

Evaluation of oil properties of fruit pulp pijiguao (*Bactris Gasipaes* H.B.K) for use in cosmetics industry

Viky C. Mujica F.^a, María del Carmen Rodríguez de S.^{*,a}, Ixmit Lopez S.^a, Dalys Mendez^b

^aEscuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

^bDirección de Estudios Básicos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

Abstract.-

The research was based on evaluation pijiguao oil for use in the cosmetics industry. The experiment was conducted to characterize the pulp of the red and yellow variety pijiguao using COVENIN. The oil was extracted by a computer sohxlet $2^3 \times 3^1$ mixed factorial design to determine the best extraction conditions used statistical software STATGRAPHICS PLUS 5.0. In the cultivar with higher yield of extracted oil, was later tested for acute dermal toxicity. The cultivar with higher yield in the oil extraction process is red with a percentage of $(15.640 \pm 0.004) \%$. It was found that the best operating conditions for extraction were: 5 grams of pulp, particle size 0.850 mm and 6 hours of extraction time. This oil had a high saponification value (206 ± 3) mg KOH / g oil. Fatty acids are in greater proportion with 46.2 % oleic and palmitic acids with 33 %. No toxic signs were observed in tests. The physicochemical properties and lipid profile pijiguao oil to make it look like avocado oil, olive oil and cocoa butter.

Keywords: oil; characterization; cosmetic; mining; toxicology.

Evaluación de las propiedades del aceite de la pulpa del fruto de pijiguao (*Bactris Gasipaes* H.B.K) para su aplicación en la industria cosmética

Resumen.-

La investigación se basa en la evaluación del aceite de pijiguao para su aplicación en la industria cosmética. Para ello se realizó la caracterización de la pulpa de la variedad roja y amarilla de pijiguao haciendo uso de las Normas COVENIN. El aceite se extrajo utilizando un equipo sohxlet, según un diseño factorial mixto $2^3 \times 3^1$, y así determinar las mejores condiciones de extracción con el software estadístico STATGRAPHICS PLUS 5.0. A la variedad que presentó mayor rendimiento de aceite extraído, posteriormente se le realizaron pruebas de toxicidad aguda y dérmica. La variedad que presentó mayor rendimiento en el proceso de extracción de aceite es la roja con un porcentaje de $(15,640 \pm 0,004) \%$. Se obtuvo que las mejores condiciones operacionales para la extracción fueron: 5 gramos de pulpa, 0,850 milímetros de granulometría y 6 horas de tiempo de extracción. Este aceite presentó alto índice de saponificación (206 ± 3) mg KOH/g aceite. Los ácidos grasos en mayor proporción son el oleico con 46,2 % y palmítico con 33 %. No se observaron signos tóxicos en las pruebas realizadas. Las propiedades fisicoquímicas y el perfil lipídico del aceite de pijiguao lo asemejan al aceite de aguacate, oliva y manteca de cacao.

Palabras clave: aceite; caracterización; cosmético; extracción; toxicología.

Recibido: julio 2017

Aceptado: diciembre 2017

1. Introducción

El pijiguao (*Bactris gasipaes* HBK), es el fruto de una palmera perteneciente a la familia *Palmae-Arecaceae*, originaria de América Tropical, propia de regiones con alta precipitación y suelos pobres. Es una especie subutilizada y poco conocida,

* Autor para correspondencia

Correo-e: mcrc63@yahoo.com (María del Carmen Rodríguez de S.)

pero de alta capacidad para ser trabajada por la calidad y cantidad de sus productos. El pijiguao cuenta con un gran potencial en la alimentación humana y animal, altos rendimientos por unidad de superficie, buena calidad de los frutos, altos rendimientos del palmito para uso industrial y gran potencial para la producción de aceites y sobre todo adaptabilidad a suelos ácidos e infértiles, [1, 2, 3]. En Venezuela, en el estado Amazonas y suroeste del estado Bolívar, el potencial de esta palmera está siendo únicamente utilizado en la alimentación humana y animal. El aporte científico de la investigación está en la evaluación de las propiedades del aceite de la pulpa del fruto de pijiguao para su aplicación en la industria cosmética, mediante la aplicación de ensayos de toxicidad aguda y dérmica, que arrojaron como resultado la no toxicidad del aceite. Los aceites en el uso cosmético son capaces de penetrar la piel manteniéndola y protegiéndola. El aceite de pijiguao puede ser utilizado en la fabricación de cremas para el cuidado de la piel, jabones, productos para el cuidado del cabello y labiales. No existen antecedentes del uso de este aceite obtenido de la pulpa del pijiguao para la industria cosmetológica.

2. Metodología

2.1. Caracterización de la pulpa del pijiguao

El análisis de la composición nutricional de la pulpa del pijiguao se llevó a cabo en el Laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Escuela de Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Esta caracterización se realizó mediante los diferentes métodos de análisis establecidos en la norma venezolana COVENIN. Los análisis realizados fueron: humedad [4], fósforo [5], cenizas [6], grasa libre [7], fibra cruda [8], nitrógeno [9] y Calcio [10].

2.2. Diseño experimental para la extracción de aceite de la pulpa del fruto de pijiguao

Basados en investigaciones previas y en la información bibliográfica acerca de la extracción de aceites vegetales y los factores que afectan el rendimiento de aceite extraído, se realizó el diseño

de la extracción sólido-líquido, utilizando hexano como solvente. Las variables independientes o factores se seleccionaron considerando aquellas que influyen directamente en el proceso de extracción y son sencillas de controlar. Estas fueron: cantidad de materia prima rica en aceite, tamaño de partícula y tiempo de la extracción. Como variable dependiente se seleccionó el porcentaje en masa de aceite extraído. El tipo de diseño experimental seleccionado es factorial mixto. Para el caso del estudio el diseño fue $2^3 \times 3^1$, esto según los factores y niveles establecidos en estudios previos de extracción [11], en total son 24 experimentos, 12 por cada variedad de pijiguao (amarilla y roja). En la Tabla 1 se muestran dichos factores y sus niveles.

Tabla 1: Factores del proceso de extracción con sus respectivos niveles.

Factor	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Variedad	Amarilla	Roja	-
C_{mp} (g)	15	5	-
T_{mp} (mm)	0,850	1,700	-
T_{ex} (h)	4	5	6

C_{mp} : cantidad de materia prima.

T_{mp} : tamaño de materia prima.

T_{ex} : tiempo de extracción.

