

# Subproductos de la palma de aceite como materias primas de biomasa\*

## Oil Palm By-Products as Biomass Commodities

**CITACIÓN:** Van Dam, J. (2016). Subproductos de la palma de aceite como materias primas de biomasa. *Palmas*, 37(Especial Tomo II), pp. 149-156.

**PALABRAS CLAVE:** biomasa, materias primas, valor agregado.

**KEYWORDS:** Biomass, raw materials, value added.

\*Artículo original recibido en inglés y traducido por Strong Tower Consulting.



**JAN VAN DAM**

Investigación en alimentos y elementos biobasados, Wageningen UR, Holanda  
Food and Biobased Research,  
Wageningen UR, the Netherlands  
jan.vandam@wur.nl

## Resumen

En la economía de base biológica, la disponibilidad de la biomasa como materia prima para la energía y los productos depende de los residuos de la cadena agroalimentaria. La economía de base biológica emergente está orientada a nichos de mercado lógicos, como productos químicos, materiales de transporte y combustibles. El aceite de palma (*Elaeis guineensis*/*Elaeis oleifera*) es uno de los *commodities* más importantes del mundo que produce grandes cantidades de subproductos. Estos subproductos conforman una prometedora fuente de materia prima, si pueden ser puestos a disposición de una manera ambientalmente racional, socialmente aceptable y rentable. En este documento se evaluarán el potencial de subproductos de la palma de aceite disponibles y los criterios que deben cumplirse para la explotación sostenible de estos productos residuales agroindustriales. El comercio internacional de los subproductos del aceite de palma ha despertado gran interés debido a su versatilidad como nuevos productos biológicos.

## Abstract

In the bio-based economy the availability of biomass as feedstock for energy and products depends on the residues from the agro-food chain. The emerging bio-based economy is oriented at logical niche markets such as chemicals, transportation fuels and materials. Palm oil (*Elaeis guineensis* / *Elaeis oleifera*) is one of the largest commodities in the world, producing significant amounts of by-products. These by-products form a promising source of feedstock, if they can be made available in an environmentally sound, socially acceptable, and profitable way. In this paper, both the potential available oil palm by-products and the criteria that have to be met for sustainable exploitation of these agro-industrial residual products will be assessed. International trade of palm oil by-products has aroused great interest because of its versatility as new bio-commodities.

□

## Residuos de aceite de palma

En el procesamiento de los frutos de palma de aceite hasta convertirlos en productos oleosos vegetales (aceite de palma crudo y palmiste), se pueden distinguir varios pasos (Figura 1) en los que también se generan grandes cantidades de subproductos. Además de los dos tipos de aceites, los residuos más importantes se resumen en la Tabla 1.

En este artículo no consideraremos el efluente de la planta de beneficio (POME), pues las posibilidades de desarrollar productos de valor agregado o comercializables, además del biogás y la recuperación de nutrientes, son limitadas.

