

## Proyectando la cadena de valor de la palma de aceite dando valor agregado a sus productos y subproductos\*

### Projecting Oil Palm Value Chain by Adding Value to its Products and Sub-products

\* Este documento fue elaborado con aportes de Ivonne Briceño Álvarez, Analista de Promoción del Valor Agregado de Fedepalma

FEDEPALMA

El objetivo esencial de la Unidad de Gestión Comercial Estratégica de Fedepalma es optimizar la rentabilidad palmera. Desde esta perspectiva, el Área de Promoción de Valor Agregado busca generar ingresos adicionales al sector mediante propuestas de nuevos usos y nuevos productos, a partir de los productos y subproductos del procesamiento del fruto de la palma de aceite. Así, el área en mención desarrolla nuevas aplicaciones para los aceites de palma y los subproductos de la extracción de los aceites y además propone tecnologías y procesos para la obtención de productos con alto valor agregado.

Durante los eventos llevados a cabo en el XLV Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, el

Área de Promoción de Valor Agregado entregó a los palmicultores los avances de los siguientes proyectos del área:

### Modelo de generación de energía eléctrica desde las plantas de beneficio

Fedepalma ha participado activamente entregando comentarios a los proyectos de Resolución de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). En el marco de la reglamentación de la Ley 1715 de 2014,

se consiguió que dicha normativa incluya las mejores oportunidades para la agroindustria palmera y que en la lista de equipos, materiales y servicios a los que aplican los incentivos tributarios de la Ley se incluyeran los equipos requeridos por la agroindustria para la generación de energía renovable.

El Área de Promoción de Valor Agregado realizó la entrega de la cartilla “Procedimientos e incentivos para la generación y venta de energía eléctrica renovable de la agroindustria de palma en Colombia”, en la cual se encuentran los resultados del modelo financiero de generación de energía al aplicar

los incentivos tributarios de la Ley 1715 descritos en la Figura 1.

De los procedimientos, se resalta la importancia de registrar el proyecto de generación ante la UPME para posteriormente poder aplicar a los incentivos tributarios de ley; así mismo, se destaca que el proyecto se puede registrar durante la ejecución de cualquier fase (prefactibilidad, factibilidad, diseños definitivos, etc.), lo que permitirá acceder a incentivos para actividades de pre-inversión, tales como estudios de consultoría, y para actividades de inversión como la compra de equipos de generación de energía.

**Figura 1.** Descripción incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014.



Los resultados del modelo financiero elaborado tras la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 a nivel de prefactibilidad, se presentan con los indicadores tasa interna de retorno (TIR), valor presente neto (VPN), periodo de retorno de la inversión (*Pay back period*) e ingresos anuales pro-

medio. Los resultados obedecen a tres alternativas evaluadas: en la primera, el inversionista aporta todo el capital al proyecto; en las otras dos se toman préstamos que obedecen a las condiciones de financiación indicadas, por 30 y 70 % del CAPEX, respectivamente.

#### Supuestos técnicos

Planta de beneficio de fruto de palma de aceite con capacidad de 30 t RFF/h
Conectada al Sistema Interconectado Nacional (SIN)
Horas de operación anual: 4.800
Horas de generación biogás: 7.000
Biomasa para combustión: Fibra = 11,6 % RFF, Cuesco = 7,1 % RFF
Conversión RFF a biogás: 22 m <sup>3</sup> /ton RFF
Caldera con presión de trabajo de 40 bar
Eficiencia de caldera: 74,5 %
Eficiencia de turbogenerador: 75 %
Eficiencia motogenerador: 65 %
Excedentes de potencia para la venta: 3,69 MW
Excedentes de energía eléctrica para venta: 20.640 MWh

#### Supuestos financieros

Flujo de caja incremental
Vida útil del proyecto: 15 años
Precio de compra de energía: 340 COP / kWh
Precio de venta de energía: 170 COP / kWh
Incremento anual del precio de compra y venta de energía: 3 %
Tasa de oportunidad inversionista: 12 %
TRM: 3.010
Modelo en pesos colombianos

#### CAPEX aplicando incentivos tributarios

<b>Área de generación de vapor</b>	
Caldera (40 bar (a) – 23.000 kg vapor /h)	\$ 10.658 MM
Mediciones de eficiencia energética	\$ 10 MM
<b>Área de generación de energía</b>	
Turbina extracción – condensación (3,12 MW)	\$ 6.666 MM
Mediciones de eficiencia energética	\$ 40 MM
<b>Área de generación de biogás</b>	
Generación de biogás desde piscinas hasta entrada motor	\$ 5.268 MM
Motogenerador (1,4 MW)	\$ 3.035 MM
<b>Conexión a la red</b>	
Subestación (3,7 MW)	\$ 404 MM
Cable hasta la red ( 3 km)	\$ 195 MM
Costo de conexión a la red	\$ 561 MM
<b>Total CAPEX</b>	<b>COP 26.837 MM</b>