El proceso de extracción de aceite de la pulpa del pijiguao, se llevó a cabo mediante los siguientes pasos: selección de la fruta, descascarado del fruto, secado, molienda y tamizado. La extracción del aceite se realizó en el equipo de extracción sohxlet del Laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Carabobo, utilizando hexano como solvente ya que es ampliamente utilizado para extraer aceite de las plantas, por su alta afinidad molecular con el soluto y bajo punto de ebullición lo que facilita la recuperación del mismo, además de ser económicamente más accesible que otros disolventes. Los resultados obtenidos se analizaron en el software estadístico STATGRAPHICS PLUS 5.0, para conocer las mejores condiciones de extracción a partir de la variedad de pijiguao. Una vez determinadas estas condiciones, se realizó una corrida experimental a fin de validarlas.

2.3. Determinación de las características físico-químicas del aceite crudo extraído

Los ensayos aplicados al aceite crudo extraído se realizaron según las normas COVENIN para grasas y aceites, las pruebas realizadas fueron índices de saponificación [12], yodo [13], acidez [14], peróxido [15], refracción [16], densidad relativa [17] y perfil de ácidos grasos [18]. Todos los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, a diferencia del perfil lipídico que se realizó en la empresa Cargill de Venezuela. Para llevar a cabo la caracterización del aceite crudo extraído fue necesario retirar las impurezas presentes, para ello el aceite se sometió a un calentamiento en baño María a una temperatura no mayor a 70°C por una hora, para asegurar la remoción total del hexano. Los resultados obtenidos fueron comparados con los de otros autores, con la finalidad de establecer las variaciones entre estos.

2.4. Determinación de la toxicidad aguda y dérmica del aceite crudo

Toxicidad oral aguda. Esta prueba se realizó a través del método de dosis fijas [19], donde se utilizaron 40 ratones provenientes del Bioterio de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo. Se emplearon ratones jóvenes: 20 hembras y 20 machos con pesos corporales comprendidos entre 20 y 25 g. Estos animales se separaron en grupos según, el sexo, la dosis y si fueron o no tratados con el aceite de pijiguao. El ensayo tuvo una duración de 14 días, con observaciones a los 30, 60, 120, 240 y 360 minutos, a las 24 horas, 48 horas y luego todos los días hasta completar 14 días. Se emplearon dos niveles de dosis para la sustancia de ensayo, 2000 mg/Kg y 5000 mg/Kg del peso corporal, que se administraron por vía oral a cada ratón con previo ayuno nocturno, a través de una cánula curva metálica. Los animales se sometieron previamente a la adaptación de las condiciones de la sala por un periodo de 5 días antes del comienzo del ensayo, alojándose en jaulas de polipropileno con rejilla, agrupados en número de 5 animales por jaula. Se controló la luz del cuarto;

12 horas de luz y 12 horas oscuridad. Tanto el grupo control como los experimentales recibieron agua acidificada al 1 % con HCl 0,1 N y alimento comercial, ratarina (Protinal). Las observaciones fueron diarias, prestando atención a los cambios en la conducta, así como la posible muerte de los animales. Las mediciones individuales de los pesos de los ratones fueron determinadas el día 1, 7 y 14 de la administración del aceite del pijiguao.

Diseño experimental para la toxicidad aguda

El tipo de diseño experimental seleccionado según los factores y niveles establecidos, fue el diseño factorial puro 2², tal como se muestra en la Tabla 2. Se realizó un análisis de varianza utilizando la herramienta estadística STATGRAPHICS PLUS 5.0. que permitió conocer si existía diferencia significativa entre los pesos de los ratones tratados con los ratones no tratados, según el suministro de la dosis del aceite de pijiguao. Los grupos están conformados por 5 hembras y 5 machos:

- Grupo A (Grupo no tratado): Recibieron dosis de 2000 mg/Kg de peso corporal de aceite de girasol, agua y alimento.
- Grupo B (Grupo tratado): recibieron 2000mg/Kg de peso corporal del aceite del pijiguao.
- Grupo C (Grupo no tratado): recibieron dosis de 5000 mg/Kg de peso corporal de aceite de girasol, agua y alimento.
- Grupo D (Grupo tratado): recibieron 5000mg/Kg de peso corporal del aceite del pijiguao.

Tabla 2: Variables del ensayo de toxicidad aguda con sus respectivos niveles.

Factor	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Días	1	7	14
Sexo	Machos	Hembras	-
Tratados	Sí	No	-

Ensayo de irritabilidad dérmica. Este ensayo se realizó a través de lo estipulado por la Organización for Economic Co-operation and Development [20]. Para el estudio se emplearon tres conejos albinos machos, procedentes del Bioterio de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo. Los conejos se mantuvieron en climatización durante siete días con agua y comida, con un ciclo luz/oscuridad 12×12 horas, en jaulas individuales de acero. Los conejos fueron afeitados 24 horas antes del ensayo a ambos lados de la columna vertebral en un área de piel de aproximadamente 10×10 cm². Posteriormente se aplicó 0,5 g del aceite de pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*), el cual se mantuvo en la piel cubierto con gasa estéril y fijado con adhesivo durante 4 horas. Luego, se retiraron los parches y el aceite con solución salina fisiológica. Los animales permanecieron en una caja de madera especial (guillotina). Las respuestas de la piel se evaluaron a las 1, 24, 48 y 72 horas después de haber retirado los parches. La irritación dérmica fue registrada de acuerdo con la escala descrita por Drize para la evaluación de lesiones de la piel, tal como se muestra en las Tabla 3 y 4.

Tabla 3: Escala descrita por Drize para la evaluación de Eritemas en la piel.

Eritema y formación de escaras	Ponderación
Si no aparece nada	0
Muy ligero el eritema (poco perceptible)	1
Eritema bien definido	2
Eritema moderado a severo	3
Eritema severo con formación de úlceras y costras	4

Tabla 4: Escala descrita por Drize para la evaluación de edemas en la piel.

Eritema y formación de escaras	Ponderación
Si no hay edemas	0
Edema poco perceptible	1
Edema ligero, bordes o áreas bien definidas por elevación de la piel	2
Edema moderado (área elevada de la piel de aprox. 1 mm)	3
Edema severo (elevación de mas de 1 mm)	4

Las evaluaciones a las distintas horas, fueron sumadas y divididas entre el número de mediciones, se aplicó la escala presentada en la Tabla 5 para determinar el resultado final.

Tabla 5: Escala para la evaluación final del índice de irritabilidad dérmica.

