

## Notas del Director

Como resultado del proceso de extracción, en las plantas de beneficio se obtiene la fibra prensada de palma, que representa alrededor del 13% en peso del fruto procesado. Actualmente, este material, junto con el cuesco, es utilizado como combustible en las mismas plantas de beneficio. Sin embargo, la fibra puede convertirse en uno de los subproductos con mayor potencial de aprovechamiento por su alto contenido de carotenos (provitamina A), aspecto hasta el momento poco estudiado en Colombia.

Dada la importancia nutricional y farmacológica de los carotenos, el Laboratorio de Caracterización de Aceites de Cenipalma, en colaboración con el programa de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, y con la financiación de Colciencias, ha venido investigando la potencialidad de la fibra prensada en cuanto al contenido de estos importantes fitonutrientes que, por provenir de una fuente natural, poseen mayor actividad biológica que los carotenos de origen sintético.

En este Ceniavances se presentan los resultados preliminares que indican la existencia de un alto potencial para explotar este recurso. Por tal motivo, es necesario profundizar en los estudios tendientes a lograr un producto de carotenos con una concentración del 30%, similar al que se comercializa actualmente con un valor aproximado de \$2.500.000 por kilogramo, y cuyos mayores consumidores son las industrias farmacéuticas y de alimentos procesados.

Todos los estudios encaminados al desarrollo de un producto a partir de la fibra prensada de palma con estas características será un aporte a la solución de un problema nutricional y, adicionalmente, favorecerá el balance financiero de la agroindustria, que podrá aprovechar en forma integral este subproducto.

PEDRO LEÓN GÓMEZ CUERVO  
Director Ejecutivo

## La fibra prensada de palma de aceite, una valiosa fuente de carotenos\*



Filtración de los extractos de carotenos obtenidos a partir de la fibra prensada de palma.

### Introducción

Una de las fuentes más ricas en carotenos, y por consiguiente de vitamina A, es el aceite crudo de palma (ACP) *Elaeis guineensis*, reportándose concentraciones de 500 a 700 ppm en aceites provenientes de Malasia (Choo *et al.*, 1998; Choo, 1999) y de 700 a 2.000 ppm en aceite colombiano (Delgado *et al.*, 2003). Aunque la presencia de altas concentraciones de carotenos en el ACP es importante porque junto con la vitamina E protegen el producto de la degradación oxidativa, en el aceite refinado, oleína y estearina su concentración no es detectable porque su eliminación hace parte del proceso de refinación.

Una fuente aún más rica en carotenos proveniente de la palma de aceite es el aceite residual de la fibra, que se obtiene en el proceso de extracción, reportándose concentraciones alrededor de 4.000 ppm (De Franca *et al.*, 2000).

Los carotenoides se dividen en dos grupos estructurales: los carotenos, que son hidrocarburos altamente insaturados y las xantofilas, que son los derivados oxigenados de los carotenos. Sin considerar los isómeros resultantes por isomería geométricas *cis trans*, se han identificado unas 560 estructuras de carotenoides, (Fenema, 2000). En el aceite obtenido del mesocarpio del fruto de *E. guineensis* variedad ténera, aproximadamente el 90% de los carotenos corresponde a los isómeros  $\alpha$  y  $\beta$ .

Según Choo y colaboradores (1993), el aceite de palma extraído del mesocarpio de frutos de palmas tipo ténera proveniente de Malasia tiene una concentración de carotenos que alcanza los 700 ppm. En las hojas de la palma y el aceite residual proveniente de la fibra prensada se han reportado concentraciones de hasta 1.900 y 6.000 ppm, respectivamente. En Colombia, Naranjo y Rodríguez (2000) indican que la fibra posee un aceite residual que oscila entre el 5 y el 6% en base seca, con un contenido de carotenos entre 4.000 y 6.000 ppm.

### Materiales y métodos

En la caracterización de la fibra extraída de palma africana para la recuperación de carotenos participaron cinco plantaciones: dos de la Zona Central, una de la Zona Norte, una de la Zona Oriental y una de la Zona Occidental. Las muestras fueron adecuadas y analizadas en los laboratorios de Control de Calidad y Planta Piloto de la Universidad Jorge Tadeo Lozano y en el Laboratorio de Caracterización de Aceites de Cenipalma.

