

Producción de biodiesel a partir de aceite de palma de moriche *Mauritia flexuosa* Lf., en la altillanura colombiana.

Torres-Mora, Marco

Biólogo PhD, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta - Colombia

Trujillo-González, Juan

Ingeniero Agrónomo © MSc, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta - Colombia

RESUMEN

Los biocombustibles se han venido implementando en el mundo como alternativa energética a los combustibles de origen fósil; con este propósito en la altillanura colombiana se han venido establecido grandes cultivos de palma de aceite para la producción de biodiesel y de caña de azúcar para alcohol, entre otros. En este estudio se planteó como objetivo el uso de aceite de palma de moriche, *Mauritia flexuosa* L.f., especie que forma grandes asociaciones en terrenos mal drenados conocidos como morichales, presentes únicamente en la orinoquia y amazonía, como fuente de materia prima para producción de biocarburante. La metodología consistió en caracterizar físico-químicamente el aceite y el biodiesel obtenido, y compararlos con los obtenidos a partir de aceites vegetales de la palma de aceite *Elais guineensis* jacq, de la palma de seje *Oenocarpus bataua* Mart, y de la colza *Brassica napus* L. En los resultados se encontró que la densidad del metiléster del aceite de moriche, de seje y de la palma de aceite son similares a la del diesel; en la temperatura obtenida del cloud point, para el moriche fue de 4°C, resultado que favorece su uso, dado que en la región no se alcanzan esas temperaturas. Finalmente se concluyó que el moriche como ecosistema estratégico puede satisfacer necesidades básicas en la producción de energía y en el uso sostenible de recursos de la biodiversidad local.

Palabras: Moriche, Biocarburante, Oriniquia, *Mauritia flexuosa*

ABSTRAC

Biofuels have been implemented in the world as an energy alternative to fossil based fuels; with this purpose in the Colombian altillanura have been established large oil palm plantations for the production of biodiesel and sugarcane crops for alcohol, among others. This study was founded on the objective of using palm oil moriche, *Mauritia flexuosa* Lf, species that form large associations in poorly drained land known as morichales, present only in the Orinoco and Amazon, as a source of raw material for biofuel

production. The methodology was to characterize physicochemically the oil and biodiesel obtained and compare them with those obtained from vegetable oils palm oil *Elais guineensis* jacq, from the palm of seje *Oenocarpus bataua* Mart, and rapeseed *Brassica napus* L. In the results it was found that the density of the methylester from the oil of moriche, and the ones from seje and palm oil are similar to diesel; the temperature obtained from the cloud point for the moriche was 4 °C, result that favors its use, since in the region this temperature is not reached. Finally it was concluded that the moriches as a strategic ecosystem can satisfy basic needs in energy production and sustainable use of local biodiversity resources

Keywords: Moriche, biofuel, Orinoquia, *Mauritia flexusa*

1. INTRODUCCIÓN

La ubicación geográfica latitudinal, su componente altitudinal y otra serie de factores, como su historia geológica, confluyen para formar en Colombia un conjunto de sistemas naturales que lo sitúa entre los países denominados “megadiversos”, por concentrar hasta el 40% de las especies existentes en el planeta. Con una extensión de 114.174.800 hectáreas, el 0,7% de la superficie continental aproximadamente, cuenta con el 10% de la biodiversidad mundial. De la extensión territorial colombiana, 53,2 millones de hectáreas están cubiertos por bosques naturales; 21,6 millones por sabanas, zonas áridas y humedales; 1,10 millones por aguas continentales, nieves y asentamientos urbanos, y 38,4 millones se emplean para agricultura y procesos de colonización (IAvH, 1998).

Existen diversas aproximaciones para definir la Orinoquia, a partir de distintas perspectivas, entre ellas, como región llanos (WWF, 1998), región biogeográfica (Molano, 1998), región geográfica (Corpes, 1993) y cuenca hidrográfica (Correa *et al.*, 2006). Estas convergen en dos elementos importantes que determinan el territorio, sus dinámicas y el relacionamiento con los pobladores: el agua y la fisiografía. Así, la importancia estratégica de la Orinoquia se fundamenta en su potencial hídrico: rendimiento hídrico de 35 L/s/km² (Silva-León 2005) ya que este recurso determina y es eje de las actividades productivas, desde las extractivas hasta las industriales. El agua, a su vez, modela la fisonomía de grandes paisajes. Desde una perspectiva fisiográfica se presentan unidades diferenciadas que corresponden a: Piedemonte (Meta, Casanare, Arauca), sabanas inundables (Casanare, Arauca), Altillanura (Meta, Vichada), Zona del escudo Guayanés (Meta, Vichada, Guainía) y Zonas transicionales llano Amazonia y llanos Andes.

