

**DETERMINACIÓN DEL
PODER CALORÍFICO
DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
AGROINDUSTRIALES DE PALMA
DE ACEITE, COMO ALTERNATIVA
DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL
DEPARTAMENTO DEL CESAR**



Fecha de Ingreso: 15 de Julio/2013 -- **Fecha de Aceptación:** 30 de Julio/2013



DETERMINATION OF CALORIFIC VALUE OF THE
AGRO-INDUSTRIAL SOLID WASTE OF OIL PALM AS AN
ALTERNATIVE OF RENEWABLE ENERGY IN THE
DEPARTMENT OF CESAR

LUIS QUINTERO LOPEZ / lquintero34@areandina.edu.co

- ING AGROINDUSTRIAL DE LA UNIV POPULAR DEL CESAR
- ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
- DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA

KEIVIS ANETH CHIMÁ DELUQUE

kechima@areandina.edu.co
ESTUDIANTE DE INGENIERÍA DE MINAS
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA
VALLEDUPAR

RESUMEN

Para los países tropicales la palma africana o palma de aceite representa una alternativa de excelentes perspectivas para el futuro. En el proceso de beneficio de la palma de aceite se generan varios subproductos entre ellos encontramos lo más relevante como la tusa, la fibra, el cuesco, las cenizas obtenidas por la quema de fibras y cuesco en las calderas. El departamento del Cesar se encuentra ubicado en la zona norte de Colombia, se caracteriza por ser una región de tradición agrícola; el cultivo de la palma se viene realizando desde hace varios años como actividad económica de sustento para las principales empresas procesadoras de estas. Las plantas de beneficio desde sus inicio se han caracterizado por cumplir los parámetros de producir aceite vegetal para el comercio como tal, en los cuales se implementa una secuencia de procesos técnicos para brindar completos resultados en la obtención del producto final. Hoy en día el cultivo de palma es un negocio al referirse en lo económico pero a la vez es un problema ecológico en cuanto a los residuos que se obtienen mediante el proceso de beneficio; en muchas ocasiones estos residuos son despreciables sin aprovechar su potencial como materia prima en procesos alternos de conversión de energías.

Hoy por hoy abarcar el tema de aprovechamiento de estos residuos es primordial, un caso puntual es la cascara del fruto que contiene abundante poder calorífico y es utilizada en la generación de energía basada en fuentes renovables para generación eléctrica. En la determinación del poder calorífico, se tuvieron en cuenta investigaciones realizadas por el grupo de

investigación de Biomasa de la facultad de ingenierías de la universidad nacional de Colombia; estudios estadísticos de Fedepalma y Cenipalma, entre otros. Lo que se pretende con esta investigación, es que debe ser guiada hacia el aprovechamiento de propiedades energéticas entre ellas el poder calorífico, que ha sido una de las variables ampliamente estudiada para evaluar la calidad de energías a partir de la producción en Biomasa en el Departamento del Cesar. Además, el aprovechamiento de estos puede traer beneficios económicos a las plantaciones es decir que la puede mantener activamente en procesos de gasificación y combustión a base de residuos.

PALABRAS CLAVES

Energía, residuos, Poder Calorífico, combustible, Palma de aceite, impactos ambientales.

ABSTRACT

For tropical countries palm oil or palm oil is an alternative excellent prospect for the future. In the beneficiation process, various oil palm products among them we are as relevant as fiber, cobs and fart generated. Cesar department is located in the north of Colombia, it is characterized as a region of agricultural tradition; palm cultivation has been done for several years as an economic activity of livelihood for these major processing companies. Plants benefit from its beginning has been characterized by meeting the parameters of producing vegetable oil to trade as such, in which a sequence of technical process is implemented to provide complete results in obtaining the final product, Today cultivation Palm is a business referring economically

but also an ecological problem in terms of waste obtained by the process of benefit; often these residues are negligible untapped potential feedstock in alternate energy conversion processes. Today encompass the issue of exploitation of these wastes is paramount, a case is the shell of the fruit contains abundant calorific value and is used in power generation from renewable sources for electricity generation. In determining the calorific value were taken into account research conducted by the research group of Biomass engineering faculty of the National University of Colombia; Fedepalma statistical studies and Cenipalma, among others. The aim with this research is to be guided to the use of energy properties including calorific value, which has been one of the variables studied extensively to evaluate the quality of energy from biomass production in the Department Cesar. In addition, the use of these can bring economic benefits to the plantations is that can actively maintain combustion and gasification processes based waste.

