

RENDIMIENTO DE LA EXTRACCIÓN POR PENSADO EN FRÍO Y REFINACIÓN FÍSICA DEL ACEITE DE LA ALMENDRA DEL FRUTO DE LA PALMA COROZO (*Acrocomia aculeata*).

Carlos Hernández y Alberto Mieres Pitre
Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química
Valencia. Venezuela. Fax: 58-0241-674828. Email: carherna@uc.edu.ve

Palabras Clave: Aceites, extracción, refinación.

Introducción

La globalización representada en Venezuela por el Área de Libre Comercio de América (ALCA) u otro pacto regional, implicará revisiones que deben impulsar la diversificación económica del país, con esto se sabrá en qué sectores el país puede ser competitivo, bien por necesidad o por potencialidades. Uno de los sectores donde se requerirá ser competitivo será el agroindustrial, de eso dependerá la forma de participar en el mega comercio global: como productores o meros consumidores de todo rubro que se produzca en otras tierras y que se pagará muy probablemente con petróleo.

La actual situación económica del país, obliga a incentivar el desarrollo de tecnologías que permitan aumentar la producción nacional de rubros que en su mayoría son importados, y que pueden ser producidos en el país, ya que Venezuela cuenta con recursos naturales que no son aprovechados, específicamente en un área tan importante como lo es la producción de aceites y grasas, que en un 80% son importadas, por esto es importante aprovechar la existencia de una gran diversidad de palmas aceiteras, que en su gran mayoría son desconocidas y que constituyen una fuente muy valiosa para la producción de aceite, que puede ser utilizado en la elaboración de una gran cantidad de productos.

Estudios realizados por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO, siglas en inglés), (1), indican que los menores consumo de aceites vegetales en América del Sur, los presenta Bolivia con 42.4%, y los más alto le corresponden a Ecuador y Venezuela con 67.7% y 66.8% respectivamente. De los países de la región, Brasil es exportador de un 30% de los aceites y grasas que produce, mientras que la producción de oleaginosa en Venezuela y Perú cubre entre 20 y 30% del consumo local. El resto es importado, principalmente el aceite de soja, complementando, al menos en Venezuela, con aceite de girasol y algodón

Antes esta realidad se plantea la necesidad de incentivar la producción de rubros poco explotados con los cuales se podría competir exitosamente. Uno de ellos se basa en la extracción de aceites a partir de fuentes naturales no convencionales, tal es el caso del aprovechamiento del Corozo (*Acrocomia aculeata*), el cual es una palma con una serie de cualidades que la hacen atractiva tanto para su uso industrial como alimenticio. En este sentido el objetivo principal de esta investigación es determinar el rendimiento de la extracción por prensado en frío y refinación física del aceite de la almendra del fruto de la palma corozo (*Acrocomia aculeata*).

Metodología

Muestras y lugar de recolección del fruto

El área seleccionada es el Estado Portuguesa, específicamente el sitio de recolección "La aduana" a 80 km de Guanare. La recolección de los frutos se efectúa en el mes de enero, época de verano en dicho estado. Con la visita al área se recaba información para determinar el tamaño de la plantación (población) y el tamaño de la muestra, siguiendo un procedimiento aleatorio simple. Se recolectan los frutos correspondientes a cada árbol, luego se mezclan en un saco, de manera de obtener una muestra representativa de la población.

Extracción de la almendra del fruto de la palma corozo

Una vez obtenida la materia prima para el análisis, la misma se somete a un secado ambiental por 5 días, a condiciones controladas de temperatura y humedad, 25 °C y 60% respectivamente. Realizado el secado, se procede a la extracción de cada elemento constituyente del fruto de la palma corozo. Se fractura el epicarpo con la ayuda de un martillo, separando el mismo del resto del fruto. El resto de las partes del fruto conformado por el mesocarpo, endocarpo y almendra, se somete a una segunda extracción mecánica, fracturando de esta manera al mesocarpo y facilitando la extracción manual de la almendra, las cuales se almacenan en recipientes limpios, en ambiente refrigerado. La figura 1, muestra las partes constitutivas del fruto del corozo.

