

# Aprovechamiento de los sub-productos de palma de aceite



The use of oil palm by-products

*EDUARDO DEL HIERRO SANTACRUZ\**

## RESUMEN

El aprovechamiento de los subproductos de la palma de aceite, empleando los conocimientos tecnológicos disponibles, puede traer beneficios económicos a las plantaciones. Los subproductos pueden ser del 70 al 74% del peso de los racimos. En la actualidad, los frondes se pierden, aunque se podrían utilizar mezclados con melaza y úrea como alimento del ganado vacuno. Los troncos tienen un contenido calórico de 4.500 kcal/kg y se pueden utilizar como leña. Se discute el valor calórico de las fibras, los cuescos, las tusas y las aguas lodosas. Se presentan otros usos para las tusas, incluyendo la producción de pulpa de papel y la obtención de alcohol etílico. Otros usos del cuesco, fuera del común como combustible, incluyen la destilación seca para la producción de carbón, gases de combustión y breas. También discute el uso de la torta de palmiste.

Palabras claves: Palma de aceite, Usos de subproductos.

## SUMMARY

The use of oil palm by-products, using the technology available, may be economically beneficial for plantations. The by-products can be between 70 and 74% of FFB weight. Currently, fronds are disposed of, but they could be used as cattle feed, mixed with urea and molasses. The stems have a calorie content of 4,500 Kcal/kg and can be used as lumber. Empty bunches have other uses, such as pulp for paper and ethyl alcohol. Other uses for the shell, apart from fuel, include dry distillation for carbon production, combustion gases and tars. The use of palm kernel cake is also discussed.

\* Ingeniero Químico. Asesor Industrial. Calle 17 No. 10-16 Ofc. 502. Santafé de Bogotá - Colombia.

El aprovechamiento de los sub-productos de la palma de aceite puede traer beneficios económicos a las plantaciones, si las condiciones de mercado permiten poner en práctica los conocimientos tecnológicos disponibles.

Los productos y sub-productos de la palma de aceite están constituidos por sustancias químicas orgánicas de origen vegetal que actualmente se denominan con el nombre genérico de biomasa. Si la extracción de aceite es del 20 al 25% y la extracción de almendra del 4 al 5%, los sub-productos del racimo son del 70 al 74% del peso de los racimos.

A continuación se va a dar atención a la biomasa contenida en los siguientes productos y sub-productos: frondas, troncos o estipes, aceite de palma contenido en el mesocarpio, tusas vacías, cuesco, fibras y sólidos contenidos en los efluentes líquidos lodosos.

Las frondas que actualmente se pierden y los troncos de las palmas viejas tienen un contenido calórico de 4.500 kcal/kg de materia seca. Los troncos se puede utilizar como leña para las cocinas domésticas campesinas, y las frondas picadas pueden utilizarse, como se usa a veces el cogollo verde de la caña de azúcar, mezcladas con melaza y urea para alimento del ganado vacuno. En este caso, el costo de la recolección y del procesamiento será factor fundamental en la viabilidad económica del uso de los troncos y de las hojas.

Para estudiar los sub-productos de los racimos de la palma de aceite es útil mirar tanto el balance de materia como el balance de energía correspondiente. Tomando como base 1.000 kg de racimos de fruta fresca se puede, en gracia de discusión, tomar los siguientes datos:

Racimos	1.000 kg
Racimos cocidos	900 kg
Tusas vacías	200kg
Aceite	220 kg
Fibras	130 kg
Cuescos	70 kg
Almendras	40 kg
Aguas lodosas y condensados de esterilización	700 kg

Obviamente, estos datos cambian de plantación a plantación dependiendo de las condiciones particulares de cada una. A estas cantidad de materia corresponden

los siguientes valores energéticos en referencia a 1.000 kg de racimos:

	Contenido de agua (%)	Materia seca (%)	Valor calorif. kcal/kg seco	Valor calorif. kcal
Tusas vacías	70	30	4.282	258.920
Aguas lodosas	95	5	4.070	142.450
Fibras	35	65	4.460	376.870
Cuescos	15	85	4.890	290.955
Almendras	10	90	7.000	252.000
Aceite	0,3	97,7	9.460	2.074.956

Estos valores corresponden al valor calorífico de combustión. Los contenidos caloríficos indican las posibilidades de utilización de la energía proveniente de la biomasa procedente de las plantaciones de palma de aceite.