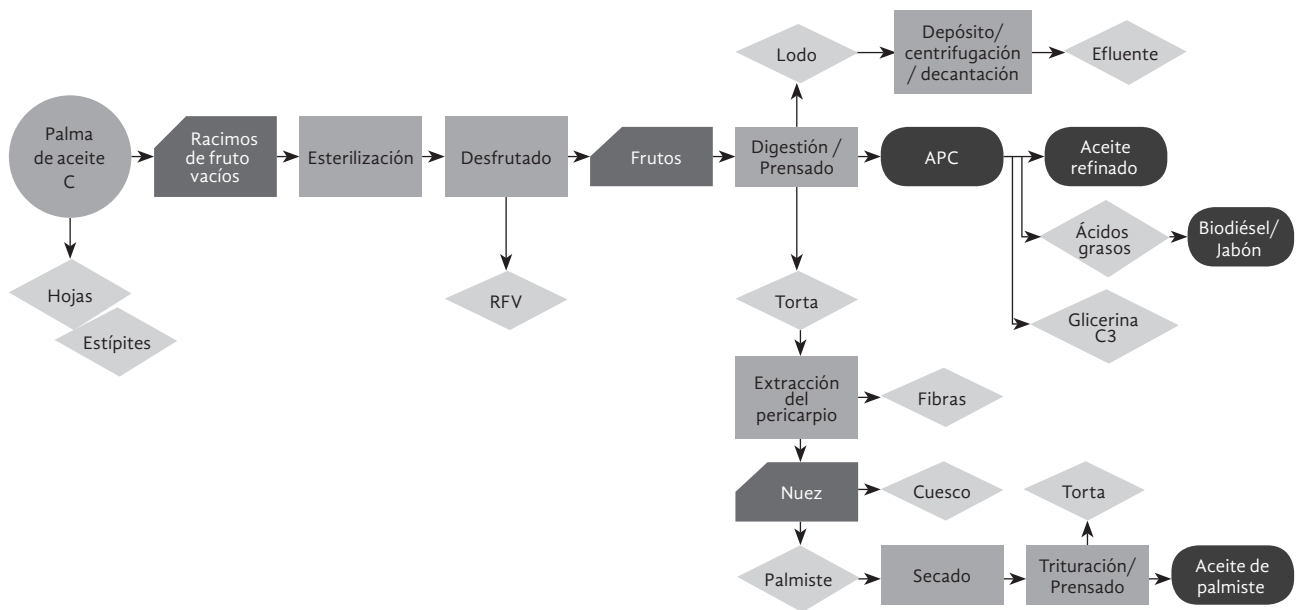
Los subproductos del campo son diferentes a los residuos liberados en la operación de las plantas de beneficio. En la cosecha se cortan las hojas de la palma para obtener los RFF (racimos de frutos frescos). Los estípites (troncos y raíces) se liberan cuando el terreno está preparado para replantar después de 20 a 30 años. En la

actualidad, estos residuos no se recuperan generalmente para darles un uso económico, además del compostaje para fertilización orgánica y como fuente de carbón.

En las plantas de beneficio, la primera gran fuente de biomasa son los racimos de fruto vacíos (RFV), cuando se desprenden los racimos de frutos frescos (RFF). Por cada tonelada de APC, se dispone aproximadamente de 350 kg de RFV (peso seco).

En el siguiente paso, el fruto es digerido y prensado para producir el aceite crudo, un lodo y una torta sólida. La torta contiene las fibras de mesocarpio y nuez (almendras + cuesco). Por lo común, las fibras se queman para generar energía de proceso (vapor). Las nueces se trituran para separar la almendra y cuesco. Asimismo, el cuesco se quema en su mayor parte y no encuentra otro mercado de valor agregado. Con el prensado de la almendra se produce la torta de palmiste (TP).

**Figura 1.** Esquema simplificado del procesamiento del aceite de palma.



**Tabla 1.** Lista de productos y subproductos de la palma de aceite a nivel de campo y de planta de beneficio.

Producto	Lugar	Tonelada (por tonelada de aceite crudo)	Millones de toneladas a nivel mundial
<b>Aceite de palma crudo (APC)</b>	<b>Planta de beneficio</b>	<b>1</b>	<b>50</b>
Aceite de palmiste (AP)	Planta de beneficio	0,10-0,15	5,0
Hojas de palma de aceite	Campo	1,65-2,0	85-100
Raíces, cada 20 a 30 años	Campo	0,87	44
Estípites, cada 20 a 30 años	Campo	0,4-0,67	20-35
Racimos de fruto vacíos	Planta de beneficio	0,32-0,42	16-21
Fibra	Planta de beneficio	0,32-0,5	16-25
Cuesco	Planta de beneficio	0,13-0,4	7-20
Efluente de planta de beneficio	Planta de beneficio	0,35-1,0	18-50
Torta de palmiste	Planta de beneficio	0,06	3

La composición detallada de APC, fibra, cuesco y TP se presenta en la Tabla 2.

