

REFINACIÓN DEL ACEITE CRUDO DE DURAZNO (*Prunus pérsica*) Y SU CARACTERIZACIÓN

Alberto Mieres-Pitre, Gian Franco Santangelo y Carla González
Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química.
Valencia-Venezuela, Fax: 58-0241-674828, Email: albertopitre@icnet.com.ve

Palabras Clave: Aceite crudo, ácidos grasos, refinación química

Introducción

En los actuales momentos, las empresas procesadoras de frutas desechan grandes cantidades de materia orgánica que no es aprovechada, debido a que las empresas dirigen su mayor esfuerzo hacia el aprovechamiento de la pulpa para la realización de productos alimenticios de mayor valor agregado. El aprovechamiento de estos desechos representa un reto para aportar nuevas ideas en la elaboración de productos con un alto valor nutritivo a un bajo costo, que puedan ser utilizados para consumo humano y de uso industrial. Las semillas de durazno contienen en su interior almendras que son altamente oleaginosas, es decir, se puede obtener aceite vegetal a partir de un procedimiento de extracción adecuado, además la refinación de éste lo hace un aceite más estable aprovechándose así el posible valor agregado que se podría obtener de la semilla.

En Venezuela están establecidas varias empresas procesadoras de frutas, las cuales elaboran productos alimenticios tales como jugos, mermeladas, dulces, concentrados de frutas. En este sentido esta investigación permite a las empresas antes mencionadas conocer acerca del aprovechamiento de la semilla del durazno en la elaboración de diferentes productos aplicados a la alimentación humana o a la actividad industrial. Penetrar nuevos mercados, incrementar su cartera de clientes y así evitar las importaciones al desarrollar la producción nacional de aceites vegetales.

El aceite crudo contiene impurezas que promueven su deterioro siendo el más usual la oxidación primaria y secundaria de los lípidos presentes. Al refinarlo químicamente se eliminan estos compuestos y el aceite así obtenido es apto para los procesos donde se van a utilizar y además cumple con las respectivas normas de calidad e identidad. Por otra parte, el campo de la refinación del aceite de la semilla del durazno no ha sido investigado ni estudiado con la suficiente profundidad como para crear una base que permita la utilización de dicho método de refinación a escala industrial. En el siguiente trabajo se extrae y refina el aceite de la almendra de durazno con el propósito de recomendar su utilización desde el punto de vista químico y tecnológico.

Metodología

Materia prima

La materia prima utilizada fue la semilla del durazno (*Prunus pérsica*), proveniente de los desechos generados en el proceso de elaboración del concentrado de durazno por una empresa procesadora de frutas.

Tratamiento de la materia prima

Los desechos generados en el proceso de despulpado están constituidos por, la semilla del durazno, concha o piel y los restos de pulpa que no fueron desmenuzadas. Estos desechos fueron trasladados a un lugar abierto, donde se colocaron en un recipiente con agua para separar con mayor facilidad los restos de pulpa (mesocarpo) adheridos a la semilla. Posteriormente se realizó un tamizado para separar las semillas de la piel del durazno y del resto de la pulpa que quedó dentro del agua.

Secado de las semillas

Las semillas fueron esparcidas en el suelo y expuestas al sol durante cuatro días, para disminuir la humedad y facilitar la obtención de la almendra. Después que las semillas quedaron completamente secas, se colocaron en envases bien limpios y se taparon inmediatamente para así evitar la contaminación por cualquier agente externo como, insectos o moscas. Posteriormente éstos fueron colocados a temperatura ambiente.

Obtención de la almendra de durazno

Una vez secas las semillas, fueron trasladadas al Laboratorio de Alimentos de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Carabobo, donde posteriormente se realizó la separación manual utilizando una prensa de banco. Este procedimiento consistió en colocar la semilla fija en

los prensadores, luego se procedió a girar la palanca de la prensa, cerrándose los prensadores hasta fracturar el hueso de la semilla para después separar la almendra del endocarpo.

Molienda

La almendra se sometió a una reducción de tamaño. El procedimiento se realizó agregando cierta cantidad de almendras a un molino mecánico, luego se ajustaron los platos reductores para obtener diferentes tamaños de la partícula.