KEYWORDS

Energy, Waste, Calorific Value, Fuel, Oil palm, Environmental Impacts.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el tema de averiguar nueva fuente de energía ha tomado gran importancia debido a problemas relacionados con el cambio climático y el relevante agotamiento de combustibles fósiles; el uso de residuos agroindustriales ha tenido gran acogida por ser una posible fuente renovable de energía. La palma de aceite una vez cosechada debe ser rápidamente procesada en las plantas de beneficio para evitar las pérdidas de ciertas propiedades. 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; de la biomasa generada se destaca el uso en un alto porcentaje de fibra y cuesco como combustible en para la producción de vapor y electricidad. (Eduardo Del Hierro Santa-cruz, 1993).

El departamento del Cesar ocupa el tercer puesto en cultivo de palma africana. (Fedepalma 2011). Según el autor Eduardo Del Hierro en el aprovechamiento de los residuos sólidos se discute el valor calorífico de las fibras, cuescos, tusas; los cuales en las industrias tiene otros usos y tratamientos que muestran la importancia del residuo sólido como fuente de energía renovable; este incluye la destilación seca del cuesco que es similar a la destilación seca de la madera y produce carbón vegetal y gases combustibles; el cuesco es de textura leñosa y dura al igual que la madera, los troncos poseen un alto contenido calorífico. El mismo autor dice que los contenidos caloríficos indican las posibilidades de utilización de energías provenientes de la biomasa.

La Palmicultura es uno de los sectores agrícolas que más desechos produce en el país, no desconociendo que Colombia es el primer país en América latina en la cosecha de palma africana ocupando el cuarto puesto a nivel mundial. Colombia es un país con poco desarrollo en energías renovables sabiendo que se caracteriza por una gran riqueza en residuos vegetales.

Se definen cuatro zonas palmeras en el país (Norte, Oriental, Occidental, Central) cada una de estas constituidas por plantas procesadoras y productoras de Biomasa, según estudios estadísticos de Fedepalma (Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite) el departamento del Cesar es una de las zonas palmeras con mayor productividad ocupando un 16% en el área sembrada del país y un 25% en la producción de aceite.

La transición energética se define como el proceso que conduce a sustituir las fuentes primarias de energías que son utilizadas en todo el mundo que por lo general son energías contaminadas y perjudicial. El proceso de transición debe dirigirse hacia un balance energético equilibrado, eficiente, diverso y favorable; y que mejor manera de optar por sustituir las fuentes energéticas que provienen de recursos fósiles por energías limpias.

El uso racional y adecuado de los residuos como fuente de energía debe ser guiado hacia el aprovechamiento de las propiedades energéticas, entre ellas encontramos el poder calorífico, que durante mucho tiempo ha sido una variable ampliamente estudiada en aspectos de producción de energía a partir de la biomasa.

En el año 2010 Cenipalma (Centro de investigaciones en palma de aceite) realizó un estudio en las plantas de beneficio de las diferentes zonas palmeras de Colombia, concluyendo que de la fibra total obtenida el 86% se utiliza como combustible en las calderas y 16% se dispone el restante como compostaje, que del cuesco total obtenido el 67% se utiliza como combustible en las calderas el 16% se dispone para la venta a otras industrias como combustibles 5% es utilizado en compostaje, 7% como acondicionamiento en las vías de las plantaciones y el 5% en otros usos. Se pretende determinar el poder calorífico de los residuos sólidos de la palma de aceite en las calderas para la producción de energías renovables en el departamento del Cesar; esto con el fin de saber con exactitud que tanto poder calorífico se está necesitando o desperdiciando en las calderas al momento de utilizar la fibra o cuesco como combustible, es decir si están utilizando la cantidad necesaria o no.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este proyecto se desarrolló inicialmente a partir de una revisión bibliográfica o referentes teóricos basado en el DANE

(Departamento Nacional de estadística), IGAC (Instituto Geográfico de Agustín Codazzi), UPME (Unidad de Planeación minero energético), FEDEPALMA (Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite), CENIPALMA (Centro de investigaciones en palma de aceite), Universidad Nacional de Colombia (facultad de ingeniería- Grupo de investigación en Biomasa).



Imagen 1. (Palma Africana).

Lo primero que se tuvo en cuenta fue el diagnóstico de la disposición de los residuos sólidos generados en el procesamiento de la palma africana en el departamento del Cesar; que hoy en día cuenta con 6 plantas principales en la zona norte del departamento.



Imagen 2. (Fruto de la palma de Aceite).



Imagen 3. (Sub-producto de Fibra).



Imagen 4. (Sub- producto del Cuesco).



Imagen 5. (Subproducto de la Fibra).

