



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Centro Interdisciplinario de Posgrados
Investigación y Consultoría

Maestría en Agronegocios

OBTENCIÓN DE ACEITE DE MANGO MANILA *Manguifera indica L.*
COMO ESTRATEGIA DE APROVECHAMIENTO DE
SUBPRODUCTOS TROPICALES

Tesina que para obtener el Grado de Maestro (a)
en Agronegocios

Presenta

Magaly Tapia Santos

Puebla, México.

2010.



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyła**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

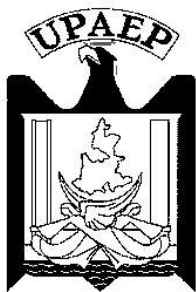
DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
Centro Interdisciplinario de Posgrados
Investigación y Consultoría

Maestría en Agronegocios

Se aprueba la Tesina:

“Obtención de aceite de mango *Mangifera indica* L. como estrategia de aprovechamiento de subproductos tropicales”

Comité Revisor

Beatriz Pérez Armendáriz

Director de Tesis

Yésica Mayett Moreno
Asesor

Judith Cavazos Arroyo
Asesor

Puebla, México.

28 de enero de 2010.

CONTENIDO

	Página
I. Resumen	5
II. Abstract.	5
III. Introducción	6
IV. Materiales y Métodos	8
V. Resultados	11
VI. Discusión	14
VII. Bibliografía	16

I. Resumen

El aprovechamiento de subproductos y de residuos agrícolas en México es un área en pleno desarrollo, la diversificación de la tecnología y la obtención de valor agregado en éstos generan importantes áreas de oportunidad comercial. La cáscara de mango y en especial la semilla de mango es un desecho sin ser aprovechado por las industrias de néctares y jugos de mango. En este trabajo se realizó la extracción de aceite de mango evaluando el tamaño de muestra (3 y 6 g) y dos diferentes tipos de solventes (éter de petróleo y éter etílico). Los resultados mostraron que si existe una diferencia significativa en los solventes empleados, obteniéndose mayor cantidad con el éter de petróleo; sin embargo en el tamaño de muestra no se mostró ninguna diferencia significativa ($\alpha = 0.1$). El aceite obtenido mostró una humedad menor al 0.2% y una concentración de ácidos grasos libres menor al 2% con características de olor y textura agradables.

II. Abstract.

The use of agricultural waste products in Mexico is a rapidly developing area thus the diversification of the technology and value-added obtained in by-products generate important areas of commercial opportunity. The mango peel, especially mango seed is an agricultural waste without being taken advantage by the nectar & juice industry. In this paper carried out the extraction of mango oil, evaluating the size of sample (3 and 6 g) and two different types of solvents (petroleum ether and ethyl ether). The results showed that there is a significant difference in the type of solvents being used, petroleum ether showed better results; however in the size of sample; no significant differences were appeared ($\alpha= 0.1$). Mango oil showed a minor dampness to 0.2 % and a minor concentration of oily acids free to 2 % with agreeable characteristics of smell and texture

III. Introducción

El mango es una fruta de origen tropical muy apreciada en México. Según datos de la FAO, México es el cuarto productor de mango en el mundo superado únicamente por India, China e Indonesia; sin embargo, el principal exportador a nivel mundial es México con el 24 % del volumen de las exportaciones, siendo su principal destino Estados Unidos (FAO, 2004). La principal variedad que se cultiva en México es el Manila, los estados de Veracruz y Guerrero con una participación de más del 70 %.ⁱ

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. El desperdicio de fruta consiste en 12-15 % en piel, 5-10 % en bagazo y 15-20% de semilla de mango. 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, la piel que constituye en promedio un 13 % del peso del mango también es una buena fuente de azúcares (48.1%), pectina (12.9%), proteína (3.9%), fibra (8.4%), taninos (2.3 %) y minerales (2.95). La pectina obtenida de la cáscara de mango puede ser utilizada en la elaboración de mermeladas, jaleas y diversos usos farmacéuticos.ⁱⁱ

Dependiendo del cultivo, la semilla del mango representa del 45.7 al 72.8% de la fruta del mango y es una buena fuente de almidón (57.8%), grasa (13.7%), taninos (10.6%) y proteína (7.1%). De entre todos los sub productos, 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. Debido al alto contenido de almidones, 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. ⁱⁱⁱ

Junto con el aceite de palma, Grasa de kokum, sal fat (*Shorea robusta fat*), sea butter, el aceite de semilla de mango, es uno de las seis grasas tropicales permitidas que pueden remplazar parcialmente el aceite de cacao en la elaboración de chocolate. ^{iv} En el año 2000 la Comunidad Europea promulgó la ley de pureza de chocolate que permite a la Industria Chocolatera la adición a sus productos de hasta un 5% de otro tipo de grasa además de la proveniente de cacao (CE, 2000). En el 2002 en México se abre la posibilidad a la Industria de Alimentos el uso de aceites y grasas vegetales, de acuerdo a lo establecido por la NOM-186-SSA1/SCFI-2002 de “Cacao, productos y derivados” siendo similar a la ley europea.