Molienda de la almendra

Se realiza mediante un molino mecánico del cual se obtienen diferentes tamaños de partículas de semilla ajustando la abertura de los platos reductores. La alimentación se hace a través de

una tolva colocada en la parte superior del molino y la molienda propiamente dicha es realizada gracias a los giros constantes de un tornillo sinfín.

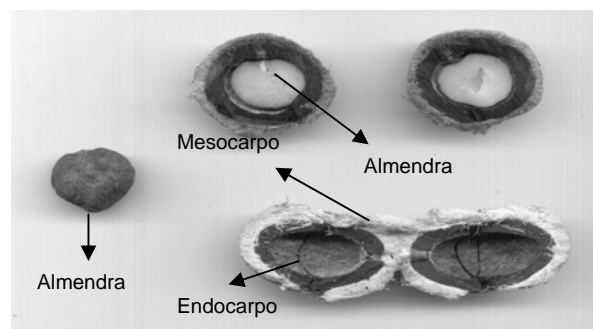


Figura 1. Elementos constituyentes del fruto de la palma corozo

Prensado en frío

Las presiones a las que se realizan los ensayos son 2.000, 4.000, 6.000, 8.000 y 10.000 psi, durante un tiempo de 5, 15 y 30 minutos, dos pruebas por tratamiento, a la presión y temperatura ambiente. Todos los ensayos son realizados con una muestra de almendra molida de 20 gramos aproximadamente y un tamaño de partícula de 0,75 mm.

El procedimiento consiste en colocar la muestra de almendra en el cilindro extractor, luego el mismo es sometido lentamente a la presión hasta alcanzar la requerida. Con la ayuda de la palanca de activación se mantiene la presión constante durante el tiempo correspondiente para el ensayo, el cual se controla mediante el uso de un cronómetro. El aceite se recoge en un beacker de 10 mL, pesado previamente. Culminado el tiempo de extracción se acciona la válvula que alivia la presión en la prensa hidráulica (ver figura 2). La torta de prensado que aún se encuentra en el cilindro extractor es sometida a la misma presión durante el mismo tiempo, con la finalidad de determinar el

rendimiento del prensado. Para el prensado la ecuación utilizada para determinar el rendimiento es la siguiente:

$$RP = \frac{MAP}{PM} \times 100\% \quad (1)$$

donde,

RP: Rendimiento del primer prensado, %

MAP: Masa o peso de aceite extraído en la primera prensada, g

PM: Peso o masa de la muestra de almendra utilizada, g

La ecuación utilizada para determinar el rendimiento de la operación de prensado es:

$$RR = \frac{MAR}{PM - MAP} \times 100\% \quad (2)$$

donde,

RR: Rendimiento del reprensado, %

MAR: Masa o peso de aceite extraído del reprensado de la torta, g

El rendimiento total de la operación de prensado se determina con la siguiente ecuación:

$$RT = \frac{MAP + MAR}{PM} \times 100\% \quad (3)$$

donde,

RT: Rendimiento total de la operación de prensado, %

Finalmente la torta que se obtiene del prensado y reprensado, es pesada y almacenada en unas bolsas plásticas grado alimenticio (Ziploc™), en un ambiente refrigerado. Posteriormente estas tortas son tratadas con solventes para evaluar el aceite residual.

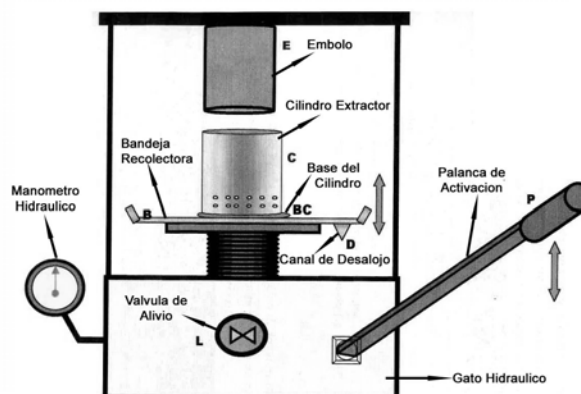


Figura 2. Esquema de la prensa hidráulica utilizada

Refinación física

Las etapas de proceso de refinación física son las siguientes: desgomado, seguido de un proceso de blanqueado y por último desacidificación y desodorizado, los cuales se realizan en conjunto.