## Racimos de fruto vacíos (RFV)

Los racimos de fruto vacíos (RFV) son los residuos fibrosos principales que se liberan en las plantas de beneficio

de aceite de palma (Figura 2). Se producen aproximadamente 20 millones de toneladas al año en el mundo. En Colombia hay 400.000 toneladas de RFV (cerca de 2 % de la producción mundial de aceite de palma) para agregarles valor. Los RFV son el subproducto más problemático y voluminoso de las plantas de beneficio y se han hecho muchos esfuerzos para desarrollar usos alternativos.

**Tabla 2.** Composición química de los residuos de aceite de palma (% dm).

	RFV	Fibra (mesocarpio)	Cuesco	TP
Celulosa ( $\alpha$ )	38,3 (37,9)	34,5 (39,5)	20,8 (20,5)	(35,7)
Hemicelulosa	35,3 (35,0)	31,8 (9,8)	22,7 (22,3)	(30,3)
Ara	1,5	1,7	0,6	0,9
Xil	63,0	48,9	63,4	4,3
Man	-	5,8	-	83,4
Glc	23,1	23,2	21,8	4,0
Gal	2,7	4,0	2,3	4,8
UA	9,6	16,5	13,7	3,1
Lignina (S/G)	22,1	25,7	50,7	-
klason	(22,9)	(32,8)	(49,9)	(15,6)
Soluble en ácido	(1,1)	(0,1)	(1,6)	(0,1)
Extractos	(2,7)	(8,6)	(4,7)	(11,7)
Ceniza	(1,5)	(9,3)	(1,0)	(6,7)
Mayor poder calórico	17,5-19,0 GJ/t	19,7 GJ/t	20,5-21,5 GJ/t	-
Menor poder calórico	6,4 GJ/t	13,0 GJ/t	15,1 GJ/t	-
Nutrientes				
N	0,7	0,3-1,4	0,3-0,6	-
K	0,08	0,07	0,01	-
P	2,37	1,18	0,15	-

Fuente: Elbersen *et al.*, 2013; García *et al.*, 2010; M. Shibata *et al.*, 2008; Dehue, 2006; Harimi *et al.*, 2005; Kelly-Yong *et al.*, 2007; Mohamed *et al.*, 2005; MPOB; Omar *et al.*, 2011.

**Figura 2.** Racimos de fruto vacíos secos.  
Fotografía: archivo Fedepalma



## Usos de valor agregado de los RFV

Los racimos de fruto vacíos (RFV) son una biomasa voluminosa, lignocelulósica y fibrosa, que a menudo se contamina con los residuos de los frutos oleosos removidos y tiene un alto contenido de humedad. No es factible lograr un uso de valor agregado de los RFV sin un tratamiento previo, y hay mucho interés en los métodos rentables de lavado, esterilizado, secado y refinamiento o compactación.

Debido a que los RFV abundan, tienen potencial como materia prima de biomasa en la producción de energía, neutra en CO<sub>2</sub>. Se han investigado varias tecnologías de biorrefinamiento y conversión termoquímica de los RFV para encontrarles una salida económica:

- Desmenuzado orgánico para suplementos de carbono para suelos, y retorno de nutrientes (K).
- Briquetas y *pellets* de RFV compactado para co-combustión.
- La pirólisis rápida (BTG) producirá un aceite de pirólisis con alta densidad de energía que se puede transportar y utilizar como alternativa al aceite crudo.
- *Torwash* (ECN) es un tratamiento previo para la biomasa con alto contenido de ceniza a fin de convertirla en *pellets* prensados con alto poder calórico para co-combustión.
- Producción de biocrudo por conversión hidrotérmica.

- Producción de biocarbón; se necesita eliminar el K y el Cl.
- Sustituto de musgo esfagnáceo como sustrato hortícola; se necesita eliminar el K y el Cl.
- Fuente de biomasa para biorrefinamiento en el bioetanol de segunda generación.
- Despulpado para la producción de pulpa de papel de celulosa.
- Compuestos de fibra.
- Procesos autocatalizados de biorrefinería para la disolución de celulosa.