Extracción de aceite por solvente

Después de reducir el tamaño de la almendra, se procedió a realizar la extracción del aceite utilizando un equipo soxhlet. El procedimiento consistió en colocar una muestra de almendra en el interior de un dedal de celulosa que fue colocado dentro del vaso extractor. En el balón se colocó cierta cantidad de solvente (hexano), al calentarse la hornilla el solvente se evapora y posteriormente es condensado en el condensador, llenando el vaso extractor donde se encuentra el dedal con la muestra. Cuando el solvente llega al tope del vaso, cae al balón arrastrando una miscela de aceite-hexano. Éste proceso se repite automáticamente durante un tiempo de cuatro horas para que sea efectiva la extracción. Una vez culminado el proceso, se retira el dedal con la torta desgrasada y se coloca dentro de la estufa para eliminarle el hexano que pueda tener. Posteriormente, se separa el hexano del aceite que se encuentra en el balón, evaporando el solvente. Luego el balón con el aceite crudo se coloca dentro de la estufa para separar las trazas de hexano que pueda contener y por último el aceite es almacenado para su posterior análisis.

Establecimiento de las variables

✓ Variable dependiente

La variable dependiente evaluada fue el porcentaje de aceite extraído y la ecuación viene expresada de la siguiente manera:

$$AE = (MA / MAE) * 100 \quad (1)$$

donde,

AE: porcentaje de aceite extraído, %

MA: masa de aceite extraído, g

MAE: masa de almendra utilizada para la extracción, g

✓ Variables independientes

Las variables independientes más influyentes que se destacaron en la extracción de aceite con solvente son las siguientes:

- Masa de la almendra
- Tiempo de extracción
- Tamaño de la partícula

Niveles seleccionados para la extracción de aceite

Los niveles seleccionados son los siguientes:

Tabla 1 Niveles para la extracción de aceite crudo de durazno

Factor	Asignación	Nivel	
		Bajo	Alto
Masa de la almendra (g)	A	2	5
Tiempo de extracción (hr)	B	3	5
Tamaño de la partícula (mm)	C	0,7112	0,8509

Selección del diseño experimental

Se seleccionó el diseño factorial para analizar los efectos causados por los diferentes factores estudiados durante el proceso de extracción. Esto permitirá visualizar la influencia de cada uno de ellos sobre la extracción del aceite de la almendra de durazno y las interacciones entre las mismas. La estructura del diseño de experimento tiene como modelo 2^3 , donde el 2 representa para este diseño, dos niveles, uno alto y uno bajo y el 3 representa los tres factores como lo son masa de la almendra, tamaño de la partícula y tiempo de la extracción, dando un total de 8 experimentos cada uno con dos réplicas, para un total de 16 experimentos realizados.

Determinación del análisis proximal de la almendra de durazno

En la determinación del análisis proximal de la almendra de durazno se empleó el método de análisis de la Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN, tabla 2.

Tabla 2 Normativa utilizada para determinar la composición proximal de la almendra del durazno

Análisis	Norma utilizada
Humedad	COVENIN 593:1972 (1)
Cenizas	COVENIN 328:1996 (2)
Grasa cruda o extracto etéreo	COVENIN 3218:1996 (3)
Fibra Cruda	BIOMOLÉCULAS, Métodos de Análisis (4)
Proteínas	COVENIN 1195:1980 (5)
Carbohidratos	Por diferencia

Determinación de los parámetros fisicoquímicos del aceite crudo de durazno

En la tabla 3, se observan los análisis fisicoquímicos que se llevaron a cabo para determinar los requisitos de identidad, utilizando las normas vigentes recomendadas por COVENIN.

