

EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE *Poraqueiba sericea* Tulasne (UMARÍ)

Elmer Trevejo Chávez, María I. Maury Laura

Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNAP. Iquitos - Perú

RESUMEN

La finalidad de este estudio fue determinar un procedimiento óptimo para la extracción del aceite del fruto del *Poraqueiba sericea* T. (umarí) procedente del distrito de Tamshiyacu (Río Amazonas), Provincia de Fernando Lores, Departamento de Loreto.

El aceite bruto se obtuvo por extracción por disolvente, según el método mixto Inmersión – Percolación. La clasificación se hizo por el color del epicarpio, luego se procedió al lavado. La preparación de la materia prima se efectuó separando el epicarpio - mesocarpio, el endocarpio y la almendra. El secado se hizo a 70°C y tiempos de 13, 12 y 10 horas, las que posteriormente fueron sometidas a extracción en el aparato Soxhlet. La extracción se hizo utilizando hexano como disolvente. Los rendimientos expresados en base a 100 kg de fruta fueron del orden de 14.7 kg de aceite de umarí amarillo y de 15.8 kg del umarí negro sin considerar el aceite de la almendra, por ser poco significativo.

Se efectuaron análisis físico-químicos, organolépticos, caracterización de ácidos grasos, cuantificación glicérica y de materia insaponificable (y composición triglicérica) los mismos que se detallan en capítulos siguientes, permitiéndonos desarrollar especificaciones de identidad de los aceites obtenidos.

Los resultados muestran que del punto de vista de la composición de ácidos grasos existe similitud con el aceite de oliva y maní, (almendra).

Palabras Claves: Aceites; Ácidos grasos; *Poraqueiba sericea* T; Ácido oleico, Esteroles.

1. INTRODUCCIÓN

El hombre deriva la energía que precisa de tres principales elementos nutritivos: proteínas, grasas e hidratos de carbono. De estas tres, las grasas son las que tienen mayor valor energético, 9 kcal, frente a 4 kcal para pro-

teínas e hidratos de carbono.

La región amazónica, cuenta con especies vegetales poco conocidas cuyos frutos contienen grandes cantidades de materia grasa; las mismas que no han sido suficientemente estudiadas y a pesar que el Perú es un país deficitario en producción de gra-

sas y aceites.

El presente trabajo trata justamente sobre la Extracción y Caracterización del aceite bruto de umarí. El umarí es una especie nativa del bosque amazónico; en el Perú se encuentra al estado natural.

En la tabla 1 se muestra los parámetros nutricionales del umarí, observándose un elevado contenido energético, debido al alto porcentaje en grasa y baja cantidad de agua. Asimismo presenta alto valor de vitamina A.

Tabla 1: Composición química del umarí y características fisicoquímicas.

Determinaciones	Cantidad
Húmedad	(%) 55.6
Proteína	(g) 2.7
Grasa	(g) 21.2
Carbohidratos	(g) 20.1
Cenizas	(g) 0.1
Fibra	(g) 8.9
Energía	(Kcal) 280.7
Energía proveniente de proteína (%)	3.8
Energía proveniente de grasa (%)	67.6
Energía proveniente de carbohidratos (%)	28.6
Carotenoides * (ug/100 g)	3900
Zn (mg/100 g)	0.25

* Asumiendo que sea solamente Beta caroteno.
Fuente:

1.1 Extracción de aceites vegetales

Para la obtención de aceites de semillas o frutos secos, se utiliza la extracción con disolventes. Con este método se obtiene una extracción más completa que la lograda por prensado, quedando la materia prima con un porcentaje de aceite no extraído del orden de 0.5 a 1%. Entre las materias primas de las que se obtiene aceite por extracción con disolventes, cabe citar la soya, el cacahuete y las semillas de algodón y girasol (Brennan, et al. 1970)

Kirschembauer (1954) sostiene que tres son los principales métodos usados para la extracción de grasas y aceites comestibles de los tejidos vegetales y animales: a) Fusión, b) Prensado y c) Extracción por disolventes. En la extracción por fusión, la grasa se recupera por calentamiento del tejido que la contiene.

La extracción por prensado consiste en la separación de los líquidos contenidos en productos sólidos mediante la aplicación de fuerzas de compresión, de modo que las gotas de aceite desgarran y rompen las paredes de las células y salen al exterior.

En la extracción por disolvente conocida como sólido-líquido, el soluto contenido en fase sólida se separa por contacto con el disolvente líquido (Brennan, *et al.* 1970). La extracción por disolvente se puede realizar de tres maneras: por percolación, por inmersión y por procedimiento mixto, es decir percolación-inmersión (Bernardini, 1981). El procedimiento de percolación se lleva a cabo mediante una lluvia del disolvente de manera tal que llegue a toda la masa, pero sin llenar todos los espacios vacíos existentes entre las semillas. En este sistema el disolvente envuelve a todas las partículas de la materia prima con una película del líquido en continuo recambio. En el proceso por inmersión la semilla va inmersa completamente en el disolvente. Durante este proceso la velocidad de recambio del disolvente sobre la superficie de las partículas es necesariamente lenta, incluso si circula rápidamente (Bernardini, 1981). El procedimiento mixto, percolación-inmersión, llamado también "extracción por medio de gases condensables" ha sido preconizado como la de máxima eficacia, por que aprovecha más el poder disolvente del líquido (Colón, 1963).

Los disolventes más comunes son el éter de petróleo, sulfuro de carbono (este último presenta el peligro de inflamabilidad), hidrocarburos clorinados: por ejemplo tetracloruro de carbono (Bernardini, 1981). La separación del disolvente puede hacerse por evapora-

ción o por destilación, según sea su volatilidad y la del soluto contenido (Vian y Ocon, 1972).

1.2 Generalidades sobre grasas y aceite

Las grasas y aceites son componentes de origen vegetal, animal y microbiano que están constituidos de ésteres de propanotriol, glicerol o glicerina y ácidos grasos, a los que se les conoce como triglicéridos (Kirschembauer, 1954).