El valor calorífico total de las tusas, las aguas lodosas, las fibras y los cuescos de 120.000 ha de palma de aceite, suponiendo un rendimiento de 20t de racimos/ha, equivale a 384.000 t de carbón/año.

Las tusas vacías tienen las siguientes posibles aplicaciones:

- Incinerarlas y utilizar las cenizas por su valor como fertilizante.
- Llevarlas al campo para que al descomponerse se incorporen al suelo.
- Escurrirlas para disminuir su contenido de agua y luego utilizarlas como combustible para generar vapor de agua adicional. Se podrían generar 270 kg de vapor al quemar las tusas provenientes de una tonelada de racimos.
- Utilizarlas como materia prima para la producción de pulpa de papel.
- Hacer hidrólisis de la celulosa de las tusas para utilizar los carbohidratos para procesos de bioquímica, por ejemplo, obtención de alcohol etílico.

Las aguas lodosas contienen sustancias químicas provenientes de los nutrientes y fertilizantes que se suministran a las palmas y que se concentran especialmente en las frutas. Según K.K Wong el contenido de nutrientes en los efluentes líquidos sin tratar es el siguiente:

Nitrógeno (N)	948 ppm
Fósforo (P)	154 ppm

Potasio (K)	1.958 ppm
Magnesio (Mg)	345 ppm

El contenido de nutrientes en la materia seca tiene los siguientes rangos: N 1,8-2,3%; P 0,5-0,9%, K 2,1-4,0% y Mg 0,8-1,5%. Esto equivale a muchos kilogramos de nutrientes por día.

Si se supone un área productiva de palma de aceite en Colombia de 120.000 ha, con un rendimiento de 20t de racimos/ha/año, el contenido de nutrientes de las aguas lodosas sería 1.680t de N, 672t de P y 2.520T de K.

Como las aguas lodosas provienen de la clarificación y de los estilizadores en donde han estado bajo temperaturas superiores a 80°C, estas aguas son biológicamente estériles y requieren de inoculación cuando se usan como medio de cultivo.

La cantidad de nutrientes contenidos en las aguas lodosas es suficiente para que ellas sean un medio de cultivo adecuado para bacterias anaerobias. Este hecho se aprovecha en el diseño de sistemas de tratamiento de efluentes.

Las aguas lodosas se pueden utilizar para generar biogas, aprovechando así parte de su valor calorífico. En condiciones normales se pueden obtener 20 m<sup>3</sup> de gas /t de racimos, el cual contiene 60% de metano y 40% de dióxido de carbono, aproximadamente. Además, este biogas contiene ácido sulfhídrico, el cual se debe remover si se trata de utilizar el biogas para generar potencia en un motor de explosión interna.

Si se supone una producción de 20 m<sup>3</sup> de biogas/t de racimos, una planta extractora de 20 t/h, trabajando 12 horas diarias, podría producir 4.800 m<sup>3</sup> de biogas/día. Esta cantidad de biogas puede suplir las necesidades de combustible doméstico para 2.400 familias.

En Malasia, los sólidos de las aguas lodosas efluentes de la extracción de aceite de palma se concentran y luego se secan con los gases de combustión de la caldera. El producto así obtenido se utiliza como

fertilizante y no es conveniente utilizarlo como componente de alimentos para animales por su alto contenido de cenizas.

El cuesco tiene un alto valor calorífico (4.890 kcal/kg seco) y puede ser usado como combustible doméstico en estufas diseñadas especialmente para aprovecharlo correctamente.

La destilación seca del cuesco es similar a la destilación seca de la madera, y produce carbón vegetal, gases combustibles, ácido piroleñoso y breas. En este sentido es una fuente interesante de productos químicos. El carbón vegetal del cuesco se puede activar para obtener carbón activo o se puede usar para fabricar briquetas combustibles. Los gases de combustión sirven de combustible industrial, las breas tienen aplicaciones industriales, y el ácido piroleñoso es fuente de productos químicos orgánicos.

Otra alternativa es gasificar el cuesco para producir gas combustible.

El cuesco equivalente a la producción de 120.000 ha de palma de aceite es aproximadamente de 168.000 t/año.

Si se desea usar el cuesco para fines industriales, tales como los descritos anteriormente, se puede recurrir a las tusas para la generación de vapor.

