



Una formación de calidad
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias
15 al 18 de Septiembre de 2015

SOSTENIBILIDAD INTEGRAL EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A BASE DE ACEITE DE PALMA EN SANTANDER Y SUR DEL CESAR

César Mauricio Padilla Díaz, María Fernanda Suárez Pinzón, María Alejandra Díaz Blanco, Nelson Enrique Moreno Gómez, María Teresa Castañeda Galvis, Edwin Dugarte Peña

Universidad Pontificia Bolivariana
Bucaramanga, Colombia

Resumen

El artículo presenta los elementos que caracterizan la cadena de abastecimiento de la producción de biodiésel a base de aceite palma en términos de sostenibilidad bajo las dimensiones social, económica, ambiental y sus respectivos efectos con base en la metodología de análisis de ciclo de vida, normativas internacionales y gestión de la industria palmera y de biocombustibles.

Palabras clave: cadena de abastecimiento; palma de aceite; sostenibilidad

Abstract

The article presents the elements that characterize the supply chain of biodiesel production based on palm oil sustainability in terms of integrating social, economic and environmental dimensions and their respective effects based on the methodology of life cycle analysis, policy international and management of the palm industry and biofuels.

Keywords: *supply chain; palm oil; sustainability*

1. Introducción

La integración de los eslabones de la cadena de abastecimiento en la producción de biodiésel en favor del desarrollo sostenible de energías renovables es un reto en Colombia. Debido al crecimiento de los cultivos de palma de aceite y la necesidad de reactivar el campo, el gobierno nacional ha generado políticas de crecimiento e innovación sectoriales, donde gran parte de los beneficiarios directos aplican proyectos sin fundamentos teóricos industriales sostenibles en el manejo de la actividad agrícola, lo que conduce que Colombia no logre obtener alta capacidad productiva (Fedepalma, 2014). Sin embargo, la disposición de prácticas generan impactos en el manejo de monocultivos de referencia; donde es necesario analizar efectos tanto ambientales, sociales como económicos en los grupos de interés para asegurar un equilibrio sostenible y alimentario (Grupo semillas, 2010).

La ejecución de una revisión bibliográfica de los avances en la sostenibilidad de la producción de biocombustibles a base de aceite de palma es importante para determinar el estado en avances y prácticas aplicadas en la construcción del sendero sustentable debido a la dificultad en la disposición de información centralizada sobre el tema en el contexto nacional. Por lo tanto se considera importante la realización de este estudio de investigación para beneficio de la industria palmera de Santander, sur del Cesar y la comunidad científica (Jiménez P, 2012).

2. Materiales y métodos

El perfil de búsqueda se generó con fines de aprehensión de artículos, proyectos de investigación, tesis y revistas científicas disponibles en línea, relacionados con la sostenibilidad, prácticas de desarrollo sustentable, y aplicación del Análisis de ciclo de vida (ACV) en los eslabones de la cadena de abastecimiento de la producción de biodiesel a base de aceite de palma. En consecuencia se puntualizaron descriptores específicos (biodiésel, palma de aceite, sostenibilidad y ACV), se acotó la búsqueda bajo restricciones de idioma y tiempo, donde el inglés y español limitó la exploración que se dirigió a publicaciones desarrolladas entre los años 2009 y 2015, debido a la importancia de contar con prácticas sustentables actuales bajo las condiciones climáticas y sociales reales, de igual manera se realizaron dos entrevista a personas relacionadas con la empresa Agroince Ltda. y un representante de la empresa certificadora Rainforest Alliance.

La búsqueda se realizó bajo la combinación de los descriptores en los motores de búsqueda tradicionales, repositorios universitarios y bases de datos remotas de la Universidad Pontificia Bolivariana. La elección de los artículos fue analizada por los miembros del grupo de investigación bajo el uso de una ficha bibliográfica previamente establecida para facilitar la observación de los criterios de selección idóneos a tratar. Se excluyeron de la revisión todos los artículos que presentaban prácticas industriales no convencionales y aplicación de metodologías sostenibles complejas. Para realizar la transferencia de información, los artículos se agruparon, clasificaron y ordenaron. Posteriormente estos archivos se repartieron aleatoriamente a

cada uno de los integrantes del grupo de investigación y de esta manera se procedió a realizar una lectura crítica de cada uno de los documentos, lo que permitió realizar una revisión clara, precisa y concisa.