Cada grasa o aceite natural contiene diversos triglicéridos y eventualmente algún otro lípido, aunque corrientemente en baja proporción (Cheftel y Cheftel, 1976). Los triglicéridos en estado líquido a la temperatura ambiental se denominan aceites. Cuando a las mismas condiciones el estado físico es sólido se conocen como grasas, mantecas o sebos (Desrosier, 1964).

Todas las sustancias grasas sean de origen vegetal o animal, están constituidas en un elevado porcentaje, por ácidos grasos, combinados con glicerina (glicéridos). Los ácidos grasos constituyen el 94% a 96% del peso total de las moléculas que conforman el aceite. Los aceites obtenidos de las frutas frescas o de las cáscaras de frutas, tales como el aceite de palma, aceite de oliva, contienen como principales componentes ácidos, el palmítico, oleico y el linoleico (Kirschembauer, 1954).

Las células grasas, contienen también otros lípidos en pequeñas cantidades, llamados insaponificables, es decir que no pueden ser hidrolizados en ácidos grasos (Trevejo, 1984).

El contenido de materia insaponificable de la mayor parte de los aceites naturales oscila normalmente entre 0.5 y 2.6%.

La materia insaponificable extraída del aceite es fraccionada por cromatografía en

capa fina sobre silicagel y alúmina, clasificado por R_f creciente, encontrándose esteroides, tocoferoles, carotenos, hidrocarburos (Trevejos, 1984)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Planta Piloto de Conservas de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Los análisis de la fruta y del aceite se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad y en los Laboratorios de Química de la UNAP.

Los estudios cromatográficos, análisis de ácidos grasos, materia insaponificable, se realizó en los Laboratorios de Química General y Orgánica de la Facultad de Ciencias Agronómicas del estado de Gembloux-Bélgica.

2.1 Materiales

2.1.1 Preparación de la materia prima

Se trabajó con el umarí (*Poraqueiba sericea* T.), procedente del Distrito de Tamshiyacu – Río Amazonas Departamento de Loreto. Se consideró para el presente trabajo dos tipos de umarí, diferenciados por el color del epicarpio (umarí amarillo y umarí negro).

2.2 Extracción del aceite

Para la extracción del aceite de las diferentes partes que conforman el fruto (epicarpio - mesocarpio, endocarpio y almendra), se empleó el método de extracción por solvente.

La extracción del aceite bruto se hizo en base al diagrama de flujo mostrado en la Figura 1.

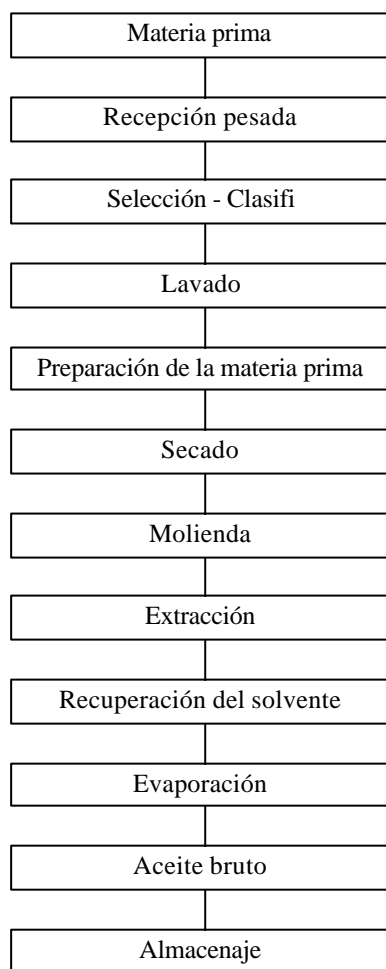


Figura 1: Flujo experimental seguido para la extracción del aceite bruto de umarí (*Poraqueiba sericea* T.)

Una vez acondicionada la materia prima siguiendo las operaciones mostradas en la Figura 1, se procedió a la extracción del aceite. Esta operación se realizó en el aparato Soxhlet, mediante un lavado continuo de la muestra con el disolvente y la posterior recuperación del mismo. Posteriormente fue pesado para determinar los rendimientos y proceder a la caracterización del mismo.

Se estudió también la influencia del almacenaje durante 30, 60 y 90 días, evaluando en cada caso el índice del peróxido.

2.1.2 Disolvente

Se trabajó con hexano (C_6H_{14})

2.3 Métodos de Análisis

2.3.1 Índice de peróxido

Se pesa 1 g de aceite en un erlenmeyer y se adiciona 20 ml de la mezcla de ácido acético y cloroformo 60:40 ó 30:20, se calienta hasta 80°C por 3 minutos con adición de 1 g de IK finamente pulverizado. Seguidamente se traslada cuantitativamente a un erlenmeyer a la cual se añade de 80 a 100 ml de agua destilada, luego se enfria hasta 20°C y finalmente se titula el yodo liberado con tiosulfato de 0.01 N, empleando almidón al término de la titulación.

2.3.2 Índice de acidéz

En un erlenmeyer se pesa 5 g de aceite. En otro recipiente se hierve 50 mL de alcohol (95%) neutralizado con Na OH de 0.01N. Colocar el alcohol hervido y 2 mL de fenolftaleína como indicador sobre el aceite, agitar muy enérgicamente, titular con la solución NaOH (0.01) hasta una coloración rosa persistente por unos segundos.

Cálculo:

$$\text{Índice de Acidez} = \frac{V \times 56.1 \times N}{\text{Peso}}$$

Donde:

V = Volumen de NaOH empleada (mL)

N = Normalidad de la soda

P = Peso del aceite (g)

Cálculo de los ácidos grasos libres expresados como ácido oleico:

$$A.G.L. = \frac{I. A. \times P.M.Ac. Oleico}{P.M. de KOH} \times \frac{100}{1000}$$

P.M.Ac Oleico = 282.27

P.M. del KOH = 56.11

2.3.3 Índice de iodo

Se pesa 0.5 gr de aceite en un erlenmeyer, y se disuelve con 15 mL de CCl₄, se añade luego 25 ml de reactivo de Wijs, cerrar el erlenmeyer y agitar ligeramente.