Desgomado

El objetivo del desgomado es eliminar los fosfátidos o fosfolípidos de un aceite con una mínima pérdida de aceite neutro. El proceso de desgomado se realizó en dos etapas para eliminar los fosfátidos hidratables y no hidratables. La primera etapa consiste en lavar con agua al aceite, para eliminar todos aquellos fosfolípidos hidratables como por ejemplo la lecitina. El aceite se calienta hasta alcanzar una temperatura cercana a los 60 °C, en ese momento se le adiciona 3% p/p de agua destilada, la cual se calienta previamente hasta una temperatura aproximada de 60 °C, antes de adicionarla al aceite. La mezcla se deja con agitación constante por 30 minutos a una temperatura entre 60 – 70 °C. Finalizado el tiempo, se deja enfriar la mezcla, se centrifuga a 3500 rpm por 30 minutos para separar el aceite de los fosfolípidos hidratables.

La segunda etapa consiste en eliminar los fosfolípidos no hidratables, los cuales son sales de calcio y magnesio del ácido fosfórico. Estas sales son más solubles en aceite que en agua y por ende no se hidratan. De prevalecer estas sales, se podrían generar problemas en los pasos subsecuentes del refinado, de allí la importancia de eliminarlos. El aceite obtenido en la primera etapa es tratado con una solución de cloruro de potasio al 1% y en una relación muestra de aceite / cloruro de potasio de 98:2. La mezcla se calienta con agitación constante a una temperatura entre los 60 – 70 °C, por 15 minutos. La mezcla se deja enfriar hasta la temperatura ambiente y se centrifuga a 3500 rpm por 30 minutos para separar el aceite de los fosfolípidos no hidratables.

Blanqueado

El objetivo de este proceso es el de descomponer los peróxidos, eliminar los compuestos oxidantes y cualquier vestigios de gomas y jabones, y decolorar. El proceso de blanqueo se realiza con el uso de tierras de blanqueo, específicamente Tonsil grado óptimo, la cual se obtiene de una empresa aceitera reconocida en la zona de Valencia. El aceite desgomado se calienta hasta una temperatura aproximada de 80 °C, en ese momento se le adiciona 3% de la tierra de blanqueo antes mencionada, la cual estuvo 2 horas en la estufa a 80 °C para eliminar cualquier vestigio de humedad que pudiera afectar el proceso. La mezcla de aceite y tierra se mantiene con agitación constante por 15 minutos a una temperatura entre 80 – 90 °C. La mezcla se deja enfriar a temperatura ambiente, se centrifuga a 3500 rpm por 30 minutos para separar el aceite de las tierras de blanqueo.

Proceso de desacidificación y desodorización

El objetivo de esta etapa es reducir los ácidos grasos libres, producir un aceite con poco o ningún sabor y un color tenue. El proceso consiste en someter al aceite a una destilación por carga al vacío, de manera de eliminar los ácidos grasos libres, cetonas y aldehídos, los cuales poseen punto de ebullición más bajos que el resto de los triglicéridos presentes en el aceite.

El aceite desgomado y blanqueado se introduce en una balón de dos bocas, que a su vez se coloca en una cuba que contiene glicerina como medio de calentamiento. La glicerina se calienta hasta una temperatura entre 100 – 120 °C, mediante una plancha eléctrica. Una de las bocas del balón que contiene el aceite se le coloca un termómetro, el cual indica la temperatura del mismo. La otra boca del balón es conectada a un condensador y a su vez éste a la manguera de la línea de vacío. La operación antes indicada se realiza durante 3,5 horas con vacío constante. Finalizado el tiempo, el balón es retirado del baño de glicerina y colocado en otra cuba con agua a temperatura ambiente, de manera de lograr un rápido enfriamiento, todo esto sin desconectar el sistema del vacío, de forma tal de no permitir la entrada de aire.