3. Desarrollo y discusión

En general, los documentos seleccionados están relacionados con estudios de impacto y prácticas sostenibles en la actividad del sector de biocombustibles de la mano con el sector palmero. Algunos documentos expresan los estudios analíticos de variables directamente relacionadas con el análisis de ciclo de vida, mientras otros destinados a las dimensiones económicas y sociales generan un valor conjunto de prácticas sostenibles aplicadas en la gestión de organizaciones inmersas en los eslabones de la cadena de abastecimiento de la producción de biodiésel en Colombia.

Sostenibilidad social

La gestión social ha sido promovida por Fedepalma y agrupaciones del sector en mención mediante talleres dictados desde el 2012, aunque empresas insignia del país pongan en práctica y velen por la responsabilidad social en el desarrollo de sus actividades; muchos de los pequeños y medianos productores no poseen conocimiento de estas. (Fedepalma, 2012).

Los empleos se generan de forma directa por las empresas en las plantaciones y las plantas extractoras, y de forma indirecta bajo contratación de empresas de servicios temporales, cooperativas y fincas productoras de frutos (Fedesarrollo, Fedepalma, & IQuartil, 2011). Según Fedesarrollo (2011) los trabajadores del sector palmero en comparación con otros que desarrollan actividades similares en sus respectivas regiones, presentan un índice de calidad de vida cerca de 20 puntos más alto (en un índice de 0 a 100) debido a que poseen más activos o bienes que se traducen en mejores condiciones habitacionales, salubridad, vivienda y una variación mínima en relación con el capital humano y social, teniendo en cuenta las variables: nivel de educación del jefe del hogar, estabilidad de ingresos, suficiencia de ingresos (CEPAL, 2014).

En la revisión destaca la participación de los proveedores de racimos de fruto fresco en la producción de aceite de palma descrita como no dimensionable dada la idoneidad de la materia prima para el funcionamiento de la cadena productiva. No obstante, la industria palmera ha desarrollado y generado buenas prácticas agrícolas en términos sociales (FAO, 2012):

1. Direccionamiento de todas las prácticas agrícolas con los objetivos económicos y ambientales
2. Proporción de ingresos adecuados y seguridad alimentaria a las familias
3. Adopción de procedimientos de seguridad industrial, horarios aceptables y periodos de descanso

4. Capacitación a los trabajadores sobre el uso eficaz de aperos y maquinarias
5. Compra localmente de insumos y servicios necesarios para el funcionamiento de la actividad palmera
6. Empleo y organización del trabajo en los cultivos de palma de aceite

En Colombia, destaca el funcionamiento de cooperativas de trabajo asociado (CTA) para los servicios en campo, por esta razón normativas de Fedepalma y reformas internas de las empresas tanto de acopio como de producción de aceite de palma prestan especial atención a la generación de empleo, movilización en los entornos de los cultivos y desarrollo económico-social en la región (Fedepalma, s.f.). Por lo anterior, organismos nacionales han estimulado la investigación y gestión de la equidad en la distribución de valor en la cadena, bajo la transformación metodológica de la contratación de CAT a la implementación de Negocios Inclusivos donde el programa de Alianzas Productivas está siendo impulsado por el gobierno nacional (Jiménez, 2012).

Es importante resaltar que una de las problemáticas sociales con mayor impacto generadas en la producción de biodiésel está relacionada directamente con el uso de las tierras, la tenencia de las mismas y los derechos territoriales de las comunidades locales (Rey, 2013).