El uso de la torta del palmiste como base de alimentos para animales y el del aceite ácido, recuperado de él en jabonería son ampliamente conocidos.

Tanto el aceite de palma como sus sub-productos pueden ser usados para producir alimentos concentrados para animales; la fibra se puede usar cruda como celulosa pero no es fácil su hidrólisis por la producción de jabones al tratarla con soda cáustica; los sólidos

de los efluentes también se pueden usar para alimentos para el ganado cuando se separan en centrifugas decantadoras.

La fibra se puede usar para el mejoramiento de suelos que requieren materia orgánica adicional.

*La destilación  
seca del cuesco  
es similar a la  
destilación seca  
de la madera, y  
produce carbón  
vegetal, gases  
combustibles,  
ácido piroleñoso  
y breas.*

En Colombia, los sub-productos de la palma de aceite se utilizan sólo parcialmente. La fibra y el cuesco se utilizan para generar vapor de agua para proceso, el cual en algunas plantaciones se utiliza también para generar energía eléctrica. Si se toma como ejemplo una planta extractora de 20 t de racimos y se supone un consumo máximo de vapor de proceso de 600 kg/t de racimos y un consumo de energía eléctrica de 20 kWh/t, se encuentra que el valor calorífico de la fibra y del cuesco son suficientes para suplir a la planta de sus necesidades de vapor y de energía eléctrica. Según los datos anteriores, el valor calorífico en este caso es de 13.356.500 kcal/h, lo cual equivale a 14.000 kg de vapor/h, suponiendo una eficiencia de caldera del 65%. Si el vapor se genera a 20 atm se requieren 30 kg de vapor/kVh en turbinas de contrapresión a 3 atm. Con los 14.000 kg de vapor/h se pueden generar 467 kW. Se requieren únicamente 12.000 kg de vapor/h y 400 kW para una planta extractora de 20 t/h.

El análisis económico indicará si es mejor comprar calderas de baja presión para generar vapor y generar energía eléctrica con motores Diesel o comprarla a las empresas públicas del sector eléctrico, o por otra parte

generar vapor a alta presión y cogenerar energía eléctrica. El bajo costo de los combustibles líquidos en Colombia, tales como el ACPM, hacen que sea económicamente atractivo usar motogeneradores Diesel para energía eléctrica dados los altos costos de las calderas de alta presión y de los turbo generadores de vapor.

Análogamente, el bajo costo del ACPM y del gas natural hacen que no sea atractivo el uso del biogas para generar energía eléctrica.

A medida que el costo de los combustibles líquidos derivados del petróleo se acerquen a los precios vigentes en el mercado mundial, se hará más atractivo el uso de la biomasa producida por la palma de aceite para producir vapor y energía eléctrica, así como también biogas. Al aumentar el costo de la energía en Colombia cobrarán mucho valor los sub-productos de la palma de aceite por su valor calorífico y por su ubicación en diversas regiones del país.

En conclusión, será una decisión gerencial fundamentada en cálculos económicos cuál es el óptimo uso de los sub-productos de la palma de aceite.

## PANEL

P: ALEJANDRO YANE  
Palmonaga - Venezuela

Quería hacerle un pequeño comentario y dos preguntas. El comentario es el siguiente: nosotros estamos actualmente, y ya de hecho está operando, una caldera que aprovecha parte de los cuescos y de la fibra para generar vapor. Eso representa para el caso venezolano, aún teniendo un combustible bastante económico, un ahorro algo así como de 500.000 bolívares mensuales, lo que traduciendo a pesos, estaríamos hablando de \$4.000.000, una cifra bien significativa para el manejo de una plantación como la nuestra.

Los otros dos, eran un comentario o mejor dicho la pregunta: Si no existe la experiencia de utilizar las fibras aunque sea para la aplicación en el campo o bien sea para la elaboración de alimento balanceado para animales?

R/ Gracias. En relación a la primera observación, en Colombia utilizamos las fibras y los cuescos para generar vapor en todas las plantaciones, pero no utilizamos el vapor en todas las plantaciones para generar energía eléctrica.

En cuanto al uso de las fibras para alimentos concentrados, yo con mucho gusto le puedo dar una

referencia precisa de Malasia en la que están todos los detalles sobre esa utilización.