Rendimiento del refinado físico

La cuantificación de la cantidad de aceite obtenido se realiza por gravimetría antes y después de cada etapa del proceso de refinación, es decir, se pesa la cantidad inicial de aceite antes de ser sometido a la etapa de refinado correspondiente y luego de cumplida la misma, de esta forma se logra determinar el rendimiento de cada etapa y del proceso completo de refinación. La ecuación utilizada es la siguiente:

$$REND = \frac{MAE}{MAI} \times 100\% \quad (4)$$

donde,

REND: Rendimiento en cada etapa del proceso de refinación, %

MAE: Cantidad de aceite obtenido después de aplicar la etapa correspondiente a la refinación, es decir, desgomado, blanqueado o desacidificación / desodorización, según sea el caso, g.

MAI: Cantidad de aceite inicial o utilizada en la etapa correspondiente de la refinación, g.

Perfil de ácidos grasos

El perfil de ácidos grasos se realiza siguiendo la metodología establecida en la norma COVENIN 2281:1998 (2), la cual consiste en tomar una muestra de 300mg de aceite, se disuelve en NaOH 0,5 N. en metanol anhidro, se coloca en reflujo hasta que se disuelva el aceite y luego se añade trifloruro de boro en metanol, se deja a reflujo por unos minutos. Se realiza la extracción con aproximadamente 100 mL de un solvente orgánico (n-heptano o cloroformo). La fase orgánica se utiliza

para realizar la cromatografía de los ésteres de metilo.

Se emplea un cromatógrafo HP 5890 con detector de ionización a la llama e integrador, una columna capilar DB-23 (Cat J & W Scientific. US1363243H) de 30 centímetros, diámetro interno 0,32 mm, con gas de arrastre nitrógeno y flujo de 82 mL/min. El gradiente de temperatura de 150 – 180 °C con rata de 1 °C/min. Se inyectaron 0,2 microlitros de muestra. Bajo las mismas condiciones se inyectan los patrones de ésteres de los ácidos grasos. Por medio de las áreas correspondientes a cada éster se obtiene la composición de ácidos grasos del aceite. El porcentaje de cada uno de los componentes se calcula como el área del pico del componente dividido entre el área total de los componentes de la muestra, tal como se indica a continuación:

$$\% A = \frac{AreaA}{\sum Areas} \times 100\% \quad (5)$$

Resultados y Discusión

Muestreo

El número de palmas de corozo determinadas en el recorrido de las 4 hectáreas es de 585 palmas aproximadamente, este valor es considerado en el estudio como la Población a analizar. Con el tamaño de la población y la definición del error, el cual es considerado en 6%, se determina el tamaño de la muestra, la cual es de 189 palmas de corozo. Por cada elemento de la muestra se recolectan 25 frutos, los cuales son colocados y mezclados aleatoriamente en sacos, para su transporte posterior al lugar donde se realiza la investigación.

Prensado en frío

La tabla 1, contiene los rendimientos obtenidos en la operación de prensado en frío de la almendra del fruto de la palma corozo.

Tabla 1 Rendimiento de la extracción de aceite de la almendra del corozo por prensado en frío