Luego de obtener el diagnóstico se procedió a realizar una toma de muestra de cada una de la biomasa generada en este proceso (Tusa, Fibra y Cuesco) para la Caracterización por medio de análisis próximo y último el poder calorífico producido por residuos sólidos como la tusa, el cuesco y la fibra.

La biomasa es una solución que contribuye a cubrir necesidades energéticas de una forma sostenible. La biomasa es toda aquella fracción biodegradable de los productos, los desechos y los residuos procedentes de la agricultura. Por sus características físico-químicas y caloríficas, la biomasa puede ser una materia prima para la producción de energía (calor y electricidad), de biocombustibles y de productos químicos alternativos a los producidos a partir recursos no-renovables (petróleo, gas y carbón). También se puede definir como el conjunto de la materia orgánica, de origen vegetal o animal, incluyéndose específicamente, los residuos procedentes de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales. (Jorge Eduardo E).



Mapa mental 1. (Caracterización de la biomasa)

Los compuestos volátiles, con presencia de dióxido de carbono, monóxido de carbono e hidrógeno, son los que concentran una gran parte del poder calorífico de la biomasa. Su poder calorífico depende mucho del tipo de biomasa considerada y de su contenido de humedad.

Estas características, junto con el bajo contenido en azufre, la convierten en un producto especialmente atractivo para ser aprovechado energéticamente.

A través de la caracterización de la biomasa se hace una combustión completa de ella. ¿Cómo se hace esa combustión? A partir de medición de algunas variables como lo son: temperatura, humedad, cantidad de oxígeno, en el mapa mental 1 se explica cómo es el estudio completo de esta. Es importante destacar también el aspecto ambiental de la biomasa. Su aprovechamiento energético no contribuye a aumentar el efecto invernadero ya que el balance de emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera es neutro.

En efecto, el dióxido de carbono generado en la combustión de la biomasa es reabsorbido mediante la fotosíntesis en el crecimiento de las plantas necesarias para su producción y, por tanto, no incrementa la cantidad de CO₂ presente en la atmósfera. Por el contrario, en el caso de los combustibles fósiles, el carbono que se libera a la atmósfera es el que se ha fijado en la tierra durante miles de años (Jorge Eduardo Escerre). La biomasa puede transformarse en diferentes formas de energías:

1. **Calor y Vapor:** se genera vapor y calor mediante la combustión de Biomasa.
2. **Combustible gaseoso:** biogás producido en proceso de gasificación que puede ser usado en motores de combustión interna.
3. **Biocombustibles:** Biodiesel.
4. **Electricidad:** Energía eléctrica para disminuir el CO₂.

Según estudios de la Universidad Nacional de Colombia en la facultad de ingenierías, hay un grupo de investigación de Biomasa el cual se basan en estudios estadísticos donde concluye los porcentajes que se necesitan para que exista una caracterización completa de la biomasa como se puede observar en la tabla 1 y el gráfico 1.

Contenido de humedad	w	5 – 15%
Contenido de Cenizas	a	1 – 6%
Material Volátil	M.V.	75–95%

Tabla 1. (Rangos de Análisis Próximos para un óptimo poder calorífico)

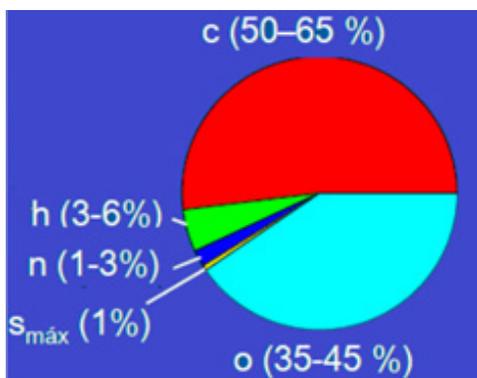


Gráfico 1. (Rango de Análisis Últimos o elemental para un óptimo poder calorífico).

Luego de la obtención de estos estudios se procede a identificar las potencialidades de aprovechamiento energético de los residuos sólidos como fuente de energías renovables. Es decir aprovechar la combustión de la biomasa residual del Cuesco de palma para cuantificar el potencial

del recurso de energías renovables para generación eléctrica en las plantaciones de Palma en el departamento del Cesar. Se logró identificar el potencial energético mediante el Atlas de Biomasa de Colombia; se buscó la información por la zona norte palmera del país y el tipo de residuo.