### Ingresos primer año

Venta de energía	\$ 3.614 MM
Ahorro en la compra de energía	\$ 945 MM
Total ingresos primer año	\$ 4.559 MM

### OPEX primer año

Cargo de respaldo a la red	\$ 27 MM
Total mano de obra	\$ 133 MM
Total mantenimiento	\$ 387 MM
Total OPEX primer año	\$ 547 MM

### Condiciones de financiación

Tasa de interés del préstamo	11,25 % E.A.
Plazo del préstamo	10 años
Tiempo de gracia	2 años

### Resultados

	Sin financiación	Financiación 30 %	Financiación 70 %
TIR	12,83 %	13,45 %	13,96 %
VPN (COP)	1.113 MM	2.257 MM	3.408 MM
Periodo de retorno de la inversión	7 años	7 años	7 años
Ingresos Anuales Promedio (COP)	4.254 MM	4.353 MM	4.448 MM

La aplicación de los incentivos tributarios a la estimación financiera del proyecto de generación de energía da como resultado tasas de retorno mayores a la tasa de oportunidad, VPN positivos en los tres escenarios de financiación y un tiempo de retorno de la inversión de 7 años.

## Nuevos usos y mercados de los aceites de palma en la fabricación de mezclas asfálticas tibias

A partir de 2014, año en el que Fedepalma tiene conocimiento de la tesis de maestría “Diseño y producción de mezclas asfálticas tibias, a partir de la mezcla asfalto y aceite crudo de palma”, desarrollada a nivel de laboratorio por Conrado Lopera y Jorge Eliécer Córdoba Maquilón en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, se realizaron contactos con la universidad y con la Corporación para la investigación y el desarrollo en asfaltos CORASFALTOS. Dando continuidad a la tesis de maestría, Fedepalma contrató el diseño y

caracterización de mezcla asfáltica tibia aditivada con aceite crudo de palma en CORASFALTOS.

La mezcla asfáltica tibia es un material para construcción de pavimentos compuesto por asfalto y agregados pétreos minerales que, generalmente, son una mezcla de agregado grueso, fino y llenante mineral; el asfalto actúa como aglutinador de estos formando una masa cohesiva, ideal para construir carpetas de rodaduras.

Los procesos de mezclado y compactación de las mezclas asfálticas actualmente se realizan a temperaturas elevadas, la temperatura de mezcla en planta está entre 150 y 200 °C y la de compactación en la aplicación de carpetas de rodaduras entre 130 y 150 °C, razón por la que se llaman mezclas asfálticas calientes. El asfalto y los agregados se calientan para garantizar una viscosidad adecuada del asfalto capaz de cubrir las partículas de agregado, lo cual optimiza el desempeño del pavimento, estos procedimientos emiten gases contaminantes que ocasionan graves daños ambientales.

Desde los años noventa, la industria de pavimentos a nivel mundial ha desarrollado técnicas que permiten disminuir las temperaturas de mezclado y aplicación de las mezclas asfálticas, lo que resulta en menores emisiones de gases contaminantes, mejores condiciones de trabajo para los operadores y reducción en el consumo de energía, tanto en la fabricación de la mezcla como en las operaciones de colocación del pavimento, estas son las llamadas mezclas asfálticas tibias con el mismo desempeño que las mezclas calientes.

Se utilizan diversas técnicas para reducir la viscosidad del asfalto, permitiendo recubrimiento completo de los agregados y posterior compactación de la mezcla a temperaturas bajas. Las técnicas para producir mezclas asfálticas tibias pueden clasificarse según el tipo de aditivo que se aplique para modificar la viscosidad del asfalto, los más comunes son: aditivos orgánicos, aditivos químicos y espumas. La Figura 1 muestra la clasificación de las mezclas por rangos de temperatura.

En el laboratorio de CORASFALTOS se realizó la caracterización de asfalto 60 -70, agregados pétreos y diseño Marshall. Se realizaron pruebas de susceptibilidad a la humedad, deformación plástica y resistencia a la fatiga de la mezcla asfáltica aditivada al 1,0 % con aceite crudo de palma. La mezcla mostró resistencia satisfactoria al daño por humedad, la velocidad de deformación plástica se mantiene dentro de los límites establecidos por INVIAS y los resultados de resistencia a la fatiga indican que la

mezcla asfáltica aditivada con aceite de palma aseguran una vida a la fatiga mayor que para la mezcla convencional.