La seguridad alimentaria ha sido tema de polémica en el desarrollo de esta actividad, pero en realidad de las 22,5 millones de hectáreas cultivables en el país, el sector de biocombustibles solo ocupa el 0,8% es decir aproximadamente 200.000 hectáreas de las cuales solo 160.000 son dedicadas al cultivo de palma de aceite. No obstante, para asegurar documentalmente la seguridad alimentaria en la práctica de esta actividad, el 31 de marzo de 2007 se expidió el Conpes Social 113 con el propósito de garantizar que el total de la población disponga, acceda y consuma de manera oportuna y eficaz alimentos en suficiencia de cantidad, oferta, y calidad (Grupo Semillas, 2010).

Gestión laboral en el sector real

Específicamente en el sur del César, la planta extractora Agroince Ltda. y las plantaciones Promipalma y la Cacica han implementado la construcción de locaciones de alojamiento temporal en San Martín para administrativos provenientes de la ciudad de Bucaramanga y personal relacionado con los cultivos de palma de aceite donde se entregan beneficios como estadía gratuita, alimentación y servicios básicos (Castañeda, 2015).

Es importante resaltar que la gestión de esta empresa es la política de pagos y contratación basados en la productividad individual y la formalización del vínculo mediante variedad de contratos, sin embargo si cualquier trabajador sin importador su labor no alcanza a llegar al valor mínimo de la meta, la empresa correspondiente asume ese valor para generar un pago definido por encima del SLMLV al personal (Castañeda, 2015). En general se encontraron avances sociales definidos por los eslabones de la cadena donde destacaron (Gualteros, 2011):

1. Proveedores (Sector agrícola): El desarrollo de abastecimiento de insumos agrícolas no destaca por ser generador de empleo, pues en Colombia gran parte de los productos son importados y solo generan empleo bajo la modalidad de comercialización
2. Cultivadores (Sector agrícola): El cultivo está presente en 103 municipios de 16 departamentos y la cadena de producción aporta aproximadamente 66 mil empleos directos y cerca de 100 mil indirecto, entre el 71% y 77% es atribuible al eslabón agrícola, es decir cerca de 122 mil empleos.
3. Extractores (Sector industrial): De los 166 mil empleos generados en la producción de biodiésel cerca del 26% de la mano de obra pertenece a las actividades realizadas al proceso de extracción.
4. Productores de biodiésel (Sector industrial): La industria de biodiésel ha impulsado el desarrollo económico y social a ciudades intermedias como Santa Marta, Barrancabermeja, Facatativá y San Martín, además de la inversión estatal en infraestructura.
5. Distribuidores (Sector comercial): Para Colombia al no desarrollar procesos de exportación se direcciona el impacto social de este eslabón está al fortalecimiento de la red de distribución de combustibles tradicionales
6. Consumidores (Sector comercialización): El mayor impacto de este eslabón se da en la seguridad de abastecimiento, la producción de biodiésel podría soportar escenarios de escasez de diesel tradicional en el sector industrial y en cierta demanda de transporte al incrementar los niveles de mezcla.

Sostenibilidad económica

En relación con la industria de biocombustibles en Colombia, el biodiésel evidencia un crecimiento significativo en producción y ventas en los últimos 10 años, al igual que la producción de aceite de palma y hectáreas sembradas en más de un 30% (Fedebiocombustibles,s.f.). No obstante, hoy en día las nuevas técnicas de elaboración del biodiesel están encaminadas en el surgimiento del denominado biodiésel avanzado donde su producción no se realiza a nivel industrial por sus altos costos, se espera al 2050 el aumento en su escala de producción y disminución de costos debido a los avances tecnológicos y bajos precios de materia prima generando mayor competitividad a este tipo de biodiesel lo cual tenderá a disminuir la producción de biodiésel convencional por algunos llamado de primera generación (OECD/IEA, 2011).

Competitividad

Los precios nacionales deberían estar cercanos a los niveles de los precios internacionales. Sin embargo, en Colombia los precios internos del aceite de palma son más altos que a nivel internacional, lo cual puede ser explicado desde la teoría de la estructura de formación de precios a partir de altos costos que conlleva a la ineficiencia, teniendo cuenta sistema de franjas de precios.