\*Olga Ramírez, Freddy Urrego. Estudiantes de Ingeniería de Alimentos (Universidad Jorge Tadeo Lozano); Ligia I. Rodríguez, Luis F. Herrera. Ingeniera de Alimentos e Ingeniero Químico M.Sc. Profesores (UJTL), [ligia.rodriguez@utadeo.edu.co](mailto:ligia.rodriguez@utadeo.edu.co), [luis.herrera@utadeo.edu.co](mailto:luis.herrera@utadeo.edu.co); Sandra Suárez, Wilman Delgado. Tecnóloga Química y Químico M.Sc., Asistente e Investigador Asociado Cenipalma, [wilman.delgado@cenipalma.org](mailto:wilman.delgado@cenipalma.org)

## Muestreo

El muestreo se llevó a cabo en las cinco plantas de beneficio de cada plantación. Durante los días de muestreo, el operario de las prensas recolectó, cada media hora una muestra de fibra de aproximadamente 500 g. Al final del turno, las muestras fueron homogenizadas y mediante cuarteo se tomó una muestra de 500 g que fue enviada al Laboratorio de Cenipalma.

## Determinación de relación fibra: solvente para extracción de aceite

Este análisis busca conocer el efecto de la relación fibra/solvente (hexano) en la eficiencia de la extracción de aceite por lixiviación. En la determinación de este parámetro se tomaron relaciones fibra : solvente en un intervalo de 3 : 1 a 49 : 1. Se dejaron en reposo durante tres horas a temperatura ambiente. Después de este período, los extractos obtenidos se filtraron, se concentraron y posteriormente se determinó la cantidad de aceite residual extraído en cada ensayo.

## Determinación del tiempo mínimo de contacto necesario para la extracción de aceite

Este análisis se realizó para determinar el tiempo mínimo que debe estar la fibra en contacto con el hexano en el proceso de lixiviación, para asegurar la máxima extracción de aceite en una sola operación de contacto tanto de fibra seca como húmeda. Para la realización de este ensayo se colocaron muestras de fibra en el solvente de extracción en una relación 13 : 1 a temperatura ambiente y por tiempos entre 0 y 24 horas; los extractos obtenidos se filtraron, se concentraron y luego se determinó la cantidad de aceite residual extraído en cada ensayo.

## Determinación de humedad de la fibra

Se calculó con base en el método AOAC 925.40 (AOAC Methods).

## Determinación de contenido de aceite

Se calculó con base en el método AOCS Aa 4-38.

## Determinación de carotenos totales

La obtención de los extractos se realizó por lixiviación, dejando la fibra en contacto con el solvente durante tres horas (tiempo mínimo de contacto establecido previamente). La relación solvente : fibra utilizada fue de (13 : 1), asegurando así la máxima recuperación de aceite. Una vez concentrados y cuantificados los extractos obtenidos, se diluyeron en hexano y se cuantificaron los carotenos totales por espectrofotometría a 461 nm.

## Determinación de $\beta$ caroteno



Una parte de los extractos obtenidos por lixiviación se llevó al Laboratorio de Caracterización de Aceites de Cenipalma, se disolvió en cloroformo y se analizó por cromatografía líquida de alta eficiencia, (HPLC) determinando la relación de los isómeros  $\alpha$  y  $\beta$ . Para esto se utilizó un equipo Merck Hitachi con un detector UV-Vis. y una columna Chromolith RP-18e y como estándar  $\beta$ -caroteno al 95% (Sigma).

## Discusión de resultados

**Ensayos preliminares:** se determinó que la fibra prensada de palma africana es un material poco denso con un volumen específico de 14,14 y 31,90 mL/g para fibra húmeda y seca respectivamente. Esto representa un volumen considerable para su tratamiento, lo que obliga a someter las muestras a un proceso de molienda para facilitar su manipulación, lograr una mayor homogenización y, al aumentar el área superficial de contacto, facilitar el proceso de extracción con solventes orgánicos. En esta primera etapa también se encontró que teniendo en cuenta la cantidad de solvente necesaria para el estudio la relación solvente : fibra (13 : 1) es la más conveniente para la extracción de aceite a partir de la fibra por el método de lixiviación (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de la relación solvente : fibra sobre la cantidad de aceite extraído

Relación Solvente : Fibra (g)	% Aceite recuperado
3 : 1	2,14
4 : 1	2,53
13 : 1	3,17
49 : 1	3,51

**Tiempo mínimo de contacto:** como se observa en la Figura 1, después de tres horas de contacto, la cantidad de aceite extraído permanece constante, debido a que se ha alcanzado el equilibrio ternario. Resultados similares se obtuvieron con la fibra húmeda. Por esta razón, se establecieron tres horas como tiempo mínimo de contacto en los procesos de extracción para determinar el aceite residual y el potencial de carotenos.