Colocar el frasco en un lugar exento de luz, durante dos horas.

Transcurrido el tiempo indicado, retirar los frascos de la oscuridad y agregar 20 mL de una solución al 10% de IK y aproximadamente 50 mL de agua. Agitar y titular el yodo liberado con el tiosulfato de Na 0.1N, continuar la valoración hasta que casi haya desaparecido el color amarillo. Añadir 1 ó 2 gotas de solución de almidón y continuar la valoración hasta que desaparezca el color azul.

Cálculo:

$$\text{Índice de Yodo} = \frac{V_0 - V \times 1.269}{\text{Peso de la muestra}}$$

Donde:

V₀ = Volumen de tiosulfato para titular en blanco.

V = Volumen de tiosulfato para titular con la muestra

2.3.4 Índice de saponificación

Colocar 2 g de muestra en un balón, añadir 25 c.c. de KOH alcohólico a 10.5 N, preparar y realizar simultáneamente una determinación en blanco.

Acoplar un condensador de agua y hervir lentamente, hasta que la muestra esté completamente saponificada. Después enfriar el balón y el condensador, separar luego el frasco de este último y añadir cerca de 1 cc. fenoltaleína al 1% en alcohol etílico y valorar con ácido clorhídrico 0.5 N, hasta que

desaparezca el color rosa.

Cálculo:

$$I.S = \frac{28.05 (\text{c.c. blanco} - \text{c.c. muestra})}{\text{Peso de la muestra.}}$$

$$\text{Eq. Sap.} = \frac{56 \times 1000 \times 3}{\text{Índice saponificación}}$$

2.3.5 Materia insaponificable

Pesar alrededor de 5 g de muestra para el ensayo en una fiola cónica.

Añadir 50 mL de solución etanólica de hidróxido de potasio. Adaptar el refrigerador a reflujo y dejar hervir lentamente durante 1 hora.

Detener el calentamiento, añadir por la abertura superior refrigerante cerca de 50 ml de agua destilada y agitar. Después del enfriamiento, pasar una pera de decantación y enjuagar la fiola cónica utilizando en total cerca de 50 mL de hexano técnico.

Verter el líquido de enjuague en la pera de decantación A, tapar y agitar enérgicamente durante 1 minuto, eliminando la presión invirtiendo la pera de decantación y abriendo la llave.

Dejar reposar hasta la separación completa de las dos fases, trasegar la fase jabonosa hidroalcohólica y recoger en una segunda pera de decantación B.

Repetir la extracción de la fase jabonosa, dos veces más con 50 mL de hexano técnico. Juntar las extracciones en la pera de decantación A y lavar 3 veces con 25 mL de mezcla de etanol-agua agitando vigorosamente, eliminando la capa hidroalcohólica después de cada lavado.

Si es necesario lavar todavía con la mezcla etanol-agua, hasta que el líquido del lavado no vire a rosa cuando se añada la fenoltaleína.

Por la parte alta de la pera de decanta-

ción trasladar cuantitativamente la fase hexánica en un balón seco y tarado (efectuando pequeños enjuagues de la pera de decantación con el hexano técnico) y eliminar el solvente por destilación en baño de agua hirviente. Secar el residuo a 103°C durante 15 minutos colocando el balón en posición horizontal. Pesarse hasta que el peso sea constante.

Cálculo:

$$M_1 \times \frac{100}{M_0}$$

Donde:

M_1 = es la masa, en gramos del residuo seco

M_0 = es la masa en gramos de la muestra de ensayo.

2.3.6 Índice de refracción

Derritir la muestra y filtrarla a través del papel filtro. Ajustar la temperatura del refractómetro a la temperatura deseada; poner varias gotas en el prisma inferior, juntar los prismas y apretar firmemente con la cabeza del tornillo. Se dejan pasar 1 ó 2 minutos o hasta que la muestra alcance la temperatura del refractómetro. Se ajusta e ilumina el refractómetro para poder obtener la lectura más clara posible y después se determina el índice de refracción.

Efectuar por lo menos dos medidas en cada prueba y considerar como resultado, la media aritmética de los valores absolutos.

Se trabajó a una temperatura de 40°C, que es la recomendable para la mayoría de grasas de alto índice de yodo.

2.4 Estudio de la composición en ácidos grasos

2.4.1 Esterificación por el metanol en presencia de trifluoruro de boro

Colocar 1 g de ácidos graso en un balón de

50 ml, agregar 25 mL de solución metanólica de trifluoruro de boro y proceder a la extracción de ésteres metílicos pasando el contenido del balón a una pera de decantación. Enjuagar el balón varias veces y utilizar en total 20 mL de agua, después 20 mL de clorofórmico, 20 hexano y agitarlo en la pera de decantación. Los ésteres metílicos se reúnen en la fase orgánica (fase inferior por el clorofórmico) (superior por el hexano). Extraer por segunda vez con 20 mL de solvente. Recoger la fase orgánica en la segunda pera de decantación y lavar dos veces con 10 mL de agua, secando a continuación con sulfato de sodio. Filtrar con algodón lo reunido en la cápsula (o en el balón de 50 mL) y evaporar el resto del solvente en baño maría. Para los ésteres de los ácidos poliinsaturados terminar la evaporación, en el balón bajo corriente de nitrógeno. Controlar que la esterificación esté completa colocando en el disolvente dos gotas de ésteres en 1 mL, de metanol. La solución debe estar límpida.

2.4.2 Separación en Capa Fina de los ácidos grasos

La separación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos en función de su instauración, son realizados por cromatografía en capa fina (C.C.F.) de la siguiente manera: se extiende 40 ml de solución por placa en un trazo continuo al medio de un cromatógrafo. Las placas de gel de sílice son impregnadas de AgNO_3 (6%). Ellos son preparados justo antes de emplear y activados durante dos horas en una estufa a 110°C. Luego ponemos en una cuba, conteniendo la mezcla de 4 solventes siguientes: éter de petróleo-éter etílico-ácido fórmico 60:40.

La separación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos son efectuados al abrigo de la luz. Las placas son enseguida pulverizadas con ayuda de 2-7 diclorofluorescente al 0.2% en etanol y observado bajo luz UV.