De acuerdo con la literatura (Zuluaga & Oviedo, 2011) presentaron importantes observaciones a tener en cuenta para el cálculo del indicador del precio para el

mercado de consumo del aceite de palma en Colombia, donde:

- El cálculo de los fletes internacionales en Colombia se encuentra desactualizados para la determinación del precio de referencia.
- En el cálculo de los precios de los bienes sustitutos, se debe efectuar un análisis teniendo en cuenta su participación real en la canasta por parte de cada uno de ellos.
- En los costos de logística y acceso a distintos mercados es importante contar con información discriminada y no tan agregada como sucede actualmente.

Durante la revisión se encontró que el diseño de la política de fijación del precio interno del aceite palma en Colombia, no puede ser ajeno al cambio de la estructura productiva que ha tenido el producto, en el cual el consumo interno a gran escala es debido principalmente, a la gran demanda del biodiésel en el país. Colombia es uno de los países potenciales en cuanto a la expansión de tierra apta para el cultivo de palma de aceite (Fedepalma, 2012), como muestra la Figura 1.

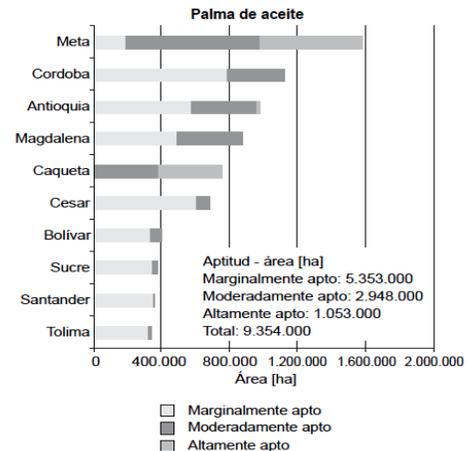


Figura 1. Potencial de expansión de la producción por zona para palma de aceite

Según Fedebiocombustibles (2015), Colombia presenta un crecimiento acelerado en la producción de biodiésel, donde en los últimos cuatro años, ha presentado un crecimiento del más del 16%, de igual manera este crecimiento se ha reflejado en el comportamiento de sus ventas y en la producción de crudo de palma, este último con un crecimiento de más del 10%. Sin embargo, tanto el rendimiento por hectárea y las hectáreas sembradas de palma en desarrollo han tenido un comportamiento decreciente.

Sostenibilidad ambiental

Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

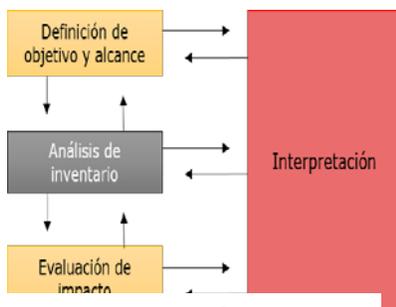


Figura 2.
Principales Fases del ACV

El análisis de ciclo de vida estudia los impactos ambientales, potenciales desde el origen de la materia prima hasta el final de un producto como residuo. Con base a la información es relevante la comparación de los impactos en la producción de los combustibles relacionados con: fertilizantes, cultivo, producto esperado, conversión, productos secundarios y uso final, con la producción de biodiésel a base de aceite de palma planteado en la figura 2.

Cultivos de palma de aceite

Las plantaciones de cultivos de palma requieren además de clima y suelos adecuados,

un alto estándar en la compra y distribución de semillas utilizadas en la selección de las plántulas en los viveros, arreglo de suelos antes de plantar y la selección específica de plantas de cobertura con fertilizantes para obtener el máximo rendimiento en cada etapa productiva (Fedepalma, 2009).