Índice de irritabilidad dérmica	Rango de ponderación
No irritante	0
Levemente irritante	0-2
Moderadamente irritante	2-6
Severamente irritante	6-8

2.5. Determinación de alternativas para el desarrollo de posibles productos cosméticos utilizando el aceite de pijiguao como componente activo

Para esto se realizó una comparación entre los ácidos grasos presentes en el aceite de pijiguao con los ácidos grasos de otros aceites vegetales que tengan aplicación en la industria cosmética, y así identificar similitudes que determinen los posibles productos cosméticos en los que se emplee el aceite de la pulpa del pijiguao.

La comparación se hizo según el método de valoración por puntos. Este método consta de cuatro etapas. La primera es la elección de los factores de evaluación o de aquellos con relevancia: índice de acidez, índice de yodo, índice de peróxido, índice de saponificación, ácidos grasos saturados y ácidos grasos insaturados. La segunda es la ponderación de los factores de evaluación: para ello se realizó una matriz de análisis jerárquico, tal como muestra la Tabla 17 en resultados, y así poder definir la importancia de cada aspecto seleccionado, otorgando una ponderación determinada de acuerdo a su prioridad. La matriz consistió en colocar una puntuación de (1) en el factor de la fila que indica que se supera al de la columna, (0,5) equivale a parámetros de igual importancia y (0) esta referido a que el parámetro de columna supera al de la fila.

El tercer paso fue el montaje de la escala de puntos, los cuales se muestran en la Tabla 6. Por último, el cuarto paso consistió en evaluar

los factores, completando la matriz de valoración por puntos y asignando un número de la escala establecida a cada factor para cada alternativa, finalmente se suman, y se selecciona el aceite vegetal cuya puntuación se asemeja a la del pijiguao. (ver Tabla 20 en discusiones).

Tabla 6: Escala para la evaluación de los factores en la matriz de valoración por puntos.

Porcentaje de similitud %	Puntuación
0-20	1
21-40	2
41-60	3
61-80	4
81-100	5

3. Análisis y discusión de resultados

3.1. Caracterización de la pulpa del pijiguao

Se realizaron los ensayos de humedad, ceniza, fibra cruda, proteína, grasa, calcio y fósforo a la pulpa de la variedad roja y amarilla del pijiguao. Estos resultados, se pueden apreciar en la Tabla 7.

Tabla 7: Composición nutricional de la variedad roja y amarilla de la harina del pijiguao.

Ensayo	Pulpa Amarilla	Pulpa Roja
Humedad (%)	43,300±0,005	49,760±0,005
Ceniza (%)	0,165±0,001	0,164±0,002
Fibra cruda (%)	1,65600±0,00005	1,9776±0,0001
Proteína (%)	4,4±0,4	4,4±0,4
Grasa (%)	14,872±0,004	15,150±0,004
Calcio (%)	0,030±0,005	0,028±0,004
Fósforo (%)	9,9±0,9	9,6±0,8

El porcentaje de humedad obtenido para ambas variedades resultó elevado, lo que indica que a condiciones ambientales el fruto posee un alto contenido de agua. En la Tabla 7 se puede observar que la variedad roja presentó mayor humedad con respecto a la variedad amarilla, y que ambos valores se encuentran próximos a los reportados por los distintos autores en la Tabla 8. El contenido de humedad depende de la ubicación de la planta, puesto que a mayor temperatura en el ambiente, menor será la humedad presente en la fruta según

el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [21].

Tabla 8: Composición de la harina de pijiguao para diversos autores.

Ensayo	(I)	(II)	(III)	(IV)
Humedad (%)	44,4	50,07	45,23	65,1
Ceniza (%)	0,3	0,8	1,02	2,11
Fibra cruda (%)	7,462	1,300	1,270	1,200
Proteína (%)	5,0	6,3	2,96	5,5
Grasa (%)	13,85	5,80	5,86	10,00
Calcio (%)	0,020	0,014	-	-
Fósforo (%)	7,76	16,00	-	-

(I): Rondon [11] (II): Pasquel [22]
(III): García [23] (IV): Murillo [24]

El calcio y el fósforo son minerales presentes en las frutas. El contenido de calcio encontrado en la variedad amarilla fue de $(0,030\pm0,005)\%$ y en la variedad roja $(0,028\pm0,004)\%$, con respecto al fósforo los valores fueron de $(9,9\pm0,9)\%$ y $(9,6\pm0,8)\%$ para las variedades amarilla y roja respectivamente. Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Rondón [11], ya que la materia en estudio al igual que la de este autor son provenientes de la estación experimental Samán Mocho de la Universidad Central de Venezuela. Como se había mencionado las diferencias con los valores reportados por Pasque y Del Castillo [22], se pueden deber a los tipos de suelos donde se cultivó la planta.

La fibra cruda representa la materia que no puede ser digerida por el organismo. El contenido de fibras en las frutas se encuentra entre 1,4 y 2,4%, [25]. Para el fruto en estudio se tuvo para la variedad amarilla $(1,65600\pm0,00005)\%$ y para la variedad roja $(1,9776\pm0,0001)\%$, por ende ambas variedades del pijiguao poseen un alto contenido de fibra cruda, propiedad que lo hace un buen ayudante en el funcionamiento del aparato digestivo. Comparando los resultados obtenidos con los de los diferentes autores señalados en la Tabla 8 no existe diferencia significativa, salvo la reportada por Rondón [11], cuyo valor se encuentra por encima del obtenido experimentalmente para las dos variedades en estudio. Las proteínas son el principal nutriente utilizado en la formación de los tejidos corporales y son

fundamentales para la regulación del metabolismo humano, [26]. Se necesita de 8 a 10 % de proteínas para satisfacer las necesidades proteicas en los adultos, [27]. Experimentalmente se obtuvo para las dos variedades un valor de $(4,4 \pm 0,4) \%$ ya que en general el valor proteico en las frutas es bajo. Dicho valor se encuentra por debajo de lo reportado por Murillo et al. [24], Pasquel y Del Castillo [22], y Rondón [11], pero por encima de lo reportado por Gadet [28]. Estas diferencias tanto en el porcentaje de fibra cruda como en el contenido de proteínas pueden deberse a las condiciones ambientales y tipo de suelo donde se cultive la palma. El porcentaje de grasa en pulpa del pijiguao determinado bajo condiciones de secado (50°C), tamaño de partícula 0,850 mm; 5 gramos de pulpa, y tiempo de extracción de 4 horas, utilizando un equipo sohxlet con hexano como solvente, fue de $(14,872 \pm 0,004)$ y $(15,150 \pm 0,004)$ para las variedades amarilla y roja respectivamente, resultando estos valores por encima de los reportados por los autores descritos en la Tabla 8. Esta discrepancia puede atribuirse al método y condiciones de extracción utilizados por cada uno de ellos, ya que la cantidad de grasa libre puede variar de acuerdo a las condiciones de análisis que se emplee.