Las zonas de silicagel conteniendo los

glicéridos separados son sacados de la placa con ayuda de una espátula. El polvo es recogido en cubiletes filtrantes del extractor caliente, (Deroanne, 1975).

Los glicéridos fueron extraídos con 70 mL de cloroformo durante 1 hora. Lo extraído, evaporado y seco son finamente disueltos por 0.5-0.7 de cloroformo y analizados por cromatografía en fase gaseosa (C.F.G.).

2.4.3 Identificación de los ácidos grasos

Los ésteres metílicos del mismo grado de insaturación obtenidos por C.C.F. son calentados en isotermas a 197°C lo que nos permite establecer la gráfica logarítmica de tiempos de retención relativos (calculados por rendimiento del oleato de metilo) en función de su número de átomos de carbono por cada una de las fracciones así como por las soluciones testigos preparadas en laboratorio.

El equipo empleado fue un Aparato Hewlett-Packard HP 5880, Columna CPWAX 57 CB (Chrompack Belgium), Diámetro 0.32 mm D_i : 0.22 mm.

La cuantificación de los ácidos (por normalización 100%) se realizó a partir de la superficie de los picos cromatográficos integrados electrónicamente (integrador HEWLETT PACKARD 21 MXE), los resultados expresados en peso fueron obtenidos en programación de temperatura entre 190 y 230°C a razón de 3°/minuto.

2.4.4 Separación y dosaje de mono-di y triglicéridos

a) Preparación de la columna

Secar 35 g de silicagel a 200°C durante 2 horas o menos, hasta peso constante. Pesar el silicagel seco. Añadir luego la cantidad de agua necesario para obtener un silicagel de 5% de humedad (alrededor de 1.7 g). Agitar durante 1 hora, repartir el agua de manera homogénea. Introducir 30 g de sílice en un matraz de 150 mL. Añadir 50 a 60 mL de eter

de petróleo y agitar lentamente con un agitador para eliminar completamente el aire. Introducir la papilla así formada en la columna, añadir éter de petróleo para trasvasar cuantitativamente los 30 g dejar salir el éter de petróleo hasta que el nivel alcance unos 2 cm encima del sílice.

b) Separación de glicéridos

Homogenizar la mezcla caliente a menos de 50°C para evitar un recargamiento de glicéridos parciales. Recoger el disolvente que contiene los triglicéridos. Cuando el benceno está en la columna, nivelar hasta alcanzar 2 cm arriba de la superficie en la sílice, añadir en la ampolla de decantación 200 mL de una mezcla de de benceno y óxido dietílico (90:10 v/v). Dejar salir como anteriormente y recoger el disolvente que contiene los diglicéridos en una segunda fiola de 250 mL. Cuando toda la mezcla benceno-óxido dietílico está introducido en la columna hasta alcanzar 2 cm arriba de la superficie de la sílice, añadir en la ampolla 200 mL de óxido dietílico, dejar salir como anteriormente y recoger el disolvente que contiene los monoglicéridos en un tercer balón de 250 mL, destilar la mayor parte del solvente recibido en las tres fiolas y poner a secar hasta alcanzar peso constante en baño maría. Determinar en las tres fracciones recibidas y pesadas, la acidez en la fracción a que contiene en principio los ácidos grasos libres.

Cálculos:

$$\text{Monoglicéridos \%} = \frac{P_3}{P_1} \times 100 - A_3$$

$$\text{Diglicéridos \%} = \frac{P_2}{P_1} \times 100 - A_2$$

$$\text{Triglicéridos \%} = \frac{P_1}{P_1} \times 100 - A_1$$

Donde:

P_1, P_2, P_3 Son los pesos de las fraccio-

nes recibidas con el benceno y mezcla benceno-oxido-dietílico y el óxido dietílico.

P Peso de la muestra.
A₁, A₂, A₃ Acidez expresada en ácido oléico (en % de producto bruto) de cada fracción.

2.5 Fraccionamiento de la materia insaponificable

a) Confección de la capa fina

Se diluye 60 g de silicagel en 80 mL de agua destilada. Extender la papilla en la placa de la capa fina de 0.25 mm de espesor. Introducir las placas en el cesto y llevar a la estufa durante 1.30 horas. Retirar las placas de la estufa y pasar al desecador.

b) Cromatografía

Sacar la placa del desecador. Depositar regularmente a 1 cm del borde inferior de la placa, de modo casi continuo 0.5 ml aproximadamente de una solución a 4% de materia insaponificable en cloroformo. El depósito se realiza lo mas rápidamente posible, gota a gota, en ambiente cuidadosamente adecuado, sin dejar que se evapore completamente el solvente antes de colocar una gota en el mismo lugar.

Introducir la placa así preparada en la cubeta provista de 100 mL de solvente (Benceno-acetona 95:5 v/v) y dejar el solvente justo a 1 cm del borde superior de la cubeta, sacar la placa de la cubeta. dejar que el solvente se evapore al aire, después revelar con la solución de 2, 7 diclorofluoresceína.

Los insaponificables están separados en 5 grupos bien distintos de los cuales los R_f son aproximadamente los siguientes: Xantofilas 0.05, Esteroles 0.35, Tocoferoles 0.55, Hidrocarburos insaturados, y Carotenos 0.9.

Raspar en la placa la banda que se desea estudiar mas completamente. Repasar en las mismas condiciones dos ó tres placas. Reunir el silicagel, raspar e introducirlos en el cartucho para su extracción continua.