El problema, como lo advertí, es que la presencia de aceite evita que se pueda usar la ruta normal de hacer una hidrólisis básica con soda cáustica para hacer que la celulosa se rompa en sus cadenas y tengamos que romper los polisacáridos, para hacer que los sacáridos sean mucho más fácilmente digeribles por los animales. entonces, desafortunadamente la presencia del aceite hace que lo que se forme sea jabón; igualmente, si se hace ese tipo de tratamiento con soda y se continúa a un uso biológico,

habrá que tener bacterias que sean tolerantes a las concentraciones de jabón para poder trabajar, pero indudablemente se pueden utilizar las fibras en esa forma. Hoy se usan en las calderas porque son un muy buen combustible y tiene menos ceniza que el cuesco, y el residuo de las fibras en las calderas es menos problemático que el residuo del cuesco. En Colombia se utilizan en todas partes como combustible para generar vapor.

P/ O sea, se tiene un poco en el punto de la relación de alimento balanceado no? En Venezuela existe una pequeña experiencia, muy incipiente realmente, de un profesor universitario que retira parte de las fibras que nosotros tenemos en exceso porque como usted bien señalaba la producción de kilocalorías en los efluentes sólidos supera ampliamente las necesidades de la planta, entonces tenemos un problema de manejo de efluentes sólidos y dentro de ellos tenemos la fibra. Este profesor universitario lo que hace es utilizar la propia fibra en su estado natural sin someterla a ningún tipo de hidrólisis, mezclarla con cereales tales como sorgo o maíz, y un poco de melaza y, aprovechando que los animales rumiantes tienen la capacidad de procesar la fibra en su estado natural, agrega en sus formulaciones hasta un 10 o 12 % del total del pienso. Lo que quería saber es:

Hay alguna experiencia de ese tipo? y la otra que nos quedó pendiente de la pregunta anterior, ¿cómo utilizar la fibra para la aplicación en el campo, si hay alguna

experiencia aprovechando esa fibra tal como se hace con los raquis, con las tusas, si no se hace algo semejante con la fibra para el campo, con la plantación.

R/ Que yo sepa, en Colombia, a no ser que esté equivocado, no conozco el uso de la fibra en el campo, lo que pasa es que la fibra es muy fácil de quemar y la gente prefiere llevar el cuesco al campo.

En relación a la utilización de la fibra en piensos, como usted decía, la literatura malaya informa de 10 a 15 % máximo de utilización de fibra.

Hay otros sistemas para la utilización de la fibra; alguien muy ingenioso, aquí en la zona de Tumaco, utiliza la fibra con los lodos para hacer lombricultura, para criar lombrices, y parece que funciona bastante bien.

Comentario:

Bueno, ahora mismo en una plantación de los Llanos Orientales sí se están sacando aproximadamente 1,25 toneladas de desechos sólidos de la centrifugación trifásica de los efluentes; ese desecho se está esparciendo diariamente en las plantaciones y se está utilizando o por lo menos el ganado si lo utiliza esporádicamente como un suplemento alimenticio, aunque no se ha hecho un estudio concienzudo de la formulación o cómo se podría utilizar de una manera eficiente.

P: Germán Cala  
COTOSUR - Costa Rica.

Se trata de un comentario. Si se

logra generalizar la utilización de las tusas como energía y liberar el cuesco, en la industria petrolera y en la industria cementera están pagando muy bien por este cuesco. Claro que con inversiones muy bajas, se logra recuperar el aceite de la tusa y la utilización en energía.

Emilio Piedrahita  
Palmar Santa Helena  
Tumaco-Colombia (Comentario)

Más que una pregunta es un comentario: nosotros estamos en la zona de Tumaco y ya tenemos un tratamiento de efluentes en base a bio-digestores; ya estamos en la etapa de aplicar el bioabono en el terreno y aplicar el biogas como mezcla de combustible del ACPM, a una planta generadora de energía de 300 kilowatios.

Solamente quería expresar esto, porque considero que es muy importante para todos los presentes tener información de esto; lógicamente, nosotros estamos en la etapa inicial, hace un mes empezamos a aplicar el bioabono y solamente hemos hecho pruebas de la mezcla del biogas en la planta generadora con muy buenos resultados; nos ha trabajado en una mezcla de 60% de combustible con 40% de bio-gas, entonces, la idea es que por ahí en unos 2 o 3 meses que tengamos alguna información más precisa, podamos presentarle esta información a través de un artículo a CENIPALMA para que se pueda aprovechar.