La factibilidad de las diversas opciones depende de muchos factores como: los precios mundiales del petróleo crudo, los costos de inversión, la factibilidad de las operaciones a escala industrial, y de las materias primas y los mercados en competencia. Se presentará un análisis DOFA.

## Fibra de mesocarpio de aceite de palma

La mayoría de las fibras provenientes del aceite de palma se consumen en calderas para proporcionar energía para la operación de la planta de beneficio. Se producen aproximadamente 20 millones de toneladas al año en el mundo. En Colombia hay 400.000 toneladas de fibra de mesocarpio proveniente del aceite de palma (cerca de 2 % de la producción mundial del aceite de palma), que son de valor agregado cuando se ofrecen como combustible alternativo para calderas (Figura 3).



**Figura 3.** Fibra de mesocarpio proveniente del aceite de palma.  
Fotografía: archivo Fedepalma

## Usos de valor agregado para la fibra de mesocarpio

La fibra del mesocarpio proveniente del fruto de la palma es una biomasa voluminosa, lignocelulósica y fibrosa que queda de la torta del prensado de los frutos de palma. Las fibras que se separan de las nueces (extracción del pericarpio), aún están contaminadas con aceite residual.

En la actualidad, la práctica común es quemarlo en calderas de vapor para generar calor de proceso. Se ha prestado poca atención a su uso de valor agregado. Solo cuando se dispone de un combustible alternativo económico, estas fibras pueden encontrar nuevas salidas. Sin un tratamiento previo, no es factible un uso alternativo práctico y hay un interés por métodos rentables de extracción de aceite, lavado, secado y refinamiento o compactación.

Posibles tecnologías de biorrefinamiento y conversión termoquímica para encontrar salidas económicas alternas para la fibra de mesocarpio del aceite de palma:

- Desmenuzado orgánico para suplementos de carbono para suelos y para el retorno de nutrientes (K).
- Briquetas y *pellets* de fibra compactada para co-combustión.
- La pirólisis rápida (BTG) producirá un aceite de pirólisis con alta densidad de energía que se puede transportar y utilizar como alternativa al aceite crudo.

- *Torwash* (ECN), un tratamiento previo creado para la biomasa con alto contenido de ceniza a fin de convertirla en *pellets* prensados con alto poder calórico para co-combustión.
- Producción de biocrudo por conversión hidrotérmica.
- Fuente de biomasa para biorrefinamiento en bioetanol de segunda generación.
- Despulpado para la producción de pulpa de papel de celulosa.
- Compuestos de fibra.

## Cuesco de palma

El cuesco de palma tiene un valor agregado limitado. Se producen aproximadamente de 10 a 15 millones de toneladas al año en el mundo. En Colombia hay de 200.000 a 300.000 toneladas de cuesco disponibles para valor agregado (Figura 4).

## Usos de valor agregado del cuesco

El cuesco son partículas lignocelulósicas duras y compactas, que rodean las almendras de los frutos del aceite de palma. El cuesco se separa de la almendra en el proceso de producción de aceite de palmiste. En la actualidad, la práctica común es quemarlo como combustible en las calderas de vapor. Se ha prestado poca atención a su uso de valor agregado. Sin un tratamiento previo, no es factible un uso alternativo

**Figura 4.** Cuesco de palma.  
Fotografía: archivo Fedepalma.



práctico pero existe un interés por métodos rentables de extracción de aceite, lavado, secado y refinamiento o compactación.

Posibles tecnologías de biorrefinamiento y conversión termoquímica para salidas económicas alternas del cuesco de palma:

- Desmenuzado orgánico para suplementos de carbono para suelos.
- Carbón activado / carbón orgánico.
- La pirólisis rápida (BTG) que producirá un aceite de pirólisis con alta densidad de energía que se puede transportar y utilizar como alternativa al aceite crudo.
- Producción de biocrudo por conversión hidrotérmica.
- Agregado liviano para cementos.
- Relleno en diferentes compuestos.