En el año 2016 la empresa pavimentadora CONASFALTOS ingresó al proyecto y de esta forma en el mes de octubre el esfuerzo conjunto entre Fedepalma, CORASFALTOS, CONASFALTOS y la Universidad Nacional permitieron la realización de dos tramos de prueba con la mezcla asfáltica aditivada al 1,0 % con aceite de palma en el municipio de Sabaneta, Antioquia. La mezcla fue aplicada en dos tramos de 100 y 90 metros de longitud, 7 y 5 metros de ancho, 75 y 60 mm de espesor respectivamente, vías de tráfico medio.

Los materiales utilizados en la realización de los tramos de prueba son:

**Materiales**





**Aceite de Palma crudo**

- % AGL o % acidez: 2,40 %
- % HUmidad: 0,06 %
- % Impurezas: 0,022 %

**Agregados Pétreos**

Los agregados provinieron de la fuente Bello de Conasfaltos S.A.

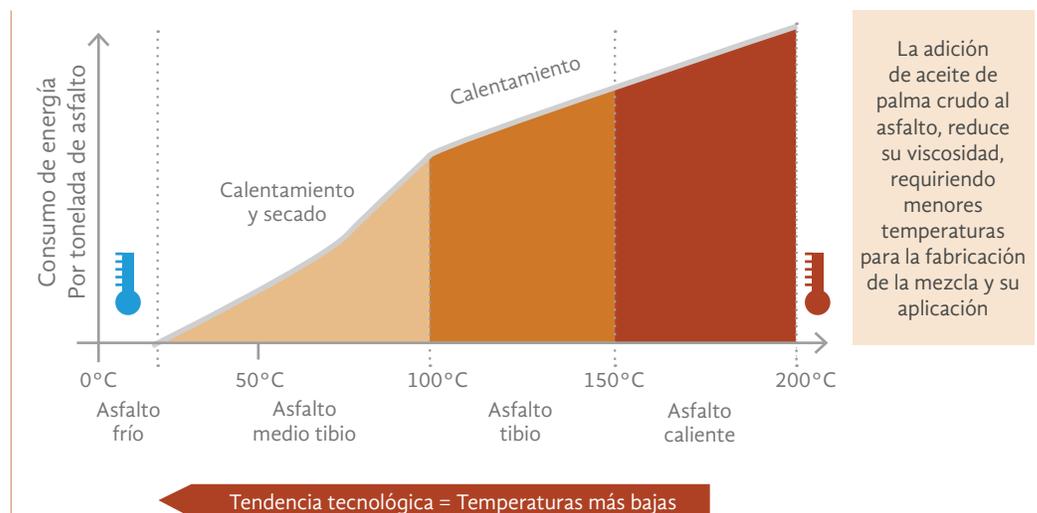
- Desgaste 500 rev: 23 %
- Desgaste 100 rev: 4 %
- Caras fracturadas: 96 %

**Asfalto 60/70**

- Viscosidad: 60°C: 3150 P
- Penetración: 54(t/10 mm)
- Punto de ablandamiento: 49°C
- El asfalto fue modificado con: 1 % de aceite crudo de palma y 2 % de Gilsonita

**Figura 1.** Clasificación de mezclas asfálticas por rango de temperatura.

Fuente: European Asphalt Pavement Association (2014).

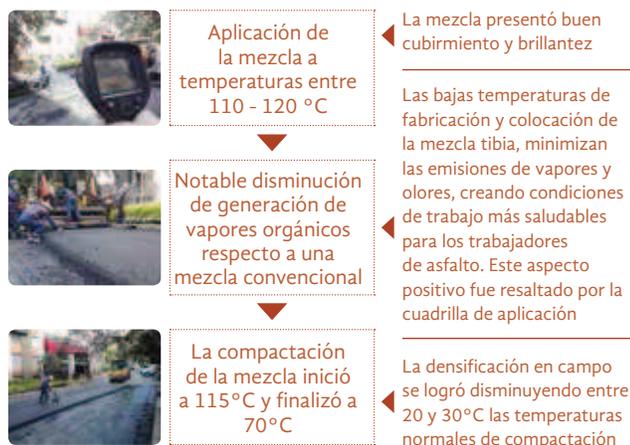


La fabricación y aplicación de la mezcla asfáltica aditivada al 1,0 % con aceite crudo de palma se realizaron obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

### Fabricación de la mezcla asfáltica aditivada al 1,0 % con aceite crudo de palma



### Aplicación de la mezcla asfáltica aditivada en dos tramos de prueba



### Primer seguimiento a la pavimentación (Evaluación tras 7 meses de aplicación)



Después de 7 meses de aplicación de la mezcla se realizó el primer seguimiento a la pavimentación, a continuación se muestran las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

Fedepalma dio a conocer a los asistentes que los tramos de prueba siguen en observación, dada la recomendación del Subdirector de Estudios e Innovación de INVIAS, quien solicitó documentar seguimientos a los tramos por cuatro años.