La diversidad biológica o biodiversidad es la multiplicidad que se presenta en las formas de vida y se manifiestan en la diversidad genética, de especies animales y vegetales, de poblaciones, de ecosistemas y de regiones

geográficas; todas conectadas entre sí, y a su vez resultado de la diversidad y de las variaciones del medio físico (diversidad geológica, climática, geomorfológica, hidrológica y edáfica), y factor importante de diversidad cultural y humana, en la medida en que la cultura es una respuesta adaptativa a un medio dado (Márquez, 2003). Dentro de esa gran diversidad biológica se encuentra un recurso vegetal conformado por la familia Palmae o Arecaceae, con aproximadamente 200 géneros y 1.500 especies en el mundo, de las cuales la gran mayoría se concentran cerca al ecuador (Moore, 1973). En Colombia, Galeano (1991), reporta un total de 260 especies, en 48 géneros, que se distribuyen a lo largo de su territorio, que según Lleras et al (1983), se encuentran en las áreas de diversidad de Antioquia/Chocó, norte de Colombia y las compartidas con otros países como son la Maracaibo/Western Orinoquia (Orinoquia colombiana y Orinoquia occidental venezolana) y la Western Amazonia (departamentos de Guaviare, Guainía, Amazonas, Caquetá, que hacen parte de la Amazonía colombiana). Específicamente para la Orinoquia, se reportan 18 géneros (Rangel 1998; Quiñones, 2001) y 46 especies (Quiñones, 2001), distribuidas en las diferentes subregiones que hacen parte de esta región colombiana. En el ecosistema de bosque húmedo tropical, los habitantes obtienen productos derivados de las palmas, como: alimentos, materiales para construcción, medicinas, ornamentos, fibras, y muchas veces el uso de éstos, está ligado a las costumbres, creencias místicas y al folklore de la región (Ríos Hurtado, 1998). Las palmas son sin duda un grupo prometedor como fuente de aceites, pero solo cuenta con pocas especies domesticadas para este fin, la palma aceitera africana y la de coco. De las palmas tropicales americanas se destacan el complejo *Orbignya-Attalea* (babasú y piasava), el género *Mauritia* (Moriche) y especialmente el género *Acrocomia* (macaúba y especies afines) como oleaginosas potencialmente importantes (Lleras y Coradin, 1983; Cárdenas y López, 1998).

En la búsqueda de fuentes alternativas renovables de energía, el cultivo de plantas como fuentes de combustibles ha tomado fuerza como una opción viable. La región tropical donde existe la posibilidad de siembra durante todo el año, se convierte en una de las zonas importantes a nivel mundial para la producción de biocombustible. Cultivos de corta duración, como maíz, caña de azúcar y yuca se han convertido en fuentes prometedoras de alcohol carburante (Lleras, Giacometti y Coradin, 1983). En el caso de los aceites vegetales se abren amplias perspectivas para el desarrollo de cultivos de oleaginosas en la zona tropical. Bajo esta premisa las especies de palmas más prometedoras en la producción de aceites lograrían un papel importante en esta alternativa energética.

La Orinoquia colombiana en la última década ha venido sufriendo una serie de cambios debido a que se ha convertido en el nuevo polo de desarrollo del país debido a las recientes inversiones en su territorio; su área se proyecta como despensa alimentaria e industrial de Colombia, desde las perspectivas forestal, acuícola, agropecuaria, ecoturística y minera (Viloria de la Hoz, 2009.). En el 2011, la región aportó el 72,7% del petróleo explotado a nivel nacional (Banco República, 2012; Banco República, 2012a) la expansión de las zonas de cultivo se ha triplicado en un lapso de tres años (Andrade, Castro, Durán, Rodríguez, Rudas, Uribe y Wills, 2009),

convirtiendo por ejemplo al departamento del Meta en el primer productor a nivel nacional de aceite de palma. De igual forma, las bonanzas económicas de la región, por ejemplo, el crecimiento del sector agropecuario, impactan en el desarrollo social porque generan nuevas oleadas migratorias motivadas entre otras cosas por el desplazamiento de las comunidades campesinas e indígenas, dando lugar a nuevos asentamientos o agolpándose en tradicionales centros poblados (Sánchez, 2004), tras el uso intensivo de los bosques de galería para su conversión en praderas o en cultivos intensivos, forzando el crecimiento de la infraestructura local, estableciendo heterogéneos modelos agroindustriales, económicos y comerciales que finalmente conllevan problemas ambientales relacionados con el manejo del suelo, las quemas de los bosques, la presión territorial por la privatización de sabanas (Correa, Ruiz y Arévalo, 2006), la disminución de especies de fauna por cacería y los conflictos interétnicos por el manejo de recursos derivados de la inseguridad en la tenencia de la tierra -ausencia de títulos-, y por las condiciones precarias de estos sectores sociales con diversas expresiones culturales, factores que desencadenan la descomposición de los sistemas comunitarios de vida, la concentración de la propiedad, los desplazamientos forzados y el conflicto armado.