| Presión (P± 200) psi | Tiempo (T± 1) min. | Rendimiento del primer prensado (RP±0,01)% | Rendimiento reprensado (RR±0,01)% | Rendimiento total (RT±0,01)% |
|----------------------|--------------------|--|-----------------------------------|------------------------------|
| 2.000 | 5 | 3,59 | 2,28 | 5,79 |
| | 15 | 5,15 | 2,42 | 7,45 |
| | 30 | 7,69 | 3,03 | 10,49 |
| 4.000 | 5 | 7,69 | 1,68 | 9,24 |
| | 15 | 11,52 | 1,86 | 13,17 |
| | 30 | 12,37 | 1,94 | 14,06 |
| 6.000 | 5 | 9,46 | 1,74 | 11,04 |
| | 15 | 12,13 | 1,63 | 13,57 |
| | 30 | 14,23 | 1,03 | 15,11 |
| 8.000 | 5 | 10,86 | 2,41 | 13,01 |
| | 15 | 13,94 | 2,91 | 16,44 |
| | 30 | 20,84 | 1,82 | 22,23 |
| 10.000 | 5 | 13,29 | 1,44 | 14,53 |
| | 15 | 15,13 | 1,04 | 16,01 |
| | 30 | 21,75 | 0,69 | 22,29 |

Masa de almendra utilizada: 20g aproximadamente.

Para un tiempo de prensado de 30 minutos, a presiones de 4.000 y 6.000 psi no se observan diferencias importantes en el rendimiento del primer prensado, sin embargo cuando se incrementa la presión a 8.000 y 10.000 psi, se observan marcadas diferencias en cuanto al rendimiento obtenido, mejorando hasta en un 52% la eficiencia del proceso de prensado, con respecto al rendimiento alcanzado a las presiones de 4.000 y 6.000 psi.

Con respecto al reprensado se observa que los mayores rendimientos se obtienen a 2.000 psi., esto se debe a que la cantidad de aceite presente en la torta que queda después del primer prensado es mayor que en todas las demás, ya que la misma ha sido sometida a la más bajas de las presiones. Estos bajos rendimientos se deben a la elevada compactibilidad de las partículas de almendra, producto de la presión en el primer prensado. A medida que aumenta la presión, también aumenta la compactibilidad de la torta, haciendo de esta manera muy difícil la operación de reprensado.

Rendimientos obtenidos en las diferentes etapas de la refinación física

La tabla 2, muestra los rendimientos de las etapas del refinado físico del aceite de la almendra del fruto de la palma corozo, así como el rendimiento total del proceso.

Tabla 2 Rendimientos de las etapas del refinado físico

| Etapas del proceso de refinación física | | Rendimiento $\pm 0,01$ (%) |
|--|--|----------------------------|
| Desgomado | Tratamiento con 3% p/p de agua, 60-70°C, por 30 minutos. | 93,83 |
| | Tratamiento con cloruro de potasio al 1%, 60-70°C, por 15 minutos. | 89,32 |
| | Proceso total de desgomado. | 83,80 |
| Blanqueado con 3% p/p de tierras de blanqueo, 80-90°C, por 30 minutos. | | 91,49 |
| Desacidificación / Desodorización, alto vacío, 100-120°C, por 3,5 horas. | | 99,29 |
| Refinado | | 76,12 |

Las mermas o pérdidas del primer tratamiento del desgomado, corresponden a los fosfolípidos hidratables eliminados y el aceite neutro que éstos arrastran. El segundo tratamiento, el cual consiste en la eliminación de los fosfolípidos no hidratables, el rendimiento obtenido es menor, esto se debe a que los floculos formados son de menor densidad que los floculos del primer tratamiento, lo que dificulta su separación del aceite neutro, ocurriendo de esta forma mayor arrastre. Sin embargo el rendimiento total del proceso de desgomado con los tratamientos antes planteados, resulta superior en comparación con procesos de desgomado ácidos y básicos, en la cual se deben realizar numerosos lavados con agua para reducir la acidez del aceite neutro resultante, lo que representa una ventaja comparativa con otros métodos de desgomado.

Las mermas o pérdidas ocurridas en la etapa de blanqueo es debido a la retención de aceite por parte del agente de blanqueo utilizado, sin embargo es mucho menor que las mermas que se pudieran obtener por usar otros agentes como el carbón activado, que aun siendo mejor en la reducción de color y olor en los aceites, producen mayores mermas y bajo rendimiento.