Tabla 3 Normativa utilizada para determinar los parámetros fisicoquímicos del aceite crudo de durazno

Análisis	Norma utilizada
Índice de Saponificación	COVENIN 323:1998 (6)
Índice de Yodo	COVENIN 324:1996 (7)
Índice de Refracción	COVENIN 702:1996 (8)
Densidad Relativa	COVENIN 703:1996 (9)
Fósforo	COVENIN 1178:1983 (10)
Ácidos grasos	COVENIN 2281:1998 (11)
Índice de acidez	COVENIN 325:1996 (12)
Índice de peróxido	COVENIN 508:1997 (13)
Color	COVENIN 1191:1996 (14)
Olor	Característico del aceite

Refinación química del aceite crudo del durazno

El proceso de refinación del aceite de la almendra de durazno, se llevó a cabo realizando una neutralización y posteriormente un blanqueado. En la figura 1, se muestra el diagrama de flujo del proceso de eliminación de las impurezas presentes en el aceite crudo.

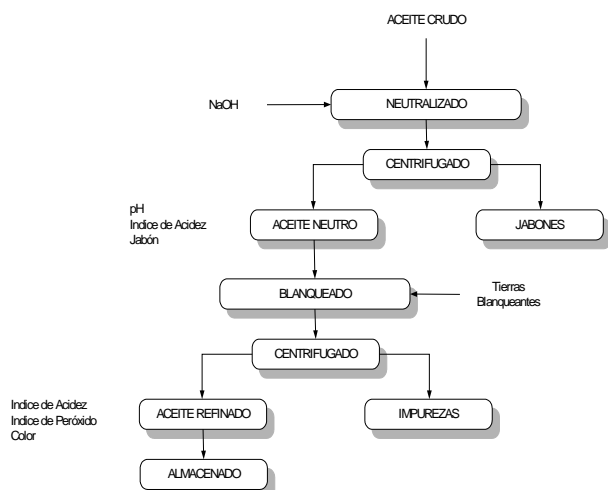


Figura 1. Refinación química del aceite de la almendra del durazno

Neutralización

En el proceso de neutralización se realizaron estudios con diferentes cantidades de concentraciones de hidróxido de sodio (12°Baumé, 14°Baumé y 16°Baumé), para determinar la más eficiente para el aceite crudo de la almendra de durazno.

Blanqueado

Durante el proceso de blanqueado del aceite crudo se llevó a cabo el análisis, empleando tres porcentajes de tierras blanqueantes Tonsil Standar™ (0,5%, 1% y 1,5%).

Determinación del perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases

Para determinar el perfil de ácidos grasos se utilizó un cromatógrafo a gas Hawlett Packard modelo 5890-A. El cromatógrafo cuenta con un registrador Hawlett Packard modelo 3392-A Integrator. El cromatógrafo a gases (CG) está constituido por una columna capilar del tipo **HP – FFAP** el cual posee un detector de ionización a la llama (FID) y fue utilizado nitrógeno (N₂) como gas de arrastre.

Resultados y Discusión

En la tabla 4 se pueden apreciar los resultados de los porcentajes de la extracción de aceite de la almendra de durazno utilizando solvente como agente extractor. En los resultados obtenidos se observa que a medida que el tamaño de la partícula es menor se obtiene mayor porcentaje de aceite durante el proceso de extracción.

Tabla 4 Porcentaje de aceite extraído por solvente de la almendra del durazno

Tamaño de la Partícula (mm)	Tiempo de Extracción (h)	Masa de la almendra (g)	Porcentaje de aceite extraído (Pa±0,6)%	Promedio (%)
0,8509	3	2	52,4	52,7
			52,9	
	3	5	51,1	51,3
			51,4	
	5	2	51,3	51,5
			51,6	
	5	5	51,7	53,2
			54,6	
0,7112	3	2	55,8	56,2
			56,6	
	3	5	56,1	56,3
			56,4	
	5	2	52,2	52,7
			53,2	
	5	5	53,3	52,9
			52,4	

Los resultados del análisis de varianza que se obtienen luego de aplicar el software estadístico MINITAB 13.2 (15) se encuentran reportados en la tabla 5. Se puede observar que el efecto de los factores Tiempo de extracción (*B*), Tamaño de partícula (*C*) y la interacción Tiempo de extracción * Tamaño de partícula (*B***C*) influyen sobre el porcentaje de aceite extraído de la almendra del durazno, esto se debe a que el valor del nivel de significancia es menor del 5% o sea $P < 0,05$, lo que implica la posibilidad de que los factores sean significativos sobre el proceso.

