico	5.73
3	3.00	Éter de petróleo	5.38
3	6.00	Éter de petróleo	4.86
3	3.00	Éter etílico	5.38
3	6.00	Éter etílico	6.14

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Composición química del aceite de semilla de mango manila y otros aceites de referencia

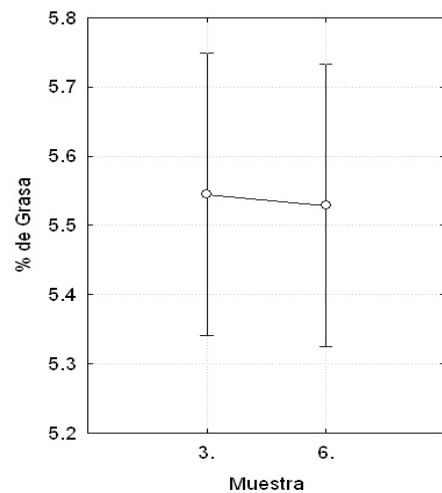
Acidos grasos	Aceite de semilla de mango variedad manila (%)	Aceite de Palma (%)	Manteca de cacao (%)
C14:0	-	1.0±0.3	-
C14:1	-	-	-
C16:0	12.2±0.2c	41.7±2.5a	26.5±3.5b
C16:1	-	0.5	-
C18:0	32.3±1.3a	3.8±0.6b	36.5±1.8a
C18:1	45.6±0.7a	37.7±1.8b	30.5±2.7c
C18:2	5.8±0.4b	12.5±2.4a	2.8±1.2c
C18:3	2.3±0.2a	0.3±0.1b	-
C20:0	0.7±0.1b	0.3±0.1b	3.5±1.5a
Relación Saturadas-insaturadas (%)	45.2-53.7	46.8-51	66.5- 33.3

\*Letras iguales no presentaron diferencias significativas  $P < 0.05$ ,  $n=3$ , los análisis se realizaron por renglón (por tipo de ácido graso).

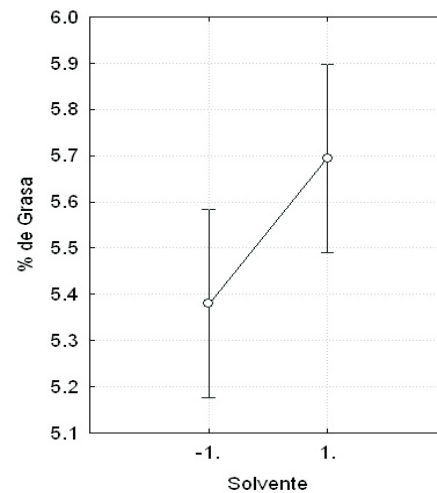
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Resultados del análisis de efectos respecto al tamaño de la muestra (6 y 3 g de harina de almendra de mango), [izquierda] y el tipo de solvente utilizado (-1 éter alcohólico y 1 éter de petróleo) [derecha] sobre la producción de gramos de aceite.

Plot of Marginal Means and Conf. Limits (90.%)  
DV: % de Grasa



Plot of Marginal Means and Conf. Limits (90.%)  
DV: % de Grasa



\*(Artículo recibido el 15 de junio de 2011 y aceptado para su publicación el 21 de agosto del 2012).