RESULTADOS

De acuerdo al desarrollo metodológico del proyecto en curso y a las experiencias de campo que se han logrado desarrollar hasta el momento, encontramos los siguientes resultados:

- El proceso de extracción de aceite crudo de palma genera subproductos como son el raquis de palma, la fibra, el cuesco, lodos de piscinas de oxidación y cenizas; los cuales los tres primeros son residuos sólidos aprovechables si son manejados adecuadamente, ya que son una fuente potencial de ingresos para las plantas y resuelven un problema ambiental de disposición de los mismos.
- Del mismo modo, se realizó un análisis de la importancia económica de residuos con producciones destacadas en cantidad, se obtuvo una base de datos de plantas productora de residuos de palma de aceite, seleccionadas a través del impacto que tienen en la región y por la cantidad de subproductos que proveen, así como la disposición para los diferentes fines que tienen establecidos en cada una de las empresas.

Para esto se tomó información bibliográfica de publicaciones recientes y además se diseñó una encuesta para obtención de información de residuos o subproductos sólidos agroindustriales que pueden tener potencial para uso energético. En la tabla 2 se observa las 6 plantas principales procesadoras de palma africana en el departamento del Cesar donde el municipio de Codazzi es el mayor productor de estas, además se encuentra la empresa procesadora más grande del departamento que es OLEOFLORES S.A.

NOMBRE DE LA EMPRESA	MUNICIPIO
OLEOFLORES S.A.	CODAZZI
EXTRACTORA SICARARE S.A.S.	CODAZZI
PALMAS OLEAGINOSAS DEL CASACARÁ LTDA.	CODAZZI
PALMERAS DE LA COSTA S.A.	EL COPEY
EXTRACTORA PALMARIGUANI S.A.	BOSCONIA
PALMAAGRO S.A.	EL PASO

Tabla 2. (Plantas procesadoras de palma africana en el departamento del Cesar).

• De estos subproductos se destaca la utilización de un alto porcentaje de fibra y cuesco como combustible en la caldera para producción de energía térmica. Pero en el análisis realizado en la zona en las empresas se destaca que solo una pequeña parte de estas está utilizando esta biomasa para producción de energía renovable, ya que no cuentan con los estudios ni con los diseños de caldera necesarios para proveer energía térmica de estos subproductos. Es importante definir que esto es un excelente punto de partida para recoger la información de la caracterización de cada uno de estos subproductos y definir el mejor aprovechamiento que se le puede dar. De la misma manera la tusa se envía al campo como acondicionador del suelo en plantaciones de palma de aceite, según estudios realizados por Cenipalma en años anteriores.

De las empresas en la zona de estudio, se puede definir que solo un pequeño porcentaje está apostando por la utilización o cogeneración de biomasa como generador de energía térmica, lo que nos indica que se debe profundizar mucho más en la investigación para determinar los usos y aprovechamientos potenciales que ge-

neren un mayor beneficio para las organizaciones y de igual forma ayuden al medio ambiente que los rodea, ya que con la utilización de biomasa está demostrado bibliográficamente que se pueden generar muchas menos emisiones de gases contaminantes. Los resultados obtenidos muestran que cerca de 150.000 ton anuales de biomasa (como se muestra en la tabla 5) en la zona de estudio están disponibles para formular alternativas de aprovechamiento diferentes a las actuales, lo que muestra que la oportunidad de negocio para incursionar en productos de mayor valor agregado es una realidad para el sector palmero. (García, 2010).

En las tablas 3 y 4 se observa estudios de poder calorífico mediante los análisis próximos y últimos obtenidos de la Universidad Nacional de Colombia.

Residuo	Humedad	M.V.	Ceniza	PC
Cuesco de Palma	11.2	79	1.7	22.2
Fibra de Palma	5.2	79	5.2	18.4

Tabla 3. (Poder calorífico de los residuos de la Palma Africana).

Residuo	C(%)	H(%)	N(%)	O(%)
Cuesco de Palma	52.8	5.7	< 1	40.5
Fibra de Palma	48.7	6.3	< 1	44.4

Tabla 4. (Análisis elemental o últimos de los residuos de la Palma Africana).

Cultivo	Producción (t/año)	Tipo de residuo	Origen del residuo	Factor del residuo (t residuo/t producto principal)	Masa de residuo (t/año)	Potencial energético (TJ/año)
Palma Africana	155.449	Cuesco	RAI	0,22	34.199	475,239
		Fibra		0,63	97.933	1215,008
		Raquis de Palma		1,06	164.776	1177,487

Tabla 5. (Potencial energético de la Palma Africana en el departamento de Cesar).

El potencial energético que presenta el departamento de Cesar está alrededor de 2857,784 TJ/año; el cual puede ser aprovechable en procesos alternos de energías limpias.