Por otro lado los factores Masa (A) y las interacciones Masa * Tiempo (A*B), Masa Tamaño (A*C) y Masa * Tiempo *Tamaño (A*B*C) no influyen sobre el porcentaje de aceite extraído debido a que el valor del nivel de significancia P es mayor a 0,05, por lo que tiene una baja posibilidad de que influyan sobre el proceso.

Tabla 5 Resultados del análisis de varianza aplicado a los valores del proceso de extracción de aceite de la almendra del durazno con solvente

Fuente		Grados de libertad (G.L)	Suma de cuadrados (S.C)	Cuadrados medios (C.M)	Factor de Fisher (Fo)	P
Masa	A	1	0.0600	0.0600	0.08	0.784
Tiempo de extracción	B	1	10.1442	10.1442	13.58	0.006
Tamaño de partícula	C	1	22.0900	22.0900	29.56	0.001
Masa * Tiempo	A*B	1	2.6896	2.6896	3.60	0.094
Masa * Tamaño	A*C	1	0.0056	0.0056	0.01	0.933
Tiempo * Tamaño	B*C	1	14.4780	14.4780	19.38	0.002
Masa*Tiempo*Tamaño	A*B*C	1	2.2201	2.2201	2.97	0.123
Error		8	5.9779	5.9779		
Total		15	57.6655			

Otra manera de verificar que las variables sean significativas o influyentes, es comparar el valor del factor de Fisher obtenido (F_o) en el programa estadístico, con el valor reportado en la bibliografía (F) el cual debe ser $F_o > F$. El modelo de regresión realizado por el análisis estadístico proporciona un modelo matemático que ayuda a relacionar los factores importantes con la respuesta, puede ser usado en la determinación del porcentaje de aceite extraído, donde el factor de correlación es $R^2 = 55,9$ y viene expresado por la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Aceite Extraído} = 69,6 - 0,796 \text{ Tiempo} - 16,8 \text{ Tamaño}$$

Una vez culminado los análisis realizado por el programa estadístico, los resultados obtenidos en la corrida confirmatoria reportados en la tabla 6 demuestran que los valores de 5 gramos de almendra, 3 horas de extracción y un tamaño de partícula de 0,7112 mm, proporcionan una valor de $(57,8 \pm 0,6)\%$ de porcentaje de aceite extraído.

Tabla 6 Corrida confirmatoria para determinar el porcentaje de aceite extraído de la almendra del durazno

Tamaño de la Partícula (mm)	Tiempo de Extracción (h)	Masa de la almendra (g)	Porcentaje de aceite extraído (Pa±0,6)%	Promedio (%)
0,8509	3	5	50,9	50,8
			50,7	
0,7112	3	5	57,9	57,8

Análisis proximal de la almendra del durazno

En la tabla 7, se observa la composición proximal de la almendra del durazno realizando el estudio en base húmeda.

TABLA 7 Análisis proximal de la almendra del durazno (*Prunus pérsica*)

Humedad (H ± 0,007)%	Cenizas (C ± 0,008)%	Grasa cruda (G ± 0,01)%	Fibra cruda (F ± 0,03)%	Proteínas (P ± 0,1)%	Carbohidratos (C _{arb} ±0,01)%
5,682	2,779	43,56	24,52	27,2	20,82

El porcentaje de humedad es un valor muy semejante al reportado en otros estudios realizados en la misma variedad de durazno (16). El bajo contenido de agua que presenta la almendra retarda la formación de reacciones químicas, enzimáticas y microbiológicas que son las tres principales causas del deterioro de los alimentos, permitiendo la conservación de la almendra por un tiempo más prolongado. Este valor es óptimo para el proceso de obtención del aceite, debido a que para la mayoría de las semillas oleaginosas se encuentran alrededor de un 8% de contenido de humedad (17).

Al comparar el resultado del contenido de ceniza de la almendra del durazno, se observa que es mayor respecto al valor reportado en otras investigaciones (18), el cual es de 0,1%, encontrándose discrepancias debido a la presencia de material inorgánico en la almendra. Estos materiales inorgánicos dan una idea de la cantidad de minerales presentes en la misma.