Además de los posibles usos descritos, el aceite de semilla de mango tiene usos potenciales en la industria de la repostería y donde se requiere grasa saturada. También puede ser usada en la preparación de jabones de calidad y como una grasa para la elaboración de papas fritas. ^v

Algunos análisis realizados la grasa extraída de la semilla del mango indican que la composición del ácido graso es principalmente: Palmítico (6-18%), Esteárico (24-49%) y Oleico (33.53%). Los mayores glicéridos son: glicéridos di insaturados, estearodioleina (54%), Oleopalmitostearina (16%), Oleoestearina (8%) y glicéridos trinisaturados (14%). ^{vi} Estudios de las características dilatrométricas y las curvas de enfriado indican que la grasa refinada de mango difiere de la grasa de cocoa.

La producción de aceites vegetales está determinada por la oferta de los cultivos, la cual depende de la estación del año, condiciones climáticas, demanda del cultivo, entre otros. Debido a la creciente escasez de materia prima y a la alza de los precios, es necesario encontrar fuentes alternas de aceites y grasas, que permitan su utilización como sustitutos de los aceites ya conocidos o que aporten nuevos usos.

El aceite proveniente del hueso de mango puede ser considerado como una fuente potencial alterna a la ya conocida, ya que se sabe contienen lípidos con características que le otorgan esta posibilidad. En México, el cultivo de este fruto es muy difundido en algunas zonas y los residuos de su procesamiento son desaprovechados debido a la escasa información acerca de sus posibles usos.

En el siguiente trabajo, se realizó la extracción de aceite a partir de semilla de mango Manila (*Manguifera indica L*) como una alternativa para el aprovechamiento de la semilla de mango, el cual es un subproducto de la industria de néctares y almíbares de la industria de alimentos.

IV. Materiales y Métodos

Obtención, secado y molienda de las semillas de Mango.

Los mangos, variedad Manila, fueron adquiridos en el mercado local (Perote Veracruz, México) en Abril 2008, se pelaron y despulparon manualmente, al final se extrajo la almendra (Figura 1), 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 almendras 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, se utilizó 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.



Figura 1. Obtención de la almendra de mango, antes de la extracción de aceite.

Determinación de humedad

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 gr. de muestra, las cuales se colocaron en un horno de circulación forzada previamente calentado a 105 °C durante 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.

Diseño Experimental

Se realizó un diseño factorial 2^2 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 $n=2$ réplicas. En la Tabla 1 se presenta los factores (tamaño de muestra y solvente), los niveles (3 y 6 g; éter de petróleo y éter etílico) y las variables de respuesta fueron, peso de aceite (g), acidez titulable y porcentaje de humedad (%). Los resultados se analizaron empleando el software Minitab Ltd. statistic software (USA).

Tabla 1. Matriz Diseño Experimental 2^2 n= 2 Réplicas

Replica	Cantidad de Muestra (gr.)	Solvente
1	3.00	Éter de Petróleo
1	6.00	Éter de Petróleo
1	3.00	Éter Etílico
1	6.00	Éter Etílico
2	3.00	Éter de Petróleo
2	6.00	Éter de Petróleo
2	3.00	Éter Etílico
2	6.00	Éter Etílico
3	3.00	Éter de Petróleo
3	6.00	Éter de Petróleo
3	3.00	Éter Etílico
3	6.00	Éter Etílico

Extracción de aceites.

Se pesaron 3 gr. de muestra en un papel whatman no. 4, se colocó en un dedal de celulosa. El dedal se insertó el 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 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 (Elisa) y en desecador durante 30 minutos. La cantidad de grasa se determinó por diferencia de peso de los vasos de aluminio. El método de referencia utilizado fue AOAC (2002) Official Method 948.22, Fat (Crude) in Nuts and Nut Products.

Determinación de Acidez titulable.

Se realizó por el método AOAC (2009) Ca 5a-40 ácido libre de grasa FFA

V. Resultados

En la Tabla 2 se presentan las características finales de la harina obtenida. 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.