Extraer durante 2 horas o menos con el solvente cloroformo. Destilar entonces la mayor parte del solvente con gas inerte y pesar para tener una evaluación de el contenido de los insaponificables en aquella fracción.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se trabajó con dos ecotipos de umarí, que fueron clasificados de acuerdo al color del epicarpio. Así tenemos el umarí amarillo (UA) y el umarí negro (UN). El fruto entero de cada ecotipo ha sido fraccionado, extraído sus aceites y estudiados en forma separada. Tales fracciones fueron: el epicarpio + mesocarpio (UA₁, UN₁), el endocarpio (UA₂, UN₂), la almendra (UA₃, UN₃),

3.1 Características físicas del fruto

El fruto del umarí es una drupa ovoide, cuya longitud varía de 6 a 6.86 cm, con un diámetro entre 4.8 a 5.02 cm, y con un peso promedio que varía de 88.18 a 91.76 gr. Se determinó también el espesor y el peso de cada una de las partes que conforman el fruto (Tabla 2 y 3)

Tabla 2: Determinaciones físicas del umarí amarillo

Nº Deter-minac.	Peso (gr)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Espesor Mesocarpio (cm)	Espesor Endocarpio (cm)	Peso Epicarpio + Mesocarpio (gr)	Peso Endoc. (gr)	Peso Semilla (gr)
1	92.5	6	0.7	0.7	0.3	23	25	16.1
2	86.6	5.8	0.	0.	0.5	20.5	17.1	15.1
3	87.9	6	0.4	0.4	0.5	21	21.7	15.2
4	88.3	6.2	0.4	0.4	0.2	22	23.2	14.1
5	85.6	6	0.5	0.5	0.8	20.1	30.1	9.4
- x	88.18	6	4.8	0.5	0.46	21.32	23.42	13.98

Tabla 3: Determinaciones físicas del umarí negro

Nº Deter-minac.	Peso (gr)	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Espesor Mesocarpio (cm)	Espesor Endocarpio (cm)	Peso Epicarpio + Mesocarpio (gr)	Peso Endoc. (gr)	Peso Semilla (gr)
1	85.8	6.4	5.1	0.7	0.2	21.1	23.5	9.2
2	95.6	6.9	5.2	0.7	0.8	26	26.2	9.4
3	90.3	6.6	5	0.5	0.5	22.6	26.1	9.2
4	96.8	7.6	4.9	0.6	0.6	27	26.4	9.4
5	90.3	6.8	4.9	0.5	0.3	23	26	9.1
- x	91.76	6.86	5.02	0.6	0.48	23.94	25.64	9.25

3.2 Secado

Esta operación se realizó con el objeto de bajar el contenido de humedad en la materia prima, hasta el porcentaje óptimo requerido, que según la bibliografía consultada debe ser inferior a 10% para evitar la degradación del color y el aumento de ácidos grasos libres (Meyer *et al*, 1983).

Los parámetros de secado con los que se obtuvo mejores resultados fueron: para el epicarpio + mesocarpio, 70°C por un tiempo de 13 horas; para el endocarpio, 70°C por un

tiempo de 12 horas y para la almendra, 70°C por un tiempo de 10 horas. Estos resultados fueron tomados como óptimos debido a requerimientos de calidad y al incremento en el porcentaje de extracción. (Datos no mostrados).

3.3 Molienda

Evidentemente la transformación de la materia en pequeñas partículas, facilita la extracción del aceite, debido a la rotura de las células, que contienen el aceite (Bernardini, 1981).

La molienda además aumenta la superficie de contacto, dando con ello mayor facilidad para que el disolvente pueda actuar en la materia seca molida. Esta operación se realizó manualmente con ayuda de pilones de mortero para cada una de las partes estudiadas, manteniendo el menor tiempo en su realización, para evitar el calentamiento y posterior oxidación del producto.

Una vez molidas las muestras fueron colocadas en el papel filtro Whatman N° 42 y envueltos en forma que impida la salida de la materia y pueda ser introducida en el extractor Soxhlet, donde se mantuvo en contacto continuo y total con el disolvente, durante la extracción.

3.4 Extracción del aceite.

El proceso de extracción que se utilizó en el presente trabajo es el de extracción por disolvente, mediante el sistema de extracción mixta, “inmersión – percolación”, el mismo que se realizó en el equipo Soxhlet. El disolvente que se encuentra adecuado para este proceso fue el hexano, consideración hecha no solamente por la calidad del producto obtenido, sino también por sus características físicas.

En la Tabla 4, se muestra los tiempos de extracción del aceite de las distintas partes del fruto, determinando para UN₁ y UA₁, un tiempo óptimo de 6 horas, para UN₂ y UA₂, 5 horas y para UN₃ y UA₃, 4 horas respectivamente, extrayendo el mayor porcentaje de aceite en los primeros 30 minutos.

Tabla 4: Tiempos de extracción del aceite de las distintas partes que conforman el fruto.

Tiempo de Extracción (H)	Porcentaje de Grasa (%)					
	UA ₁	UA ₂	UA ₃	UN ₁	UN ₂	UN ₃
0.5	45.12	8.60	0.86	47.45	6.80	0.80
1	46.25	9.01	1.01	49.20	7.82	0.88
2	47.25	10.01	1.10	50.40	8.12	0.95
3	48.15	10.91	1.16	50.90	8.32	1
4	48.21	11.01	1.20	51.02	8.45	1.02
5	48.41	11.10		51.09	8.60	
6	48.50			51.11		

Conocido los tiempos de extracción para cada parte del fruto, se determinó la temperatura del disolvente recomendables para una mejor extracción, considerando el porcentaje y calidad del mismo, porque sabemos que temperaturas altas afectan la calidad del producto.

En la Tabla 5, se muestra los resultados obtenidos con diferentes temperaturas de extracción, determinando que la temperatura

óptima en las seis partes estudiadas es 85 – 86°C, temperatura con la que se logra establecer el porcentaje mixto: inmersión – percolación con un goteo constante de 70 – 80 gotas por minuto, cabe señalar que a temperaturas menores de 85°C, solo se realiza el sistema denominado inmersión, pues la temperatura es insuficiente para realizar la condensación del disolvente, por tanto tampoco se realiza la percolación. Y a tem-

peraturas de 86°C, si bien es cierto que el proceso se agiliza, sin embargo la calidad del producto se ve afectada debido a la oxi-

dación que sufre por la elevada temperatura, corriendo además riesgos debido a las propiedades del disolvente.