Análisis fisicoquímicos del aceite crudo y refinado

Al aceite crudo y refinado de la almendra del durazno se le practicaron una serie de análisis con la finalidad de caracterizarlos fisicoquímicamente y para que sirvieran de referencia al momento de comparar el aceite antes y después de la refinación, dichos aceites deben cumplir con ciertos requisitos de identidad y de calidad. En las

tablas 8, 9 y 10 se presentan los parámetros fisicoquímicos y la composición de ácidos grasos del aceite crudo y refinado del durazno.

Tabla 8 Análisis fisicoquímicos a partir de los requisitos de identidad del aceite crudo y refinado

Análisis		Aceite crudo	Aceite refinado	Norma COVENIN
Densidad relativa a 20°C / 20°C (D _R ± 0,00004)		0,90244	0,90430	0,8969 – 0,9260
Índice de refracción (I _R ± 0,0001)	40°C	1,4675	1,4670	1,457 – 1,470
	60°C	1,4660	1,4655	1,441 – 1,462
Índice de saponificación (IS± 0,07) mg KOH/g		188,29	113,26	180 – 210
Índice de yodo (Wijs) (I _Y ± 0,5)Cg I / g		94,2	95,0	56 – 145

Los resultados de los valores obtenidos de densidad relativa, índice de refracción, índice de saponificación e índice de yodo tanto para el aceite crudo como para el aceite refinado de la almendra del durazno se encuentran dentro de los valores que establece la norma COVENIN (19) para aceites vegetales comestibles, debido a que esta norma es utilizada como referencia en esta investigación con la finalidad de obtener un aceite de optima calidad.

La diferencia entre los valores obtenidos del índice de refracción para el aceite crudo y refinado se debe a que el aceite crudo contiene una gran cantidad de impurezas, esto ocasiona que la desviación que sufre el haz de luz que atraviesa el aceite crudo sea mayor que en el aceite refinado.

Los valores reportados de índice de saponificación entre el aceite crudo y refinado presentan una diferencia, esto se debe a que en el aceite refinado existe menor presencia de ácidos grasos libres que puedan reaccionar con el hidróxido de potasio requerido para la formación del jabón. Al comparar los índices de saponificación de varias especies del mismo género *Prunus* que se reportan en la bibliografía (18), el índice de saponificación es aproximadamente de 192 mg KOH /g el cual es muy cercano al obtenido en esta investigación.

La semejanza entre los valores del índice de yodo para aceite crudo y refinado, se debe a que para ambos aceites se mantiene el mismo número de insaturaciones. El alto valor es una evidencia del alto contenido de ácidos grasos insaturados presentes en el aceite de la almendra del durazno. Estos valores son semejantes a los reportados en la bibliografía para aceite de la semilla de albaricoque y aceite de almendra (18), debido a que son del mismo género de la almendra del durazno (*Prunus pérsica*). Estos aceites se les da la denominación de no secantes, debido a que los índice de yodo son menores a 100 Cg I / g, estos también pueden ser usados

en la fabricación de cosméticos, por la facilidad con que son absorbidos por la piel ya que no exceden un índice de yodo de 110 Cg I /g.

Otro requisito de identidad indispensable en la caracterización fisicoquímica del aceite crudo y refinado, es la determinación de la concentración de fósforo presente en el aceite, estas concentraciones de fósforo se encuentran en la tabla 9. Estos son muy bajos y están dentro de lo establecido por la Asociación Americana de Soya, la cual indica que los aceites deben poseer una concentración de fósforo menor a 5 mg/L, para garantizar que sean de óptima calidad. La poca presencia de fosfolípidos en el aceite de la almendra del durazno, equivale a pocas reacciones de deterioro en el aceite, ya que este no se oxida fácilmente, debido a las pocas insaturaciones presentes en los fosfolípidos que son las encargadas de provocar la descomposición del aceite.