3.2. *Extracción del aceite de la pulpa del fruto del pijiguao, bajo las condiciones más apropiadas para la variedad que presente mayor rendimiento*

Los valores obtenidos en cada una de las extracciones realizadas según el diseño experimental se presentan en la Tabla 9. Estos valores se introdujeron y analizaron en el software estadístico STATGRAPHICS PLUS 5.0, para determinar de esta manera las mejores condiciones de extracción las cuales se encuentran reportadas en la Tabla 10.

En la Tabla 10 se puede observar que la variedad roja presenta mayor porcentaje de grasa con respecto a la variedad amarilla, lo cual coincide con los resultados reflejados por el software estadístico.

Con respecto a la masa, se tiene a menor cantidad utilizada, se alcanza un mayor rendimiento, esto se debe a que el solvente puede realizar un

mejor lavado de la misma y arrastrar el material graso presente.

En cuanto al tamaño de partícula, se tiene que un tamaño de 0,850 mm tiene un área de mayor contacto que un tamaño de 1,700 mm, lo que facilita la extracción del aceite que se encuentra en la estructura del interior de la pulpa por parte del solvente, es por ello que los resultados arrojan que el mejor tamaño de extracción es el menor. A mayor tiempo de extracción, el solvente permanece mayor tiempo en contacto con la harina, aumentando la cantidad de aceite que es transferido al solvente [29], lo cual concuerda con lo obtenido en la Tabla 10, obteniéndose un mayor rendimiento para el mayor tiempo de extracción.

Tabla 9: Rendimiento del proceso de extracción del aceite del pijiguao para las distintas condiciones de operación.

$(T_{mp} \pm 0,001)$ mm	Masa (m $\pm 0,0001$) g		Tiempo (t ± 1) h	$(R \pm 0,004) \%$	
	Roja	Amarilla		Roja	Amarilla
0,850	5,0446	5,0181	4	15,160	14,872
	5,0777	5,0329	5	13,696	13,640
	5,0291	5,0310	6	15,700	14,120
1,700	5,0208	5,0257	4	15,296	12,744
	5,0070	5,0124	5	13,876	12,672
	5,0288	5,0117	6	14,348	13,588
0,850	15,0063	15,0274	4	12,844	12,396
	15,0259	15,0487	5	14,192	13,552
	15,0053	15,0402	6	14,296	12,740
1,700	16,0661	15,0235	4	13,444	12,744
	15,0162	15,0178	5	13,800	12,644
	15,0045	15,0083	6	13,500	11,582

T_{mp} : tamaño
R: rendimiento

Tabla 10: Mejores condiciones de extracción según el software estadístico STATGRAPHICS PLUS 5.0.

Variedad	Masa (m $\pm 0,0001$) g	Tamaño (T $\pm 0,001$) mm	Tiempo (t ± 1) h	Rendimiento (R $\pm 0,004$) %
Roja	5,0000	0,850	6	15,238

Los análisis de varianza para el porcentaje de rendimiento se encuentran en la Tabla 11, donde se puede apreciar que los factores A: Variedad (P-Valor=0), B: Masa (P-Valor=0), C: Tamaño (P-Valor=0,0002) y la interacción AC =

(Variedad)Tamaño (P-Valor=0,0213), tienen significancia sobre el porcentaje de aceite obtenido en el proceso de extracción, esto se debe a que el valor de significancia es menor del 5 % es decir P- Valor<0,05, lo que implica la posibilidad de que los factores son significativos sobre el proceso. La validación de los resultados arrojados por el software estadístico se presentan en la Tabla 12 donde se puede observar que el porcentaje de rendimiento fue de 15,64 %, para la variedad roja, una masa de 5 g, tamaño de partícula 0,850 mm y un tiempo de extracción de 6 h.

Tabla 11: Resultados de los análisis de varianza para el porcentaje de rendimiento arrojados por el software estadístico STATGRAPHICS PLUS 5.0.

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Ratio	P-Valor
A:Variedad	23,5959	23,5959	49,21	0
B:Masa	13,9436	13,9436	29,08	0
C:Tamaño	7,77165	7,77165	16,21	0,0002
T:Tiempo	0,614586	0,614586	1,28	0,2622
AB	0,259464	0,259464	0,54	0,4649
AC	12,68432	12,68432	5,60	0,0213
AD	0,00284505	0,00284505	0,06	0,8084
BC	1,81928	1,81928	3,79	0,0563
BD	0,00257254	0,00257254	0,01	0,9419
CD	0,34534	0,34534	0,72	0,3996
DD	0,33987	0,33987	0,71	0,4033
Bloques	0,173534	0,086767	0,18	0,8349
Error total	27,8095	0,479474	-	-
Error correg.	79,3881	-	-	-

Tabla 12: Rendimiento del aceite del pijiguao obtenido a las mejores condiciones de extracción.

Variedad	Masa (m±0,0001)g	Tamaño (T±0,01) mm	Tiempo (t ±1)	Rendimiento (% R±0,004)
Roja	5,0308	0,85	6	15,640

3.3. Determinación de las características fisicoquímicas del aceite crudo extraído

Los análisis realizados para la determinación de las propiedades fisicoquímicas del aceite crudo se encuentran en la Tabla 13. El índice de saponificación obtenido fue de (206±3) mg KOH/g aceite. Según [30], el índice de saponificación

de un aceite debe estar entre un rango de 180-210 mg KOH/g aceite, por lo que se puede decir que el valor reportado para el aceite la pulpa del pijiguao se encuentra dentro del rango establecido. El valor del índice de saponificación proporciona información sobre la longitud media de las cadenas de ácidos grasos, ya que su valor es mayor a menor peso molecular de los ácidos grasos, lo que representa que el aceite de pijiguao está constituido por ácidos grasos de pesos moleculares bajos, debido a su alto índice de saponificación. De igual modo, el valor obtenido es indicativo de la alta calidad que presenta el aceite, por tanto se puede utilizar en la industria cosmética y en la fabricación de jabones mediante la hidrólisis alcalina de los ésteres.