Análisis de inventario

En la evaluación desde el punto de vista normativo, se deben considerar todas las entradas y salidas a lo largo del proceso productivo, pero en particular desde la concepción del biodiésel de aceite de palma donde existe mucha variabilidad en forma de productos alternos o secundarios a los que se les otorga impacto. En la figura 3 se presentan todos los temas que abarca el cultivo de palma de aceite en cuanto el análisis de inventario lo que permitió al Consorcio CUE (2012), que durante la irrigación y la cosecha en los cultivos de palma de aceite se emplean métodos específicos en los materiales de entrada como los fertilizantes y la maquinaria necesaria para el proceso en los siguientes momentos:

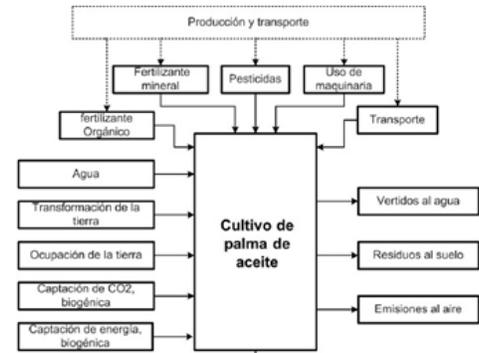


Figura 3.
Presentación esquemática sobre el inventario de palma de aceite

1. Riego: en época de sequías las plantaciones son regadas empleando aguas subterráneas o superficiales donde se emplean bombas eléctricas o a diesel.
2. Deshierbe: es común permitir el crecimiento de plantas alrededor de las palmas de aceite bajo controles periódicos, con el uso de herbicidas.
3. Cosecha: los RFF se recolectan manualmente con el uso de un cuchillo largo y se agrupan de forma que el cargue pueda ser eficiente. Dependiendo de las distancias demandadas se utiliza el transporte terrestre o el animal.

Balance de energía

Según Bautista (2010) los estudios europeos sirven para comparar las emisiones de los gases efecto invernadero (GEI) del biodiésel con el diésel fósil (EC & EP, 2009), con una reducción promedio de 45%, que varía según su procedencia, destacando el biodiésel de colza con un 45%, de girasol 58%, de soja 40% y de aceite de palma 36%. La International Energy Agency (2010) realizó una comparación entre el balance de GEI que se genera por biodiésel avanzado con el biodiésel convencional y de esta manera se generan reducciones promedio en el biodiésel avanzado de 52,5% y de 40% para el biocombustible actual convencional. Además Bautista asevera que en Colombia el promedio nacional de reducción en las emisiones de GEI del biodiésel de palma esta entre el 17% al 40%, considerando el cambio de uso del suelo directo.

En este aspecto desde la perspectiva de gases efecto invernadero (GEI), los balances de CO₂ se encuentran bajo un efecto positivo derivado de dos elementos; las emisiones desde el escenario de una plantación de palma aceitera se hayan establecido mediante la eliminación de un bosque tropical y el mal manejo de la

plantación. Es de señalar que estos dos aspectos son de esencial cuidado e importancia ya que son oportunidades de mejora en el proceso para la actividad palmera y en consecuencia de biocombustibles a futuro. No obstante, reemplazar el suelo productivo para la expansión de palma de aceite podría causar efectos de cambio de uso del suelo indirectos.

Un hallazgo determinante en este ámbito, tiene que ver con la necesidad de capturar el metano que sale de las palmas de aceite para mejorar el balance de gases de efecto invernadero. El establecimiento de las plantaciones de palma de aceite es favorable en tierras degradadas, y ocupadas por cultivos de caucho o coco (Reinhardt, Desafíos de la sostenibilidad del biodiésel de aceite de palma, 2010). De tal manera, no es necesario seguir talando bosques tropicales, práctica muy común a través del tiempo que aún continúa haciéndose en algunos países (Reinhardt, Desafíos de la sostenibilidad del biodiésel de aceite de palma, 2010).

Producción de energía, refinería y planta de Biodiésel

La extracción de aceite de palma normalmente se genera en el sistema de caldera y turbina, los subproductos generados como fibras y cascara se emplean posteriormente como combustibles, no obstante en diversos escenarios se utiliza el carbón y la electricidad de red, (Ecoinvent, 2011). En cuanto a la refinería y planta de Biodiesel se llegan a producir grandes cantidades de desechos sólidos, que solo a través del aprovechamiento como biomasa o combustible dentro del proceso disminuyen el impacto ambiental producido (Agudelo, 2012).