Tabla 9 Concentración de fósforo presentes en el aceite crudo y refinado

Aceite crudo ($C_{pC} \pm 0,00001$) mg/L	Aceite refinado ($C_{pR} \pm 0,00001$) mg/L
0,50128	0,44375

En la tabla 10 se presentan los resultados obtenidos de la composición de ácidos grasos del aceite crudo y refinado de la almendra del durazno determinada por cromatografía de gas. El aceite crudo de la almendra de durazno presenta un mayor porcentaje de ácido Oleico y de ácido Linoleico, por lo que el aceite es altamente insaturado. Si se comparan los porcentajes del total de saturados y de insaturados con los reportados en otros estudios (16), se observa similitud entre los valores, aunque existe una diferencia entre los porcentajes de ácido Oleico y Linoleico, ya que otros autores (16) reportan un contenido de 69,7% de ácido Oleico y de 21,9% de ácido Linoleico. Por otra parte, algunos antecedentes en la misma área (18), reporta un porcentaje de ácido Oleico de 58,5% y de 32,8% de ácido linoleico, la diferencia entre los valores reportados en esta investigación, se puede deber a que los duraznos son cultivados en diferentes zonas geográficas, donde varían las técnicas de plantación, el contenido de la riqueza mineral de los suelos, el clima y otros factores relacionados con el cultivo lo que pudiera influir en las composiciones de los ácidos grasos presentes en la almendra del durazno. Es importante resaltar que aunque los duraznos sean de la misma variedad y pertenezcan al género *Prunus*, no necesariamente deben tener igual composición de los ácidos grasos que lo constituyen.

Tabla 10 Composición de ácidos grasos del aceite crudo y refinado de la almendra de durazno

Ácido graso	Composición de ácidos grasos ($C_{ag} \pm 0,01$)%	
	Aceite crudo	Aceite refinado
Total Saturados	8,16	6,61
Total de monoinsaturado	78,01	77,86
Total de poliinsaturado	13,83	15,54

Partiendo del análisis del contenido de fósforo (Tabla 9), se realiza el proceso de neutralización del aceite para la eliminación de los ácidos grasos libres que se encuentran presentes. Los análisis se efectuaron tomando como referencia, los valores empleados en investigaciones similares (20), en la cual se utilizó concentraciones superiores a 16 °Baumé. En esta investigación las concentraciones seleccionadas fueron 12°Bé, 14°Bé y 16°Bé, debido al bajo porcentaje de acidez libre (%oleico) presente en el aceite crudo. En la tabla 11 se observa que para una concentración de soda cáustica de 12 °Baumé se obtiene el nivel más bajo de acidez libre presente en el aceite. Esto se debe, a que la soda cáustica a esa concentración y en la cantidad precisa reacciona con los ácidos grasos libres que contiene el aceite, eliminándolos en su mayor parte, por lo tanto se considera un proceso de refinación óptimo.

Tabla 11 Acidez libre del aceite de durazno para diferentes concentraciones de grado Baumé

Concentración	12 °Bé	14 °Bé	16 °Bé
Acidez libre ($A_L \pm 0,04$) % ácido oleico	0,07	0,12	0,09

Una vez culminado el proceso de neutralización, se realizó la exploración en el proceso de blanqueado, con la finalidad de reducir el índice de peróxido presente en el aceite. Se seleccionaron bajos porcentajes de tierras blanqueantes de 0,5%, 1% y 1,5%, ya que las tierras Tonsil Standard™ utilizadas en el blanqueo son del tipo ácida, es decir, se encuentran activadas, por lo tanto estas tierras en un mayor porcentaje pueden incrementar apreciablemente la acidez, produciendo alteraciones en el aceite. En la tabla 12 se observa que para un porcentaje de tierras blanqueantes de 1,5% se obtiene el menor valor de índice de peróxido y un bajo valor de acidez libre, ya que estas tierras poseen la facultad de adsorber sobre su superficie no solamente los pigmentos o materiales colorantes, sino también retiran productos de oxidación, los cuales desempeñan un papel importante en la reducción de la estabilidad.