El índice de yodo es una medida del grado de insaturación de los ácidos grasos. Para el aceite de pijiguao el valor fue de (92,8±0,8) cg I/g aceite, dicho valor es indicativo del alto contenido de ácidos grasos insaturados presentes en el aceite de la pulpa del pijiguao; además indica que el aceite es sensible a la oxidación. A estos aceites se les da la denominación de no secantes, debido a que los índices 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 [31]. En la norma [30], se establece que este valor debe estar entre 56 y 145 cg I/g, por lo cual el aceite en estudio se encuentra dentro de los límites establecidos.

Tabla 13: Propiedades fisicoquímicas del aceite crudo de la pulpa del fruto del pijiguao (*Bactris gasipaes HBK*).

Características del aceite	C
Índice de saponificación (Is± 3) mg KOH/g aceite	206
Índice de yodo (I ₁ ±0,8) cg I/g aceite	92,8
Índice de acidez: ácido oleico (I _A ± 0,1) mg NaOH/ g aceite	1,7
Índice de peróxidos (I _P ±0,01) meq O ₂ /kg aceite	9,32
Índice de refracción (I _R ±0,001) adim.	1,472
Densidad relativa (ρ _r ±0,004) adim.	0,904

C: Cantidad

El índice de acidez expresado como ácido oleico, para el aceite de pijiguao dio como resultado un valor de (1,7±0,1) mgNaOH/g aceite,

encontrándose dentro de los límites establecidos por las Normas COVENIN [30], la cual propone que los aceites vírgenes deben tener un valor máximo de 2 mg NaOH/ g aceite.

El índice de peróxido obtenido fue de $(9,32 \pm 0,01)$ meq O_2 kg aceite, dicho valor se encuentra por encima de lo establecido por la norma [30]. Esta discrepancia puede ser atribuida al deterioro del aceite por mecanismo de oxidación debido al contacto de la muestra con el oxígeno presente en el ambiente antes de realizar la prueba. Por esta razón se considera al aceite del pijiguo sensible al proceso de oxidación. Esto se puede evitar mediante la adición de antioxidantes químicos.

El índice de refracción aumenta con el grado de insaturación de los ácidos grasos contenidos en la materia grasa. Para el aceite de pijiguo se obtuvo un valor de 1,472 a una temperatura de $25^\circ C$ dando así como resultado que éste se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma [30]. La densidad relativa obtenida experimentalmente fue $(0,904 \pm 0,004)$, valor dentro del rango establecido según la norma [30].

En cuanto al perfil lipídico del aceite, tal como se muestra en la Tabla 14, se puede observar que los ácidos grasos que presenta el aceite crudo de la pulpa de la variedad roja del pijiguo son: el oleico con un 46,2 %, le sigue el palmítico con 33,0 %, el palmitoleico (9,2 %), esteárico (1,3 %), linoleico (8,6 %), linolénico (1,3 %), araquídico (0,2 %) y gadoleico (0,2 %). El ácido oleico es un ácido graso insaturado que comúnmente se utiliza en la fabricación de jabones, cosméticos, en la industria textil, metalúrgica y en la síntesis de esteres que actúan como emulsionantes, gelificantes en los geles de baño y tensioactivos en detergentes; y a su vez el ácido palmítico se utiliza en aceites lubricantes, en materiales impermeables, como secantes de pintura y principalmente en la fabricación del jabón [32].

Entre los beneficios de los ácidos grasos de los aceites en la industria cosmética cabe destacar que los ácidos linoleico y oleico participan activamente en la construcción de las capas superiores de la epidermis e impiden la deshidratación, la pérdida de elasticidad y el ataque de los radicales libres

Tabla 14: Composición lipídica del aceite crudo de la pulpa del pijiguo de la variedad roja.

Ácidos grasos	Porcentaje (%)
Palmítico (C16:0)	33,0
Palmitoleico (C16:1)	9,2
Esteárico (C18:0)	1,3
Oleico (C18:1)	46,2
Linoleico (C18:2)	8,6
Linolénico (C18:3)	1,3
Araquídico (C20:0)	0,2
Gadoleico (C20:1)	0,2
Total saturados	34,5
Total insaturados	65,5

que son la causa principal del envejecimiento de la piel, [33], estos dos ácidos grasos se encuentran presentes en el aceite de almendras dulces junto al ácido palmítico, palmitoleico, esteárico, linolénico, araquídico y godoleico entre otros. El aceite de almendra se utiliza principalmente en cosmética en casos de irritación cutánea y alergias por sus propiedades emolientes, en formulaciones de productos para el cuidado de la piel después de la exposición al sol y como desmaquillante [26]. Como se puede ver en la Tabla 14 el aceite de pijiguo contiene todos los ácidos grasos mencionados anteriormente, características que lo convierten en un recurso potencial en la industria cosmética. El porcentaje de ácidos grasos insaturados (65,5 %) es mayor que el porcentaje de ácidos grasos saturados (34,5 %), razón por la cual el aceite es sensible al mecanismo de oxidación. Esto se corresponde con el alto índice de peróxido que se obtuvo en la caracterización del mismo, razón por la que siempre que vaya a incluirse este aceite en una formulación cosmética, deberá tenerse la precaución de incorporar también un adecuado sistema antioxidante que garantice que el aceite no se oxide y se mantenga en perfecto estado durante toda la vida del producto [34].

3.4. Determinación de la toxicidad aguda y dérmica del aceite crudo

Toxicidad a dosis única

Las variables analizadas fueron la mortalidad de los ratones y el peso de los mismos para conocer su crecimiento durante el periodo de observación de los 14 días, durante este período no se observaron

síntomas y efectos después de la aplicación de las dosis, siendo el comportamiento de los animales normal de acuerdo a su especie. Con el análisis de varianza no se apreciaron diferencias significativas entre los ratones tratados y los ratones control para los días 1 (P-Valor= 0,8784) y para el día 14 (P-Valor= 0,1874), a diferencia del día 7 (P-Valor=0,0264), tal como se muestra en la Tabla 15, sin embargo, para este día de análisis no se encontró el comportamiento esperado ya que se observó disminución en el peso de los ratones. Cabe resaltar que esto se mostró tanto en ratones de los grupos tratados como en el grupo no tratado, no se le atribuye la pérdida del peso al aceite del pijiguao. Por otro lado, se realizó la comparación entre sexos de los animales no encontrándose diferencia significativa para el día 1 (P-Valor=0,3268), día 7 (P-Valor= 0,2571) y finalmente para el día 14 (P-Valor= 0,5068), ver Tabla 15.