En la etapa de desacidificación y desodorización las mermas o pérdidas son pequeñas, ya que en ésta etapa se eliminan ácidos grasos libres, sustancias volátiles e insaponificables, causantes del olor y sabor de los aceites. Estudios realizados en la materia (3), indica que las pérdidas en la desodorización de los aceites de coco, girasol, algodón, palma y palmiste alcanza un 0,1-0,3% de la grasa original. Sin embargo las pérdidas en la desodorización del aceite de la almendra de corozo es superior, debido al arrastre de aceite neutro durante la destilación. Por otra parte la desacidificación física presenta mayores rendimiento que la desacidificación o neutralización alcalina, también llamada refinación química, donde el rendimiento no alcanza el 50-60%, siendo esto una ventaja importante de la refinación física con respecto a la química.

Perfil de ácidos grasos

En la tabla 3, se presenta la composición o perfil de ácidos grasos del aceite crudo y refinado extraído de la almendra del fruto de la palma corozo.

Tabla 3. Perfil de ácidos grasos del aceite crudo y refinado extraído de la almendra del fruto de la palma corozo

| Ácidos grasos | Aceite crudo $\pm 0,1$ % | Aceite refinado $\pm 0,1$ % |
|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Caprílico (C8:0) | 5,8 | 6,6 |
| Cáprico (C10:0) | 3,7 | 4,3 |
| Láurico (C12:0) | 45,0 | 51,0 |
| Mirístico (C14:0) | 12,8 | 13,0 |
| Palmítico (C16:0) | 7,8 | 6,8 |
| Estearico (C18:0) | 3,1 | 2,1 |
| Oleico (C18:1) | 18,7 | 14,0 |
| Linoleico (C18:2) | 3,1 | 2,2 |

El porcentaje de ácidos grasos saturados presentes en el aceite refinado de la almendra de corozo es de 83,8% y los insaturados de 16,2%. Dentro de los ácidos grasos insaturados, el mayor porcentaje corresponde a los monoinsaturados con 14,0%. De acuerdo al perfil lipídico, propiedades físicas y químicas del aceite refinado extraído de la almendra del corozo, utilizando la técnica de prensado en frío, se puede inferir que es muy similar al aceite de coco y de la almendra del fruto de la palma africana (palmiste). Estos aceites pertenecen al grupo de los ácidos láuricos, los cuales son de bajo peso molecular y bajo grado de insaturación, por lo que constituyen valiosas grasas comestibles para ciertas finalidades, sus jabones sódicos son duros, estables a la oxidación y fácilmente solubles, motivo por el que dichos aceites son especialmente apreciados en la manufactura de jabones (4)

Conclusiones

El rendimiento de la operación de prensado es directamente proporcional a la presión y tiempo de prensado, a presiones comprendidas entre 2.000 y 8.000 psi. El máximo rendimiento obtenido en el primer prensado es de 21,75%, cuando la presión es de 10.000 psi, y el tiempo de 30 minutos. Sin embargo el incremento en el rendimiento entre 8.000 y 10.000 psi, no es significativo. Los rendimientos de las etapas del proceso de refinación física son: 83,80% para la etapa de desgomado; 91,49% en la etapa de blanqueado; 99,29% en la desacidificación / desodorización, para un rendimiento total de refinado de 76,12%, coincidiendo con los valores reportados en otras investigaciones en el área.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración prestada por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo CDCH-UC, para la culminación y divulgación de este trabajo de investigación.

Bibliografía

- (1) Organización para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (2000). [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/v4700s/v4700s09htm>.

- (2) COVENIN 2281 (1998). *Aceites y grasas vegetales. Determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases.* (1ª Revisión). Fondonorma-COVENIN. Venezuela.
- (3) Andersen, J. (1956). *Refinación de aceites y grasas para usos alimenticios.* Montesó J. Continental. México. Pág. 161 - Pág. 165
- (4) Bailey, A. (1961). *Aceites y grasas industriales.* Reverte. España. Pág. 107 - Pág. 112