Tabla 5: Temperatura del disolvente

Temperatura del Disolvente (°C)	Porcentaje de Grasa (%)					
	UA ₁	UA ₂	UA ₃	UN ₁	UN ₂	UN ₃
	6*	5*	4*	6*	5*	4*
50	23.65	3.021	-----	23.42	2.04	-----
60	24.17	3.95	-----	28.89	3.20	-----
70	35.63	4.05	0.09	38.42	4.05	0.09
80	37.76	5.78	0.51	40.95	5.01	0.50
85	48.5	11.1	1.2	51.11	8.6	1.02

* Tiempo en horas

Seguidamente el aceite extraído fue sometido a las operaciones de filtrado en papel Wathman N° 2, con la finalidad de eliminar sustancias en suspensión, los mismos que siempre están presentes en pequeña proporción en todo proceso de extracción por disolvente, que si no se eliminan, originan inconvenientes en la etapa de recuperación del disolvente. Inmediatamente después de filtrar la micela, se procedió a la recuperación, el mismo que se realizó mediante destilación simple, en ningún caso esta destilación superó los 110°C, tal como lo recomienda Bernardini (1981).

La evaporación total del disolvente se realizó a 60°C, por espacio de 1 hora, colocando los balones en un horno, obteniendo un aceite totalmente exento de disolvente pasando inmediatamente a las campanas de

disecación por espacio de 30 minutos para el enfriado del mismo.

El producto obtenido luego de aplicar las etapas anteriores, lo constituye el aceite bruto que fue almacenado a temperatura de refrigeración (15°C) y a temperatura ambiente.

Durante el almacenaje se realizó la prueba del índice de peróxido para determinar el grado de resistencia a la oxidación.

Las muestras almacenadas a temperatura ambiente, sufrieron procesos de oxidación rápida comparada con las almacenadas en refrigeración, sin embargo el índice de peróxido es insignificante, si tenemos en cuenta que Bailey (1961), considera para aceites de algodón, como inicio de rancidez, índices de peróxidos superiores a 20 meq/Kg de aceite.

Tabla 6: Control del índice de peróxido durante el almacenamiento

Tiempo (Días)	Índice de peróxido							
	Refrigeración				Medio Ambiente			
	UA ₁	UA ₂	UN ₁	UN ₂	UA ₁	UA ₂	UN ₁	UN ₂
30	2.5	2	2	2	2.7	2.2	2.1	2.2
60	3.0	2.5	2.8	2.5	4.3	4.3	4.2	4.1
90	3.5	3.1	3.1	3.0	7.6	7.3	7.1	7.2

3.5 Rendimiento en aceite.

Las Tablas 7 y 8, muestran el rendimiento en aceite de la materia aprovechable en base a

100 kg de fruta. Obteniendo un rendimiento de 15 kg con el umarí amarillo y 16 kg de aceite con el umarí negro, esto nos indica el alto valor oleaginoso de esta fruta.

Tabla 7: Rendimiento en aceite para 100 kg de umarí amarillo

Umarí Amarillo Partes	Peso Fruto (%)	Rendimiento del Fruto en 100 kg	Rendimiento en Aceite (kg)
Epicarpio + Mesocarpio	24.178	24.178	11.726
Endocarpio	26.52	26.52	2.944
Semilla	15.854	15.854	-----
Almendra	33.41	33.410	0.4015
Peso Total	100.00	100.00	15.0655

Tabla 8: Rendimiento en aceite para 100 kg de umarí negro

Umarí Negro Partes	Peso Fruto (%)	Rendimiento del Fruto en 100 kg	Rendimiento en Aceite (kg)
Epicarpio + Mesocarpio	26.09	26.09	13.34
Endocarpio	27.94	27.94	2.41
Semilla	10.08	10.08	-----
Almendra	35.88	35.88	0.37
Peso Total	100.00	100.00	16.12

3.6 Características físicas y químicas del aceite bruto de umarí

3.6.1 Características del aceite bruto

Las características de los aceites de cada parte y según la clasificación se observa en la Tabla 9, no se caracterizó UA₃ y UN₃, por su bajo rendimiento en aceite.

El índice de peróxido, nos reporta un rango de variación de 2.25 meq/Kg para las cuatro muestras estudiadas lo que nos indica bajo porcentaje en cuanto al contenido en productos primarios y secundarios de oxidación, un índice de peróxido de hasta 5 corresponde a un aceite fresco, dentro de un período de inducción, iniciándose la

rancidez organoléptica con un índice de peróxido de 10 y 20 meq/Kg. Los resultados de este análisis son muy aceptables, si tenemos en cuenta que el aceite de palma previa neutralización alcanza un valor de 3.19 meq/Kg.

El índice de acidez indicado en la misma tabla, muestra para las cuatro muestras (UA₁, UA₂, UN₁, UN₂), un rango promedio de 0.99 – 1.9 expresados como ácido oleico, resultados que si bien es cierto superan minimamente a lo normado por ITINTEC, que establece no tener una acidez libre expresado como ácido oleico mayor de 0.20%. Cabe mencionar que la exaltación del índice de acidez no siempre coincide con la rancidez.

Tabla 9: Características físicas y químicas del aceite de umarí

Análisis	N° de determinaciones	Resultados promedios			
		UA ₁	UA ₂	UN ₁	UN ₂
Índice de peróxido	3	2	2	2.5	2
Acidez (A.G.L.)	3	1.8	0.99	1.9	1.0
Índice de Refreacción (n _D 40)	2	1.460	1.459	1.459	1.4598
Índice de saponificación (%)	3	193	190	194	192
Equivalente de saponificación	3	870.4	884.2	865.9	875
Índice de Yodo (WIJS)	2	59.8	58	62	58.9
Materia Insaponificable	3	1.06	1.46	1.95	1.46
Punto de fusión (°C)	3	14	13.5	14	14.1
Densidad (20° C)	2	0.8906	0.8900	0.8912	0.8908
Viscosidad (CP) a 20°C	2	49.1121	49.4835	49.1011	49.1247
Contenido en agua y materia volátil	2	0.99	1.022	0.98	1.121

Los resultados para el índice de Yodo, dan un rango de 58 a 62, los mismos que tomamos como aceptable, pues Bernardini (1981), cita un índice de yodo para el ácido oleico de 90, siendo este ácido el que se encuentra en mayor porcentaje en la composición del aceite de umarí.