Tabla 15: Análisis de varianza para pesos por día de observación de los ratones bajo la dosis de 2000 mg/kg de peso.

D_{ob}	Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	C_F	P_V
1	A:Sexo	0,338	1	0,338	1,02	0,3268
	B:Tratados	0,008	1	0,008	0,02	0,8784
7	A:Sexo	0,8405	1	0,8405	1,37	0,2571
	B:Tratados	3,6125	1	3,6125	5,91	0,0264
14	A:Sexo	0,7605	1	0,7605	0,46	0,5068
	B:Tratados	3,1205	1	3,1205	1,89	0,1874

D_{ob} : días de observación.

C_F : cociente-F.

P_V : P-valor.

Una vez terminado el ensayo de toxicidad para 2000 mg/Kg del animal y no haber encontrado síntomas tóxicos como mortalidad, decaimiento de la conducta, falta de apetito ni bajo consumo de agua se aumentó la dosis a 5000 mg/Kg. Cabe resaltar que para el día 1 existió diferencia significativa (P-Valor = 0) entre el grupo de los ratones tratados respecto a los controles, esto se debe a que el ensayo se inició con variaciones representativas entre los pesos, incluso entre hembras y machos, día 1 (P-Valor = 0,0101). Esta diferencia se mantuvo para los días 7 (P-Valor= 0,0014) y día 14 (P-Valor= 0,0166) ya que

los ratones hembras desde el comienzo fueron más grandes que los ratones machos. El análisis de varianza que se muestra en la Tabla 16, no arrojó diferencia significativa entre los grupos tratados y no tratados, tanto para el día 7 (P-Valor= 0,7912) como para el día 14 (P-Valor= 0,8551).

Tabla 16: Análisis de varianza para pesos por día de observación de los ratones bajo la dosis de 5000 mg/kg de peso.

D_{ob}	Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	C_F	P_V
1	A:Sexo	0,722	0,722	8,37	0,0101
	B:Tratados	9,8	9,8	113,64	0
7	A:Sexo	22,6845	22,6845	14,59	0,0014
	B:Tratados	0,1125	0,1125	0,07	0,7912
14	A:Sexo	14,792	14,792	7,06	0,0166
	B:Tratados	0,072	0,072	0,03	0,8551

D_{ob} : días de observación.

C_F : cociente-F.

P_V : P-valor.

Durante el ensayo de dosis de 5000 mg/Kg de peso del animal, tampoco se detectaron signos que demostraran la presencia de toxicidad en los animales, considerando la alimentación, consumo de agua, conducta y mortalidad.

Irritabilidad dérmica

Para evaluar si el aceite de pijiguao era irritante se tomó como patrón la apariencia de la piel de los conejos antes de la aplicación del mismo. Cada animal representa dos muestras, es decir cada conejo fue rasurado y tratado en ambos costados para dar un total de seis ensayos.

Al rasurar los conejos 24 horas antes de la aplicación del aceite, se observó la piel de una tonalidad rosada y sin lesiones. Para evitar que los animales tuviesen acceso a los costados y pudiesen lastimarse se le colocaron en la zona gasas sujetas con adhesivo hasta el momento de la aplicación del aceite. Pasada las 24 horas se hicieron nuevas observaciones de los costados verificando que estas permanecían en las mismas condiciones iniciales, las cuales representan el punto de partida para evaluar la piel de los conejos. La aplicación del aceite se realizó en una dosis de 0,5g. En los resultados de las diferentes evaluaciones no se observó ningún tipo de signos de eritema y

edema en cada uno de los parches de los conejos, durante el periodo de observación del ensayo, es decir a la hora 1, 24, 48 y 72. El índice de irritabilidad dérmica del aceite de pijiguao *Bactris gasipaes* HBK de acuerdo con la evaluación de los resultados es de 0. A partir de este resultado se puede clasificar al aceite del pijiguao como no irritante.

3.5. Determinación de alternativas para el desarrollo de posibles productos cosméticos utilizando el aceite de pijiguao como componente activo

Para establecer las alternativas del uso del pijiguao en la industria cosmética se realizó una evaluación comparativa de las propiedades fisicoquímicas y del perfil lipídico de éste con otros aceites utilizados para la fabricación de cosméticos, como: el aceite de aguacate, oliva, durazno, manteca de cacao y coco. Esto se hizo por medio del método de la matriz de ponderación por puntos. Para determinar el peso relativo de las propiedades fisicoquímicas según el grado de importancia se desarrolló la matriz jerárquica, la cual se muestra en la Tabla 17 y en función de los aspectos citados, se estableció el grado de importancia entre los factores seleccionados dando como resultado para los ácidos grasos saturados e insaturados el mayor porcentaje 27,77 %. Para evaluar la similitud del aceite del pijiguao con los aceites ya mencionados se presentan las Tabla 18 y 19.

Tabla 17: Matriz de ponderación de los factores de evaluación.

	I_a	I_p	I_y	I_s	A_{gs}	A_{gi}	Suma	%
I_a	0,5	0,5	1	0	0	0	2	11,11
I_p	0,5	0,5	1	0	0	0	2	11,11
I_y	0	0	0,5	0	0	0	0,5	2,77
I_s	1	1	1	0,5	0	0	3,5	19,44
A_{gs}	1	1	1	1	0,5	0,5	5	27,77
A_{gi}	1	1	1	1	0,5	0,5	5	27,77
	Total						18	100

I_a : I. de acidez I_p : I. de peróxido
 I_y : I. de yodo I_s : I. de saponificación
 A_{gs} : A. grasos saturados A_{gi} : A. grasos insaturados

De acuerdo con los valores obtenidos en la Tabla 20 se puede observar que el aceite que obtuvo

Tabla 18: Propiedades fisicoquímicas de algunos aceites crudos.