Tabla 2. Características físicas de la materia prima.

	Promedio	Desviación Estándar
Peso de Fruta	244.07 gr.	± 42.71
Peso de Hueso	21.93 gr.	± 3.83
Peso de la Almendra	9.23 gr.	± 3.49
% de Peso vs. Peso de Fruta	3.59 %	± 1.34
Humedad	80.20 %	± 1.16
Humedad de la harina de mango	9.69 %	± 0.06

Respecto a los resultados de la obtención de aceite de mango se pueden observar en la Tabla 3 que existieron diferencias significativa entre los diferentes tratamientos ($\alpha = 0.1$). Esto se puede apreciar mejor en la Tabla 4 en el análisis de efectos en donde se observa que la obtención de grasa con éter de petróleo fue significativamente mejor comparada con la extracción usando éter etílico. Sin embargo, se observa, en el caso de la cantidad de muestra que no existió diferencia significativa. Esto indica que es posible que la cantidad de grasa presente en las muestra de la almendra no está relacionada con el peso de ésta sino es una característica independiente del contenido de fibra del que está compuesto la semilla de mango (Almidón 57.58%, grasa 13.7%, taninos 10.6% y proteína 7.1%).^{vii}

Tabla 3. Resultado del Diseño experimental para la obtención de grasa de mango.

Réplica	Cantidad de Muestra (gr.)	Solvente	% de Grasa
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

Tabla 4. Estimación de efectos en la obtención de grasa de mango

	Efecto	Error estándar	p
Efecto	5.537	0.078	-
(1)Muestra	- 0.016	0.155	0.921
(2)Solvente	0.314	0.155	0.078
Interacción 1 con 2	0.279	0.155	0.110

En la Figura 2 se muestra el impacto en el rendimiento de la extracción cuando se varía el tamaño de muestra y el solvente. Se observa que la mayor pendiente se obtiene en la variación del solvente.

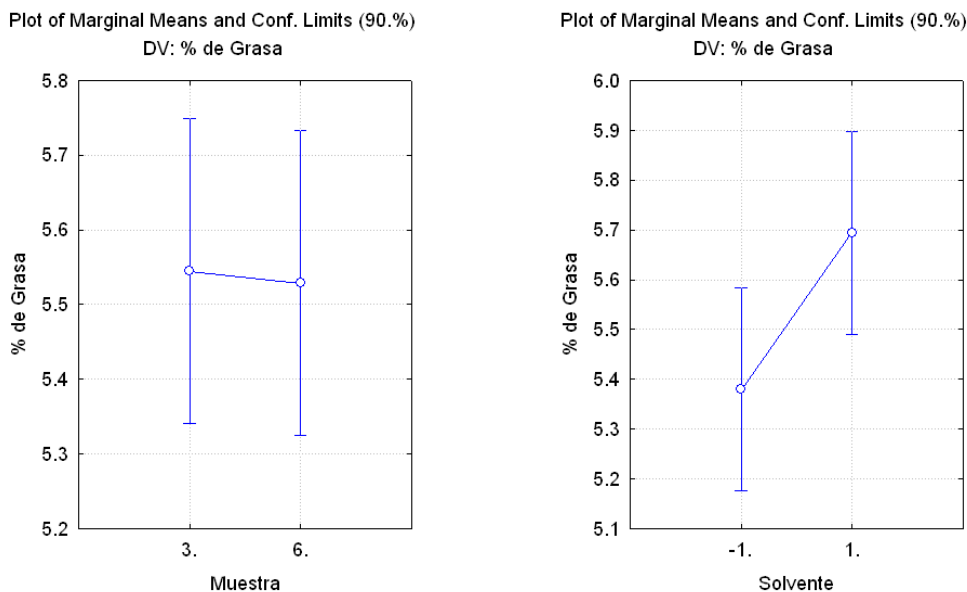


Figura 2 Porcentaje de grasa obtenida respecto al tamaño de muestra (lado izquierdo) y respecto al tipo de solvente empleado (lado derecho).

Para confirmar la magnitud de los efectos se realizó un análisis de varianza. Los resultados obtenidos muestran que si existe una diferencia significativa en el tipo de solvente utilizado ($\alpha = 0.1$) y de la dirección de las estimaciones de los efectos se sabe que al pasar de una extracción por Éter de Petróleo a una con Éter Etílico el % de recuperación se incrementa.