De los residuos de Biomasa, el que tiene mayor potencial es la Fibra, y que este re-

presenta alrededor del 40% del residuo energético. Es evidente que esta energía podría ser aprovechada en la generación de energía térmica o de igual forma ayudar con los requerimientos energéticos de la planta extractora de palma.

CONCLUSIONES

Del proyecto desarrollo se puede concluir:

1. La biomasa debe someterse a varios procesos para ser utilizada como fuente de energía, la finalidad de estos procesos es la transformación de la energía acumulada en forma de carbono e hidrógeno en combustibles sólidos, gaseosos o directamente en electricidad.
2. La gasificación es la técnica eficaz para reducir el volumen de residuos sólidos y recuperar su energía, convirtiéndose en la vía más adecuada para la obtención de energía eléctrica y térmica en el marco del desarrollo sostenible.
3. Brazil es el mayor productor de carbón vegetal en el mundo con un 45% de peso de biomasa; y porque Colombia no puede serlo si cuenta con un 41% en peso de biomasa con un volumen alrededor de 60.000 toneladas de biomasa anualmente.
4. Las plantas de beneficio por lo general son más productoras de biomasa que de aceite.
5. La conversión del carbón vegetal trae como principal ventaja sobre el carbón fósil que prácticamente no contiene azufre o mercurio y bajas concentraciones de nitrógeno y cenizas. Estas propiedades lo hacen atractivo para aplicaciones de gasificación y combustión.

RECOMENDACIONES

El proyecto de aprovechar los residuos sólidos de la palma africana va encaminado hacia la conservación del medio ambiente remediando ciertos factores como la disminución de los gases de efecto invernadero emitidos por combustibles fósiles que pueden llegar a ser sustituido

por energías limpias como es el caso de la biomasa.

Una de las medidas más inmediatas para la conservación de la biomasa es aprovechar estos residuos pertenecientes a la zona norte del departamento del Cesar que en muchas ocasiones son desechables no desconociendo su utilización de manera apropiada para la generación de energía renovable.

Se requiere mayor interés y preocupación por el tema de generar energías limpias pues, la mayoría de las energías que utilizamos proviene de combustibles fósiles y hoy por hoy nadie hace algo por la conservación del ambiente.

Es necesario capacitar a los empleados de las diferentes plantas de beneficios, para que manejen una adecuada gestión ambiental, y qué mejor manera de hacerlo que comenzar por aprovechar estos residuos, además esto traería beneficios económicos a las plantaciones; también los residuos podrían tener un valor económico al momento de generar energía verde. Si se llega a avanzar en procesos de conversión de energías limpias se podría obtener un CER (Certificado de emisiones reducidas) por las naciones unidas, lo cual sería una fortaleza a nivel mundial y ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Del Hierro, E; (1993). Aprovechamiento de los sub-productos de palma de aceite.

Escalante Hernández, H. (2010).

Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia. [Bogotá]: Unidad de Planeación Minero Energética : Instituto de Hidrología,

Meteorología y Estudios Ambientales : Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias : Universidad Industrial de Santander.

Esquerre, J.E. (2009). Calderas de bioma-

sa de uso doméstico.

Fedepalma. (2009- 2013). Estadísticas de la palma de aceite en Colombia.

Forero, C. (2012). Estudio preliminar del potencial energético de hueso de palma y Cáscara de coco en Colombia.

García, J; Cárdenas, M. (2010) Generación y uso de biomasa en plantas de beneficio de palma de aceite en Colombia.

García, J.A.; Cárdenas, M.M.; Yáñez, E.E. (2010). Gen y uso de biomasa en plantas de beneficio de palma de aceite en COL.

IDAE (2007). Plan de Energías Renovables 2011- 2020. - IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Recuperado de <http://www.idae.es/index.php/id.670/relmenu.303/mod.pags/mem.detalle>.

Lezcano, D. (2011). Estudio exergético para identificar y evaluar potencialidades en energías renovables en el territorio colombiano, para planeamiento energético en periodos futuros. Universidad Nacional de Colombia Facultad de minas. Medellín, Colombia.

Ramírez, N. et al. (2011). Caracterización y manejo de subproductos del beneficio del fruto de palma de aceite. Centro de Investigación en Palma de Aceite – Cenipalma, Bogotá.

Universidad Nacional de Colombia. (2009). Generación Energética a partir de Biomasa Residual Colombiana.

Vargas, D; García, J; Cuellar, M. (2011). Cogeneración con biomasa de palma de Aceite en el sistema eléctrico colombiano: barreras, perspectivas y oportunidades.