Propiedad fisicoquímica	Aceites					
	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)
Densidad relativa a 20°C	0,904	0,915	0,910	0,90244	0,973	0,915
Índice de refracción a 20°C	1,472	1,4686	1,4686	1,4675	1,456	1,449
Índice de acidez (%)	1,7	0,5	0,72	0,12	0,96	<4
Índice de Yodo (cg I ₂ /g)	92,8	69,61	82,6	94,2	35,55	8,5
Índice de Peróxidos (meq O ₂ /kg)	9,32	19,58	14,1	—	0,6	<10
Índice de saponificación (g KOH/kg)	206	195,01	187,7	188,29	196,15	256,5

- (I): Pijiguao Rojo (*Bactris gasipaes* HBK)
- (II): Aguacate (*Persea Americana*) [35]
- (III): Oliva (*Olea Europaea*) [36]
- (IV): Durazno (*Prunus Persica*) [31]
- (V): Cacao (*Theobroma Cacao*) [37]
- (VI): Coco (*Cocus Nucifera*) [38]

Tabla 19: Perfil de ácidos grasos de algunos aceites crudos.

Ácidos grasos		Aceites Crudos					
		(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)
Láurico	C12:0	-	-	-	-	-	51,0
Palmítico	C16:0	33,0	25,1	13,0	6,2	27,27	9,0
Palmítoleico	C16:1	9,2	8,3	-	-	0,3	-
Estearíco	C18:0	1,3	1,2	2,5	1,5	32,71	2,5
Oleico	C18:1	46,2	50,2	72,0	69,7	34,38	7,0
Linoléico	C18:2	8,6	13,5	10,0	21,9	3,53	1,8
Linolénico	C18:3	1,3	1,7	1,0	-	1,02	-
Araquídico	C20:0	0,2	-	0,3	-	-	-
Gadoléico	C20:1	0,2	-	0,7	-	-	-
Saturados	-	34,5	26,3	15,5	7,7	59,98	90,5
Insaturados	-	65,5	73,7	83,7	91,63	39,23	8,8

- (I): Pijiguao Rojo (*Bactris gasipaes* HBK).
- (II): Aguacate (*Persea Americana*) [39].
- (III): Oliva (*Olea Europaea*) [40].
- (IV): Durazno (*Prunus Persica*) [31].
- (V): Cacao (*Theobroma Cacao*) [37].
- (VI): Coco (*Cocus Nucifera*) [38].

la mayor ponderación fue el aceite de aguacate (*Persea Americana*) con un 82,6 % de similitud, le sigue el aceite de oliva (*Olea Europaea*) con un 76,4 %, la manteca de cacao (*Theobroma Cacao*) con un 62,6 % y en menor porcentaje se encuentran el aceite de durazno (*Prunus Persica*) y el aceite de coco (*Cocus Nucifera*) con un 57,8 % y 54,6 % de similitud respectivamente.

A partir de estos resultados se puede decir que

Tabla 20: Matriz de ponderación de los factores de evaluación.

Factores	Peso (%)	Aceites Vegetales crudos									
		Aguacate (I)		Oliva (II)		Durazno (III)		Cacao (IV)		Coco (V)	
		puntos	valor	puntos	valor	puntos	valor	puntos	valor	puntos	valor
I. de acidez	11,11	2	0,22	3	0,33	1	0,11	3	0,33	3	0,33
I. de peróxido	11,11	3	0,33	4	0,44	-	-	1	0,11	5	0,56
I. de yodo	2,77	4	0,11	5	0,14	5	0,14	2	0,06	1	0,03
I. de saponificación	19,44	5	0,97	5	0,97	5	0,97	5	0,97	5	0,97
Ac. Grasos saturados	27,77	4	1,11	3	0,83	2	0,56	3	0,83	2	0,56
Ac. Grasos insaturados	27,77	5	1,39	4	1,11	4	1,11	3	0,83	1	0,28
Total	100	4,13		3,82		2,89		3,13		2,73	
	%	82,6		76,4		57,8		62,6		54,6	

(I): *Persea Americana*
(IV): *Theobroma Cacao*

(II): *Olea Europaea*
(V): *Cocos Nucifera*

(III): *Prunus Persica*

el aceite de pijiguao (*Bactris gasipaes* HBK) posee características bastante similares al aceite de aguacate (*Persea Americana*), aceite de oliva (*Olea Europaea*) y a la manteca de cacao (*Theobroma Cacao*). Todos estos aceites tienen significativo valor dentro de la industria cosmética, por lo que se puede concluir que al aceite de pijiguao se puede utilizar en esta industria en fabricación de cremas para el cuidado de la piel, de jabones, labiales y en la fabricación de champús y acondicionadores para el cuidado del cabello.

4. Conclusiones y Recomendaciones

La composición nutricional de la pulpa del pijiguao rojo y amarillo fue similar. La diferencia más notable fue en la humedad ($49,760 \pm 0,005$) % y ($43,300 \pm 0,005$) % para la variedad roja y amarilla respectivamente.

La variedad que presentó mayor rendimiento en el proceso de extracción de aceite es la roja con un porcentaje de ($15,640 \pm 0,004$) %.

Se obtuvo que las mejores condiciones operacionales para la extracción fueron: 5 gramos de pulpa, 0,850 milímetros de granulometría y 6 horas de tiempo de extracción.

La caracterización del aceite de pijiguao para la variedad roja cumplió con las normas COVENIN a excepción del índice de peróxido.

Con respecto al perfil lipídico los porcentajes de ácidos grasos saturados e insaturados para la variedad roja fueron de 34,5 % y 65,5 % respec-

tivamente, encontrándose en mayor proporción los ácidos oleicos con un 46,2 % y palmítico con 33 %.

No se encontraron síntomas tóxicos en los ensayos de toxicidad aguda para las dosis de (2000 y 5000) mg/kg de peso, clasificándose al aceite de pijiguao como no tóxico.

En el ensayo de irritabilidad dérmica con el aceite de pulpa de pijiguao hubo ausencia de eritemas y edemas, clasificándose a este aceite como no irritante.

Las propiedades fisicoquímicas y el perfil lipídico del aceite de pijiguao lo asemejan al aceite de aguacate, oliva y manteca de cacao.

El aceite de pijiguao puede ser utilizado en la fabricación de cremas para el cuidado de la piel, jabones, productos para el cuidado del cabello y labiales.

Referencias

- [1] David B. Arkcoll and Jaie P. L. Aguiar. Peach palm (*Bactris gasipaes* HBK), a new source of vegetable oil from the wet tropics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 35(5):520–526, 1984.
- [2] C. R. Clement and D. B. Arkcoll. The pejobaye (*Bactris gasipaes* H.B.K., *Palmae*) as an oil crop: potential and breeding strategy. *Oleagineux*, 46(7):293–299, 1991.
- [3] J Mora-Urpí, CH CLEMENT y MV PATIÑO. Diversidad genética en pejobaye I: Razas e híbridos. In *IV Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del pijuayo.*, pages 11–19, 1993.
- [4] COVENIN 1156-79, Alimentos para animales. Determinación de la humedad. COVENIN, 1979.
- [5] COVENIN 1178–83, Alimentos. Determinación de fósforo. (1^{ra} Revisión). COVENIN, 1983.