**Porcentaje de humedad:** dadas las disímiles condiciones de manejo de las muestras, el tiempo transcurrido desde el envío hasta el procesamiento y las condiciones de empaque, entre otros factores, los valores de humedad presentaron una amplia variación (Tabla 2). La importancia del valor de humedad radica en la necesidad de expresar los datos del contenido de aceite en base seca, y poder comparar los resultados de muestras de diferentes orígenes.



Figura 1. Determinación del tiempo mínimo de contacto del solvente con fibra seca en el proceso de lixiviación.

**Porcentaje de aceite:** una vez realizado el análisis de varianza simple de un solo factor, con un nivel de confianza de 5% para la variable contenido de aceite, se determinó que las muestras eran significativamente diferentes. Por esta razón, no es posible compararlas y la interpretación de los resultados debió realizarse para cada plantación por separado.

Tabla 2. Exploración de datos de humedad, aceite, concentración total de carotenos y concentración de  $\beta$ -caroteno obtenidos las cinco plantaciones. (X= media, DV= desviación estándar, CV= coeficiente de variación).

Determinación		Plantaciones				
		A	B1	C	D	B2
Humedad	X	25,6	16,2	9,8	10,6	31,0
	DV	0,0242	0,0682	0,0037	0,0167	0,0614
	CV	9,5%	42,0%	3,8%	15,7%	19,8%
Aceite	X	6,4	6,1	3,9	6,8	7,8
	DV	0,0217	0,0111	0,0133	0,0177	0,0246
	CV	33,8%	18,4%	33,8%	26,2%	31,4%
Carotenos totales ppm	X	5628	5553	4440	6257	9928
	DV	2244	2981	2730	1804	2550
	CV	39,9%	53,7%	61,5%	28,8%	25,7%
$\beta$ Caroteno ppm	X	1757	2192	1825	3038	3632
	DV	671	1588	1504	758	972
	CV	38,2%	72,5%	82,4%	24,9%	26,8%

Bajo las condiciones de tratamiento de muestra establecidas (secado y molienda) los rangos en los valores medios del porcentaje de aceite residual (3,9 - 7,8%) y los altos coeficientes de variación determinados (18,4 - 33,8%) para las cinco plantaciones evidencian la alta heterogeneidad de este material (Tabla 2).

**Concentración de caroteno:** considerando que el tratamiento experimental de las muestras fue el mismo, la variación en el contenido de carotenos se atribuye a condiciones propias de los materiales evaluados, como variedad genética, edad del cultivo, horas de sol y las condiciones de proceso, entre otros.

La plantación B2 presenta el mayor contenido promedio de carotenos totales de 9.928 ppm y el menor coeficiente de variación con un valor de 25,7%.

La plantación C muestra el menor contenido promedio de carotenos totales de 4.440 ppm y el mayor coeficiente de variación con un valor de 61,5%. Sin embargo, esta concentración promedio es superior a la reportada en la literatura de 4.000 ppm.

**Concentración de  $\beta$ -caroteno:** se observó que la composición de carotenos totales corresponde principalmente a los isómeros  $\alpha$  y  $\beta$  caroteno, confirmando estudios donde reportan que estos isómeros constituyen aproximadamente el 90% de la composición de los carotenos en el aceite crudo de palma (Choo *et al.*, 1998).

Los resultados de las muestras analizadas arrojaron composiciones relativas promedio de  $\alpha$  y  $\beta$  caroteno de 51 y 49% respectivamente, las cuales difieren de los valores reportados para el ACP (38 y 62% respectivamente). Esta diferencia en la composición relativa de los carotenos entre el ACP y el aceite residual en fibra ya ha sido reportada por Gapor y colaboradores (1987). En los cromatogramas de la Figura 2 se observan los perfiles de carotenos de una muestra de ACP y de una muestra de ACP residual en fibra.