Tabla 5. Análisis de Varianza

	SS	df	MS	F	p
(1)Muestra	0.000764	1	0.000764	0.010550	0.920719
(2)Solvente	0.295811	1	0.295811	4.085160	0.077916
1 by 2	0.233669	1	0.233669	3.226979	0.110161
Error	0.579290	8	0.072411		
Total SS	1.109534	11			

Respecto a las evaluaciones fisicoquímicas se obtuvo un humedad muy baja para la harina de mango, 0.5% lo cual esta dentro de la norma Mexicana para alimentos deshidratados (NMX- F233-1982) y Ácidos grasos libres como ácido oléico

de 3.1 % por arriba del límite de 1.75 permitido en la NMX-F-343-SCFI-2008 Alimentos – Manteca de Cacao – Especificaciones.

VI. Discusión

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada el aceite de semilla de mango, así como los subproductos del procesamiento industrial del mango, son buenas opciones para obtener productos que pueden ser utilizados en diversas industrias tales como confitería, pastelerías, farmacéutica y alimentos balanceados.

El mejor método de extracción del aceite de la semilla de mango fue utilizando éter etílico y un tamaño de muestra de 3gr. Con un punto de ebullición de 34.6 °C el éter etílico se considera mejor disolvente de grasas que el éter de petróleo, sin embargo, además de que el costo y el riesgo de explosividad es mayor, tiende a ser higroscópico y a formar peróxidos, puntos que se deben considerar para una extracción a volumen del producto ya que utilizar este producto requiere mayor cuidado que el éter de petróleo.

Aún cuando el rendimiento obtenido no fue el esperado de acuerdo con las fuentes bibliográficas citadas, quedaría como una opción para próximas investigaciones realizar la comparación del estado de madurez de la fruta y el contenido de grasa en la semilla. Además se consideraría conveniente determinar si el tipo de solvente utilizado modifica el perfil de ácidos grasos y las características fisicoquímicas del producto ya que el éter de petróleo tiende a ser selectivo para lípidos hidrofóbicos y con la tendencia del éter etílico en formar peróxidos la calidad de la grasa extraída podría diferir ^{viii}.

La caracterización física y fisicoquímica del producto indicó un buen contenido de humedad, sin embargo el contenido de AGL (3.1%) fue mayor al 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%, esto además debe ser ajustado porque en además de esto, algunas industrias manejan un nivel aceptable de AGL para grasas y/o aceites vegetales de 2% por lo que en futuros trabajos se recomendaría verificar las temperaturas utilizadas para el secado de la almendra, obtención de la grasa y evaporación del solvente.

El presente trabajo ofrece una alternativa para el aprovechamiento del hueso de mango (almendra) un subproducto de la industria de jugos y néctares, en un producto de alto valor agregado. Con el proceso de obtención de aceite sugerido en esta investigación se puede continuar con el análisis de costos y de viabilidad para conocer la rentabilidad de este proyecto en beneficio de las industrias agrícolas en las regiones tropicales.

VII. Bibliografía

ⁱ Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. Monografía del Mango. Gobierno del Estado de Veracruz. <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCVIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/TAB4003236/MONOGRAF%CDA%20DE%20MANGO.PDF>

ⁱⁱ Hui Y. H. (2006) Handbook of food science, technology, and engineering. Editorial Press.

ⁱⁱⁱ Salunkhe D. K., S. S. Kadam (1995) Handbook of Fruit Science and Technology: Production, Composition, Storage, and Processing. Editorial CRC Press.

^{iv} Shahidi, F. (2006) Nutraceutical and specialty lipids and their co-products. Editorial CRC Press.

^v Chow, Ch. K. (2007) Fatty acids in foods and their health implications. Editorial CRC Press

^{vi} Everett H. Pryde, L. H. Princen, K. D. Mukherjee, (1981) New sources of fats and oils. International Society for Fat Research, Publicado por The American Oil Chemists Society.

^{vii} Montgomery C. D., C. G. Runger, (1996) Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería. Mc Graw Hill.

Comunidad Europea (2000). Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Directiva 2000/36/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de junio de 2000 relativa a los productos de cacao y de chocolate destinados a la alimentación humana. 3.8. 19-25.

^{vii} D. K. Salunkhe, S. S. Kadam (1995) Handbook of Fruit Science and Technology: Production, Composition, Storage, and Processing. Editorial CRC Press.

^{viii} Badui S. D. (1986). Química de los Alimentos. Alhambra Universidad. Madrid, España

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>.

NOM-186-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Cacao, productos y derivados. I Cacao. II Chocolate. III Derivados. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/186ssa12.html>.

NMX-F-233-1982. Alimentos para humanos. Especies y condimentos. Cebolla deshidratada. Dirección General de Normas. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-233-1982.PDF>

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>