Tabla 12 Índice de peróxido y de acidez libre del aceite para diferentes porcentajes de tierras blanqueantes

Porcentaje de tierras (%)	Índice de peróxido ($I_p \pm 0,05$) meq O₂ / Kg	Acidez libre ($A_L \pm 0,04$) % ácido oleico
0,5	4,02	0,07
1	3,04	0,08
1,5	2,03	0,08

El porcentaje de aceite refinado obtenido en esta investigación fue de 54,0%. Este valor se puede considerar importante y óptimo, si se toma en cuenta que la industria productora de aceites que utiliza semillas oleaginosas, presenta un porcentaje promedio de aceite refinado del 75%. La diferencia entre estos porcentajes puede deberse, a que la industria aceitera presenta menos pérdidas de aceite, debido al tipo de tecnología que se emplea en el proceso de refinación, ya que es una tecnología avanzada y automatizada, que evita pérdidas considerables de aceite durante el desarrollo de cada una de las etapas del proceso.

Conclusiones

Los factores tiempo de extracción, tamaño de partícula así como también la interacción tiempo de extracción - tamaño de partícula influyen sobre el porcentaje de aceite extraído utilizando hexano como solvente. El mayor porcentaje de aceite extraído con hexano, se obtiene con una masa de almendra de 5 gramos, un tiempo de extracción de 3 horas y un tamaño de partícula de 0,7112 mm. Tanto el aceite obtenido en la etapa de extracción como el refinado son fuentes de ácidos grasos monoinsaturados y se encuentran en mayor proporción que los ácidos grasos poliinsaturados. El bajo contenido en el índice de peróxido y de acidez libre presentes en el aceite refinado, evidencia la estabilidad que puede tener el aceite debido a la alta resistencia a la oxidación. La concentración óptima de lejía que se logró en el proceso de neutralizado del aceite crudo es de 12 grados Baumé. El porcentaje de tierras blanqueantes adecuada para el proceso de blanqueado es de 1,5% en peso.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración prestada por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo CDCH-UC, por el financiamiento parcial para la culminación esta investigación.

Bibliografía

- (1) COVENIN 0593 (1972). *Aceites y grasas vegetales. Determinación de la humedad*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (2) COVENIN 0328 (1996). *Aceites y grasas vegetales. Determinación de cenizas*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (3) COVENIN 3218 (1996). *Aceites y grasas vegetales. Determinación del extracto etéreo*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (4) Bailey, A. (1961). *Aceites y grasas industriales*. Reverte. España. Pág. 107 - Pág. 112
- (5) COVENIN 1195 (1980). *Aceites y grasas vegetales. Determinación de nitrógeno y proteínas*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (6) COVENIN 0323 (1998). *Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de saponificación*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (7) COVENIN 0324 (1996). *Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de yodo*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (8) COVENIN 0702 (1996). *Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de refracción*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (9) COVENIN 0703 (1996). *Aceites y grasas vegetales. Determinación de la densidad*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (10) COVENIN 1178 (1983). *Aceites y grasas vegetales. Determinación del contenido de fósforo*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (11) COVENIN 2281 (1998). *Aceites y grasas vegetales. Determinación de ácidos grasos libres*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (12) COVENIN 325 (1996). *Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de acidez*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.

- (13) COVENIN 508 (1997). *Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de peróxido*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (14) COVENIN 1191 (1996). *Aceites y grasas vegetales. Determinación del color*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (15) MINITAB Inc. (2000). *MINITAB Release Ver. 13.2*. Software estadístico.
- (16) ALTAMIRANO, R. (2002). *Evaluación fisicoquímica de la semilla de durazno (**Prunus pérsica**) y su principal componente nutricional para aplicaciones industriales*. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Universidad de Carabobo. Venezuela.
- (17) BERNARDINI, E. (1981). *Tecnologías de aceites y grasas*. (1ª.ed.) España: Alambra.
- (18) KAMEL, B.S. (1992). *Characterization of the seed oil and meal from Apricot, cherry, nectarine, peach and plum*. JAOCS. Vol 69, N° 5. Canadá.
- (19) COVENIN 69 (1992). *Grasa vegetales comestibles o mantecas vegetales comestibles*. Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (20) BARRETO, M y Marcano, L. (1996). *Extracción, refinación y caracterización de aceite de la semilla de mango (**Manguifera índica L**)*. Trabajo de Ascenso. Estudios básicos. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Venezuela.