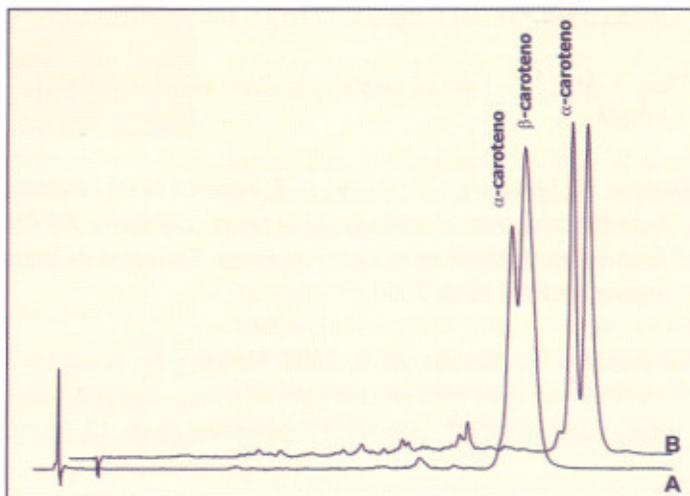


Figura 2. Perfiles cromatográficos de carotenos (A: de aceite crudo de palma B: de aceite residual de fibra prensada de palma obtenido mediante lixiviación con hexano).

## Conclusiones

El bajo volumen específico de la fibra obliga a una operación de acondicionamiento previo en el caso en que se desee dimensionar un equipo para llevar a cabo la recuperación de aceite residual a nivel industrial.

Una vez evaluado el potencial de recuperación de aceite residual, tanto a nivel regional como nacional, se determinó que la plantación B2 ubicada en la Zona Central, presenta la mejor alternativa de recuperación con un promedio de 7,8% promedio de aceite en la fibra. Así mismo, la plantación B2 ofrece el mejor potencial para la recuperación de carotenos a partir del aceite residual, al mostrar como valor medio de carotenos totales 9.928 ppm, siendo el mayor valor de las plantaciones evaluadas.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a Colciencias por la cofinanciación del proyecto 1202-08-12717. A las plantaciones Palmeiras, Hacienda La Cabaña, Bucarelia, Agroince y Las Flores, por su colaboración en el envío de muestras; al programa de Ingeniería de alimentos de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, al Fondo de Fomento Palmero y a Cenipalma por permitir la realización de este trabajo.

## Bibliografía

Choo, Y. M.; M. a. AN Yap, S. C. 1998. Caroteno, vitamina E y esteroleos en aceites de *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera* y sus híbridos. *Palmas* v. 19 No.2, 79-85.

Choo, Y. M.; M. a., AN.; Ooi, C. K.; Yap, S. C. and YUSOF, B. 1993 Production of carotene enriched red palm oil. En: PORIM international Palm Oil Congress. 177-182. Malasia, Indonesia.

Choo, Y. M. 1999. Palm oil carotenoids. Palm oil nutrition update 1. PORIM 1-5.

Deglado, W.; Echeverry, L. F.; Suárez, S. R. Variación de las características fisicoquímicas del aceite crudo de palma colombiano. *XIV Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite*. Cartagena de Indias, septiembre 23 al 26 de 2003.

De Franca, L. F.; Miereles, M. A. 2000. Modeling the extraction of carotene and lipids from pressed palm oil (*Elaeis guineensis*) fibers using supercritical CO<sub>2</sub>. *Journal of Supercritical Fluids*, 18, 35-47.



Almacenamiento de fibra prensada de palma.

Fenema 2000: Química de los alimentos. Acibia, Zaragoza, España.1252

Gapor ABD MD TOP; Kato, A. and ONG, A. S. H. (1987). Studies on Vitamin E and other useful compounds in PFDA and oil palm leaflets. In (eds. Ma, A. N.; Maycock, J. H.; Sieh L. M. L. and Augustine, M. A.). International Oil Palm/Palm Oil Conferences: Technical Progress and Prospects. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Bangi, p. 124-128.

Naranjo, F.; Rodríguez, L. 2000. Recuperación de Betacaroteno a partir de fibra extraída de palma africana. Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero de Alimentos, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.



Director: **Pedro León Gómez Cuervo**  
Revisión de textos: **Comité de Publicaciones de Cenipalma**  
Coordinación Editorial: **Oficina de Prensa**  
Diseño y Diagramación: **Briceño Gráfico**  
Impresión: **Molher Ltda. Impresores**

Esta publicación contó con el apoyo del  
**Fondo de Fomento Palmero**