- [6] COVENIN 328:2001, Aceites y grasas vegetales. Determinación de cenizas. (3^{ra} Revisión). COVENIN, 2001.
- [7] COVENIN 3218:1996, Alimentos. determinación de la grasa libre. COVENIN, 1996.
- [8] COVENIN 1194-79, Alimentos para animales. Determinación de fibra cruda. COVENIN, 1979.
- [9] COVENIN 1195:1980, Alimentos para animales. Determinación de nitrógeno. Método de Kjeldahl. COVENIN, 1980.
- [10] COVENIN 1158-82, Alimentos para animales. Determinación de calcio. Método de referencia. (1^{ra} Revisión). COVENIN, 1982.
- [11] J. Rondón. Evaluación del proceso de extracción del aceite de la pulpa del fruto de la palma del pijigüao (*Bactris gasipaes* HBK). Trabajo Especial de Grado, Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela, 2009.
- [12] COVENIN 323:1998, Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de saponificación. COVENIN, 1998.
- [13] COVENIN 324:2001, Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de Wijs. (4^{ta} Revisión). COVENIN, 2001.
- [14] COVENIN 325:2001, Aceites y grasas vegetales. Determinación de la acidez. (3^{era} Revisión). COVENIN, 2001.
- [15] COVENIN 508:2001, Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de peróxidos. (2^{da} Revisión). COVENIN, 2001.
- [16] COVENIN 702:2001, Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de refracción. (2^{da} Revisión). COVENIN, 2001.
- [17] COVENIN 702:2001, Aceites y grasas vegetales. Determinación de la densidad relativa $t/20^{\circ}\text{C}$. (2^{era} Revisión). COVENIN, 2001.
- [18] COVENIN 2281:2002, Aceites y grasas vegetales. Determinación del perfil de ácidos grasos e índice de yodo por cromatografía de gases. (2^{da} Revisión). COVENIN, 2002.
- [19] OECD. Test N° 420: Acute oral toxicity - fixed dose procedure. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 4 Health Effects, 2002.
- [20] OECD. Test N° 404: Acute dermal irritation/corrosion. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 4 Health Effects, 1992.
- [21] Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos. Costa Rica: Informe Nacional para la Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre los recursos fitogenéticos. Technical report, Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre los Recursos Fitogenéticos, Leipzig, Alemania, 1996.
- [22] Antonio Pasquel, Abel del Castillo, Víctor Sotero y Dora García. Extracción del aceite de la cáscara de *Bactris gasipaes* HBK usando dióxido de carbono presurizado. *Alimentaria*, 2(1):1-14, 2002.
- [23] Dora E García, Víctor E Sotero y E Leéis. Caracterización de la fracción lipídica de tres razas de pijuayo (*bactris gasipaes* hbk). *Folia Amazónica*, 9(1-2):29-43, 1998.
- [24] Mario Murillo R., Alex Kroneberg, Julio Mata, José Calzada y Víctor Castro. Estudio preliminar sobre factores inhibidores de enzimas proteolíticas en la harina de pejibaye (*Bactris gasipaes*). *Revista de Biología Tropical*, 31(2):227-231, 2016.
- [25] Lizaur Pérez. *Sistema mexicano de alimentos equivalentes*. FNS, 3^{era} edición, 2008.
- [26] Melvin H Williams. *Nutrición para la salud la condición física y el deporte (Bicolor)*. Editorial Paidotribo, España, 1^{era} edición, 2002.
- [27] Salvador Baduñ Dergal. *Química de los alimentos*. Pearson Educación, México, 4^{ta} edición, 1993.
- [28] Maripi Gadet. *Secretos de la belleza natural*. Random House Mondadori, España, 2005.
- [29] L. Arveláez. Aplicación de un diseño experimental para la extracción de aceite de la almendra de la palma corozo (*acromia aculeata*). Trabajo Especial de Grado, Departamento de Química, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad de Carabobo, Venezuela, 2003.
- [30] COVENIN 30:1997, Aceites y grasas vegetales. norma general. (3^{era} Revisión). COVENIN, 1997.
- [31] G. Santangelo y C. González. Refinación del aceite crudo de durazno (*prunus persica*) y su caracterización. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Ingeniería Química, Facultad de ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela, 2004.
- [32] M. Martini, M. Chivot y G. Peyrefitte. *Dermocosmética y Estética: No. 3 Cosmetología*. Masson, Barcelona, España, 1997.
- [33] R. Delgado y M. Ramírez. Desarrollo de un producto cosmético con propiedades antiarrugas a partir del aceite de la semilla de merey (*Anacardium Occidentale* L). Trabajo Especial de Grado, Escuela de Ingeniería Química, Facultad de ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela, 2006.
- [34] Antonieta Garrote y Ramón Bonet. Cosméticos nutritivos. *Offarm: Farmacia y Sociedad*, 20(9):82-90, 2001.
- [35] M Schwartz, JA Olaeta, P Undurraga y V Costa. Mejoramiento del rendimiento de extracción del aceite de palta (aguacate). In *Actas VI Congreso Mundial del Aguacate*, Viña Del Mar, Chile, 2007.
- [36] S. Sánchez, E. Ruiz, C. Cara y E. Castro. TEC-23. Caracterización de frutos y aceites de oliva vírgenes de olivar marginal de las variedades picual, verdial y nevadillo. In *XI Simposium Científico-Técnico Expoliva 2003*, Bolivia, 2003.
- [37] R. Cuamba. Caracterización de grasas alternativas de la manteca de cacao. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, México, 2005.
- [38] Alton Edward Bailey. *Aceites y grasas industriales*.

Editorial Reverté, S. A., España, 2001.

- [39] Carlos de Blas Beorlegui, Gonzalo González Mateos y Pilar García Rebollar. *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos*. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, España, 2003.
- [40] M. C. Luna, P. L. Moyano, J. L. Benítez, C. A. Andrada, A. C. Matías, and F. Dalla Lasta. Evaluación de la composición en ácidos grasos de aceites de oliva vírgenes de catamarca (república argentina). *Revista del CIZAS*, 7(1-2):71-79, 2006.