### Nuevos ingresos a partir del uso de otros productos de la palma de aceite en la alimentación de bovinos

La torta de Palmiste y el POME (Palm Oil Mill Effluent) son subproductos de la extracción de los aceites de palma. Con el objetivo de dar valor agregado a estos productos, Fedepalma realizó una alianza con CORPOICA

y la empresa Palmar del Llano para contribuir al mejoramiento de la respuesta productiva de la ganadería de ceba en pastoreo, la cual pueda ser replicable en las regiones en las que la palmicultura y la ganadería se encuentran presentes, por medio de la utilización de estos subproductos como suplemento en la alimentación de bovinos.

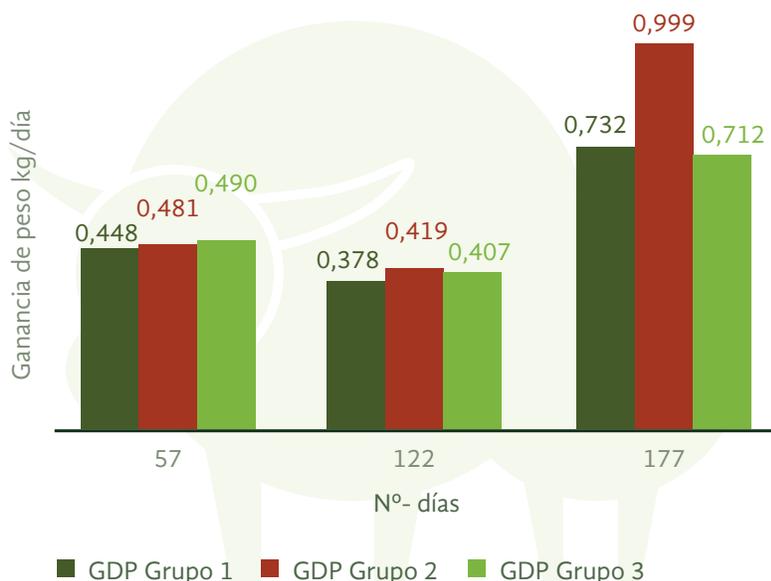
El experimento contempla tres grupos de 50 novillos de edad similar que iniciaron con un peso promedio de 350 kilogramos. Cada grupo tiene una dieta

diferente, tal como se indica a continuación. Se realiza la evaluación de la respuesta animal a las dietas pesando periódicamente los bovinos y calculando la ganancia de peso obtenida (GDP) en kilogramos por día.

Los resultados de las tres primeras evaluaciones de peso muestran que los grupos 2 y 3, los cuales son alimentados con POME, han obtenido las mayores ganancias de peso, resaltando que el grupo 2, que solo se alimenta con POME, es el que reporta mayores ganancias (Figura 2).



**Figura 2.** Resultados preliminares de las pruebas de alimentación de bovinos utilizando subproductos de la extracción de aceites de palma.



El experimento empezó en noviembre de 2016. Los resultados indican que durante la época de bajas lluvias o sequía los animales mantienen incremento de peso el cual se acentúa a los 177 días del experimento con el inicio de la época de lluvias. El experimento continúa hasta que los animales alcancen el peso de sacrificio en el mes de agosto de 2017.

## Conclusiones

La aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 reduce 17 % la inversión inicial requerida para el proyecto de generación de energía eléctrica desde las plantas de beneficio.

Al aplicar los incentivos tributarios a la estimación financiera del proyecto de generación de energía eléctrica, se obtiene como resultados tasas de retorno mayores a la tasa de oportunidad del inversionista,

VPN positivos en los tres escenarios de evaluación y tiempo de retorno de la inversión en 7 años.

El registro del proyecto de generación de energía eléctrica ante la UPME es necesario para acceder a los incentivos tributarios de la Ley 1715.

Aditivar asfalto al 1,0 % en peso con aceite crudo de palma, da lugar a una mezcla asfáltica tibia que reduce 15 °C la temperatura de mezclado con respecto a las mezclas convencionales y permite una reducción de 15 °C en la aplicación de la mezcla en campo.

Las bajas temperaturas de fabricación y colocación de la mezcla tibia, minimizan las emisiones de vapores y olores, creando condiciones de trabajo más saludables para los trabajadores de asfalto.

Los subproductos de la extracción de los aceites de palma: torta de palmiste y POME, contribuyen positivamente a la ganancia de peso de bovinos en pastoreo durante la época de bajas lluvias.