El índice de saponificación, varía de 190 a 194. Este índice nos expresa el peso

molecular media de los ácidos grasos en una grasa, estando de acuerdo con la teoría que dice: “El índice de saponificación está en razón inversa al peso molecular de los ácidos (Melenbacher, 1970). Por tanto puede haber una descomposición del aceite que haga disminuir el peso molecular saponificable y aumente en consecuencia su saponificación.

En cuanto al porcentaje de materia

insaponificable, se observa en los resultados un valor de 1.06 para la muestra UA₁ y 1.05 para UN₁ donde se nota una variación insignificante, con un ligero incremento en el valor para UA₂ y UN₂, de 1.46 en las dos muestras, datos concordantes con lo sustentado por Bailey (1961), quien expresa que en aceites de pulpa de frutos (aceite de oliva y palma), los productos que determinan el porcentaje de materia insaponificable se encuentra en poca proporción, siendo muy alta en aceites de semilla.

El índice de refracción, está dentro del rango 1.459 - 1.460, variación muy pequeña entre las cuatro muestras estudiadas, siendo estos valores muy parecidos al de oliva con 1.475 y maní con 1.468 (Kirchembauer, 1954). Este índice tiene estrecha relación con el peso molecular y con el grado de instauración de aquellas sustancias, pues aumenta con la longitud de la cadena hidrocarbonada y el número de enlaces dobles en ella (Bailey, 1961).

La densidad, según los resultados obtenidos, está dentro de los valores 0.8906 – 0.8900, rango muy estrecho entre las cuatro muestras estudiadas. No hay grandes diferencias en las densidades de las distintas grasas y aceites, aunque tanto el grado de insaturación (medido por el índice de yodo), como el peso molecular medio (medido por el índice de saponificación), influyen sobre esta propiedad (Bailey, 1961).

El punto de fluidéz, está dentro del rango de 13.5 - 14.5, dentro las cuatro muestras, estando esta característica relacionada con el punto de fusión, dependiendo ello de va-

rios factores, así la presencia de ácidos grasos de cadena corta o ácidos grasos no saturados, tienden a bajar el punto de fluidéz de la molécula y por tanto hacerla líquida a temperatura ambiente. Cheftel (1976), sostiene que toda grasa o aceite natural contiene diversos triglicéridos y por tanto no puede presentar un punto de fusión neto y sí una zona de fusión.

Los resultados diferentes a la viscosidad demuestran variaciones muy pequeñas entre las cuatro muestras, la misma que puede verse afectada, en cierto modo por su grado de no saturación aumentando ligeramente por hidrogenación (Bailey, 1961).

El contenido en agua y materia volátil, para UA₁ y UN₁ es de 0.98 y 0.99% respectivamente, siendo 0.22 y 1.121% en UA₂ y UN₂ resultados que nos demuestran el buen secado de las muestras así como el buen enfriado del producto.

3.7 Estudio de la composición del aceite de umarí

El dosaje de ácidos grasos (bajo la forma de esteres metílicos) se realizó por cromatografía en fase gaseosa (C.F.G), en columna capilar.

3.4 Identificación de los ácidos grasos

Los principales ácidos grasos del UA₁, UA₂, UN₁, UN₂, identificados a partir del cromatograma son dados en la tabla 10, donde además se compara con el aceite de oliva y palma.

Tabla 10: Composición en ácidos grasos de los aceites de umarí (*Poraqueiba sericea* T.) comparado con otros cuerpos grasos

Aceites	C14	C16	C16:1	C18	C18:1	C18:2	C18:3	C20	C20:1	OTROS	AGPI (b)
Umarí Amarillo											
- Pulpa (UA ₁)	—	24.0	1.2	3.0	69.8	0.6	0.8	0.1	0.1	0.4	0.05
- Endocarpio (UA ₂)	Tr	29.4	1.7	2.6	64.0	0.7	1.0	0.1	0.1	0.4	0.05
Umarí Negro											
- Pulpa (UN ₁)	—	22.1	0.7	3.0	72.3	0.5	0.9	0.1	0.1	0.3	0.06
- Endocarpio (UN ₂)	Tr	29.0	1.1	2.8	64.8	0.8	1.0	0.1	Tr	0.3	0.06
Umarí (a)	—	22.1	0.7	3.8	73.1	0.7	0.7	—	—	0.2	0.05
Cacahuete	—	10.3	0.1	3.7	56.6	21.1	Tr	1.7	1.2	4.6	1.04
Oliva	—	14.3	0.2	2.5	66.7	13.9	0.5	—	—	0.4	0.86
Palma	0.9	43.1		5.4	38.7	10.6	0.3	0.4	0.1	0.1	0.22

Tr = Trazas

(a) = D'Lores J.N. Variedad no especificado

(b) AGPI = ácidos polinsaturados/ácidos grasos saturados

La composición de las diferentes partes, muestran similitud con el aceite de oliva, pertenecientes a la familia de aceites del ácido oleico, entre los que se muestran los aceites de almendra, algodón, etc.

El ácido graso que predomina en el aceite de umarí es el ácido oleico, mostrando un alto porcentaje en las dos fracciones en estudio (UA₁, UN₁, UA₂, UN₂).

El ácido graso saturado presente en un porcentaje considerable es el ácido palmítico (C16), como se observa en la misma Tabla, siendo muy pequeño el rango de variación entre las 4 partes en estudio, evidenciando similitud entre las mismas.

Destacamos la presencia de los ácidos linolénicos, linoleicos y araquídico, considerados especialmente los dos primeros como ácidos grasos esenciales, los cuales según la experiencia con ratas en el laboratorio indican que estos ácidos grasos, especialmente el ácido graso linoléico y sus deri-

vados desempeñan un papel específico en el desarrollo y la función del cerebro y de la retina. Se ha demostrado que el ácido linoléico en la dieta evita lesiones cutáneas en los monos (Abbott, 1970).

3.9 Separación de los triglicéridos y fosfolípidos por cromatografía en columna

En la Tabla 11 se muestra los resultados obtenidos en el estudio de los componentes glicéridos del aceite de umarí.