Transporte y flujo de masa de la cadena de valor del biodiésel

La distancia promedio en el país entre las plantas de extracción hasta la refinería tiene una media 68 kilómetros, normalmente un camión transporta más de 32 toneladas de insumos empleados en el proceso de refinación transportados. Incluso, si se realiza la comparación con el proceso de transesterificación el monto de insumos químicos empleados por tonelada de biodiésel de palma es muy bajo. Según Gualteros (2011), la red de distribución no presenta mayores impactos sobre el medio ambiente, para Colombia, más allá de los que pueden presentarse por accidentes en el proceso de transporte de mezclas hacia los distribuidores minoristas. En general, la producción y consumo de biodiésel de aceite de palma genera menos emisiones de gases efecto invernadero que el combustible fósil, por kilómetro se emiten entre 14 y 94 gramos de CO₂ en relación con los 190 g de CO₂ del combustible fósil, en el panorama real si se emplea B100 es posible reducir alrededor del 50% al 108% de las emisiones de GEI.

4. Referencias

Artículos de revistas

- Gualteros, J. (2011). Estudio prospectivo de la cadena productiva del biodiesel a partir de palma africana en Colombia. Bogotá.

- Espinosa, M., & Morris, P. Calidad de vida en el trabajo. Santiago de Chile: Gobierno de Chile.
- Cortéz, R. A., Moreno, D., Albornoz, D., & Poveda, A. (s.f.). Análisis del impacto de la política de biocombustibles en la producción del aceite de palma y la estabilización del precio interno en Colombia. *Civilizar*, 17.
- Zuluaga, R. M., & Oviedo, S. (Marzo de 2011). Elementos para modificar el fondo de estabilización de Precios para el Palmiste, el Aceite de Palma y sus Fracciones. *Fedesarrollo Investigaciones*.

Libros

- Jungbluth, N., & Dinkel. (2010). Life Cycle Inventories of Bioenergy. Deubendorf. Pp 85-87 Reinhardt, G. (2010). Desafíos de la sostenibilidad del biodiesel de aceite de palma. Palmas, 153-161.

Memorias de congresos

- Bautista, S. (2010). Innovación en la enseñanza del análisis de procesos desde una visión ambiental compleja. Pp 4
- Consorcio CUE. (2012 enero). Evaluación del ciclo de vida de la cadena de producción de biocombustibles en Colombia. Capítulo II: Estudio ACV - Impacto Ambiental. Medellín, Antioquia, Colombia
- International Energy Agency. (2010). Sustainable production of second-generation biofuels: Potential and perspectives in major economies and developing countries. Paris. International Energy Agency.

Fuentes electrónicas

- Fedebiocombustibles. (s.f.). Recuperado el 12 de 04 de 2015, en http://www.fedebiocombustibles.com/v3/estadistica-mostrar_info-titulo-Biodiesel.htm

Sobre los autores

- **César Mauricio Padilla Díaz:** Estudiante de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana. (cesar.padilla@upb.edu.co)
- **María Fernanda Suárez Pinzón:** Estudiante de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana. (maria.suarezp@upb.edu.co)
- **María Alejandra Díaz Blanco:** Estudiante de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana. (maria.diazb@upb.edu.co)
- **Nelson Enrique Moreno Gómez:** Ingeniero Industrial. Magister en Administración de Empresas de la Universidad Viña del Mar (Chile). Profesor Asociado Universidad Pontificia Bolivariana. (nelson.moreno@upb.edu.co).

- **María Teresa Castañeda Galvis:** Ingeniera Industrial. Master en Administración, Profesor Asociado Universidad Pontificia Bolivariana. (maria.castaneda@upb.edu.co).
- **Edwin Dugarte Peña:** Licenciado en matemáticas y física. Profesor Asociado Universidad Pontificia Bolivariana. (edwin.pena@upb.edu.co).

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)