## Torta de palmiste (TP)

La torta de palmiste es rica en polisacáridos no almidonados, principalmente  $\beta$ -mannan, que tienen un uso restringido. Se producen aproximadamente 3 millones de toneladas al año en el mundo. En Colombia hay 60.000 toneladas de torta de palmiste (cerca de 2 % de la producción mundial de aceite de palma) disponibles para valor agregado.

## Usos de valor agregado de la torta de palmiste

La torta de palmiste prensada se compone principalmente de carbohidratos de reserva y 15 % de proteínas. Por consiguiente, se usa principalmente en la elaboración de alimentos para animales (aves de corral y ganado vacuno). Se investiga su uso como materia prima para la producción de bioetanol. Hay otros usos de interés.

## Debate y conclusiones

La producción de calor y electricidad a partir de la biomasa ya se ha consolidado y tiene un mercado grande. El uso de la biomasa en combustibles para transporte y, en particular, en químicos, aporta un mayor valor y es un mercado en el que la biomasa goza

de una posición privilegiada. La demanda de biomasa sostenible está aumentando en Europa y será necesario importar grandes cantidades para satisfacerla. Los residuos de palma son una de las materias primas que pueden cubrir esta necesidad. Las preguntas que surgen son: ¿de qué manera se comercializará?, ¿a cuáles mercados atenderá?, ¿cuáles demandas técnicas y de sostenibilidad se definirán?

Se evaluó el aprovechamiento potencial de los subproductos de aceite de palma como fuente sostenible de biomasa mediante el análisis de la disponibilidad bruta de subproductos en Colombia. Posteriormente se identificaron los factores que determinan la disponibilidad de biomasa. Se realizó el siguiente análisis:

- Se llevó a cabo un inventario de los usos innovadores actuales, tanto llevados a la práctica como propuestos, de los productos y subproductos del aceite de palma, y se analizó su índice de utilización y eficiencia de uso.
- Se efectuó un análisis DOFA de los diversos métodos de elaboración de los subproductos de valor agregado.
- Se resumieron las limitaciones del uso de los subproductos de aceite de palma para energía y otras aplicaciones.
- Se calculó la producción general de los productos finales y subproductos logrando un balance de masa de la producción bruta de la biomasa.
- Se abordó la posibilidad de mejorar la sostenibilidad de la producción del aceite de palma mediante el aprovechamiento óptimo de los subproductos con fines energéticos y de otra índole.

En la cadena de producción de aceite de palma hay un excedente general de subproductos y el índice de utilización de estos subproductos es bajo, como en el caso particular del efluente de la planta de beneficio (POME) y de los racimos de fruto vacíos (RFV). El uso de POME para generar biogás y nutrientes afecta el uso de otros recursos de la biomasa para combustible. Así mismo, se puede mejorar la aplicación de otros subproductos de las plantas de beneficio. Por su parte, el mejor uso de los residuos de campo, hasta ahora, es eliminarlos como desmenuzado orgánico y fertilizante. La demanda internacional de recursos renovables de biomasa puede ser la solución a los problemas de

los subproductos contaminantes locales y, a su vez, pueden aumentar la rentabilidad. Esto se puede lograr mediante:

- Reciclaje equilibrado de nutrientes y carbono en el campo.
- Mejor eficiencia del consumo de combustible de las calderas en las plantas de beneficio.
- Suministro de los excedentes de energía para la red de electricidad local.
- Actividades económicas novedosas y generación de empleo a nivel local, mediante la conversión de los residuos de biomasa en productos de valor agregado.
- Comercialización de la biomasa.

□

## Referencias

Elbersen, H.W. *et al.*, (2013). NL Agency.

García, J. *et al.*, (2010). *Palmas*, 31. 2, 41-48.

Shibata, M. *et al.*, (2008). *J. Jap Inst Energy* 87.5, 383-388.