El porcentaje de triglicéridos representa la mayor parte de la composición de la materia grasa, y como era de esperar es mayor en comparación con aceites animales.

Los mono y diglicéridos, presentes en porcentajes relativamente bajos, en ambos tipos de umaríes indican que estos aceite no sufrieron ninguna degradación hidrolítica considerable, verificandose por tanto la estabilidad del aceite.

Tabla 11: Separación de los mono-triglicéridos y fosfolípidos del aceite de umarí, después del fraccionamiento por cromatografía en capa fina

CLASES	SOLVENTE	VOLUMEN (mL)	PESO DE LOS LÍPIDOS TOTALES	
			UA	(%) UN
Esteres + hidrocarburos	Hexano-benceno 50:50	100	1.14	0.41
Triglicéridos	Benceno	300	91.68	92.51
Diglicéridos + Esteroles	Benceno-Eter 90:10	200	3.01	3.26
Monoglicéridos + Ácidos	Eter dietílico	200	2.00	1.32
Lípidos polares	Metanol	200	1.71	2.5

3.10 Estudio de la materia insaponificable

Los componentes de la materia insaponificable fueron revelados por la 2,7 de la diclofluoresceína y extraídos con cloroformo. El empleo de reactivos específicos y la

medida de Rf por producto testigo ha permitido identificar los diferentes constituyentes del material insaponificable. Se ha encontrado esteroles, metil esteroles, alcoholes terpénicos, oxo - triterpénicos, tocoferol, caroteno e hidrocarburos (datos no muestra-

dos).

El contenido de esteroides totales en mg/100 g de materia grasa, es de 148 en el UA₁,

171 en el UN₁, (Tabla 12). Del porcentaje total de los esteroides del aceite de umarí, 1.9% en el UA es colesterol y 0.8% en el UN

Tabla 12: Esteroides del aceite de umarí comparado con otras materia oleaginosas

Esteroides totales (mg/100 g M.G)	UA	UN	GIRASOL	PALMA	
	148	171	380	80	
Composición esteróica (% Esteroides Totales)					
Nombre	Tr				
Colesterol	0.61	1.9	0.8	Tr	2.3
Campesterol	0.81	9.6	7.7	9.2	19.8
Estigmasterol	0.88	7.4	6.0	10.0	12.4
- Sistosterol	1.00	60.3	61.0	61.2	57.8
- Avenasteroll	1.11	20.8	24.1	2.9	2.5
- Estigmasterol	1.18	-----	-----	12.0	1.1
- Avenasterol	1.32	Tr	-----	4.7	2.5

Tr = Trazas

Los tocoferoles son importantes antioxidantes naturales idénticos a la vitamina E, cuyos estudios realizados por espectrometría de masa, dan resultados de 6 y 7 mg/100 g de materia grasa de tocoferoles

totales, presentes en el aceite UA y UN respectivamente, siendo el χ - tocoferol, el que representa el 100% de los tocoferoles totales, (Tabla 13), el mismo que se identifica con la vitamina E natural.

Tabla 13: Contenido de tocoferoles del aceite de umarí

Tocoferoles totales (mg/100 g M.G)	UA	UN	Girasol	Palma	
	6	7	100	65	
Composición Tocoferóica (% Tocoferoles Totales)					
Nombre	Tr				
α Tocoferol	0.49	tr	tr	0.3	-----
σ Tocoferol	0.63	tr	tr	4.4	0.3
χ Tocoferol	1.00	100	100	95.2	19.0
δ Tocotrienol	1.70	tr	-----	-----	20.0
Otros Tocotrienoles	-----	-----	-----	-----	60.3

Los resultados en cuanto al porcentaje en carotenos, está dado en mg/100g de materia grasa, nos reporta para el UA₁ 20, UA₂ 15, UN₁ 23, UN₂ 10, respectivamente; atribuyendo a ello el característico color amarillo rojizo que presentan los aceites de umarí, observando que la cantidad es mayor en el epicarpio + mesocarpio, siendo mayor esta incidencia en el UN₁, radicando la importancia de estos compuestos por la relación que guardan con la vitamina A. datos no mostrados.

De los resultados obtenidos se puede concluir diciendo que es factible extraer aceite de umarí de buena calidad nutritiva y organoléptica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott. Introducción a la cromatografía. Editorial Alambra S.A. Segunda Edición Española (1970)
- Bailey. Aceites y grasas Industriales. 2da. Edición Reverté S.A. Zaragoza - España. 741 p. (1961)
- Bernardini, E. Tecnología de aceites y grasas. 1ra. - Ed. Española. Ed. Alambra S.A. Madrid - España 498 p. (1981)
- Brennan, *et al.* Las operaciones de la Ingeniería de los alimentos. 2da. Edición. Editorial Acribia. Zaragoza - España. 540 p. (1970)
- Colón, V. Aceites y grasas. Su extracción industrial por disolventes. Editorial Tip. Cap. Cassals. (1963)
- Cheftel J.C. y Cheftel H. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza - España. Vol I 333 p. (1976)
- Deroanne. Rev. Feacue Corpus Gras. 11-12. 175 pp. (1975)
- Desrosier, N. Conservación de alimentos. 1ra. Edición. Editorial Continental S.A. Mexico. (1964)
- Kirchembauer. Grasas y aceites. Química y tecnología. Editorial continental S.A. Mexico. 309 p. (1954)
- Melenbacher. Análisis de grasas y aceites. Enciclopedia de la química industrial. Ediciones Urmo-España. Vol 6. (1970)
- Meyer *et al.* Elaboración de productos agrícolas. Editorial Trillas. México. (1983)
- Trevejo Ch. Etude Physico-Chimique et Raffinage D'une huile de sardine Peruvianne (*Sardinops sagax*) Tesis. Facultades Sciences Agronomiques de L'Etat Gembloux - Belgique. (1984)
- Vian, A. y Ocon. Elementos de Ingeniería Química 5ta. Edición. Editorial Aguilar. Madrid - España. 812 p. (1972)