Uno de los ecosistemas estratégicos que más se han visto deteriorados por los cambios sufridos en los últimos tiempos es el de “morichal”, conformado por la palma *Mauritia flexuosa* L.f., planta emblemática de la región. Esto ha llevado a que se desarrollen diferentes estrategias para su conservación mediante estudios que permitan el conocimiento de las potencialidades de las diferentes especies de palmas y su manejo adecuado, como lo afirma Galeano (1991), constituye un punto de partida para establecer programas de desarrollo sostenible, que permitan que la conservación y el desarrollo no sean actividades antagónicas.

Estas condiciones llevan a desarrollar en la altillanura de la Orinoquia colombiana, un proyecto de investigación que conduzca a la producción de biocarburantes a partir de un recurso natural ofrecido por la diversidad de su flora vascular, la *Mauritia flexuosa*. El hecho de ser un ecosistema representativo, el potencial como planta oleaginosa, la desafortunada desaparición por tala y quema en muchos sitios y su ubicación cercana a pequeños poblados que no cuentan con el servicio de energía eléctrica, llevó a plantear el uso de este recurso como fuente de biomasa para la producción de biocombustibles a escala local. De esta manera se involucra un sistema natural que corre peligro por el incremento de las actividades pecuarias y desconocimiento de potenciales usos a la economía regional, con la producción de energía renovable.

El proyecto se realizó en la región de la Orinoquia colombiana, departamento del Meta en los Municipios de Villavicencio (fase de laboratorio) y de Puerto Gaitán (4°31'33" N y 72°08'55" W), finca Manacacias (4°17'43" N y 72°04'07") a 190 kilómetros de Villavicencio, de propiedad de la Universidad de los Llanos donde se realizó la fase de campo y tuvo una duración de un año. Los muestreos realizados en campo se dividieron en dos:

- Consecución de los frutos de la palma Moriche.

- Observaciones de tipo fenológico y ecológicas, para determinar fechas de cosechas de frutos, sobre el sistema proveedor de biomasa. Éstas se desarrollaron en el periodo húmedo, y en el periodo seco.

En la figura 1, se describe la metodología desde la recolección de frutos de la palma hasta la producción del metilester de moriche .

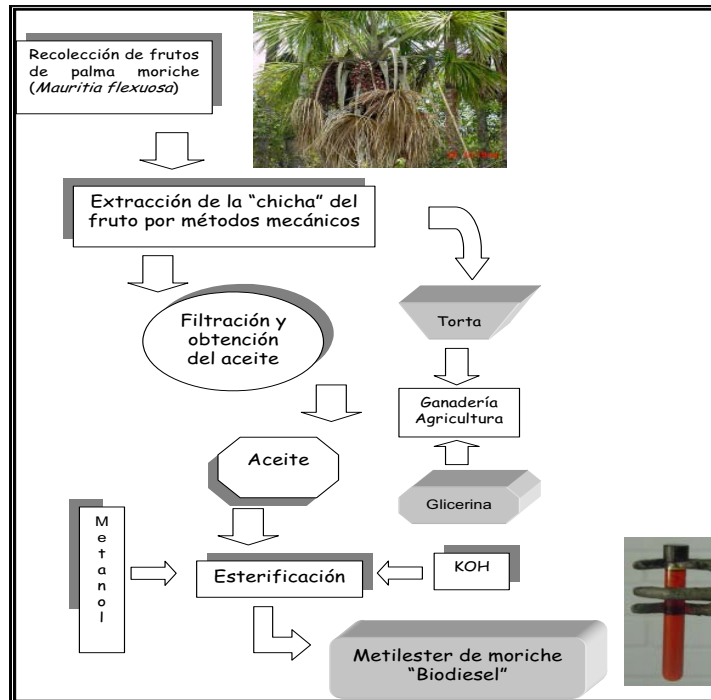


Figura 1: Descripción de la metodología para la obtención de biodiesel de moriche

La recolección de frutos se realizó sin afectar la planta, mediante la trepada en la palma, para proceder a cosechar el racimo. La forma de recolección en las regiones donde se distribuye el Moriche, consiste simplemente en cortar la planta, lo que afecta el número de palmas hembras (productoras) y la estabilidad de todo el ecosistema. Para la extracción del aceite en un primer momento Ese procedió a remojar los frutos en agua para ablandarlos y luego cocinarlos en un autoclave a 90°C por treinta minutos. Este procedimiento es necesario para evitar la degradación de las grasas presentes en el mesocarpio por procesos enzimáticos. Otro factor a considerar es la rápida descomposición del fruto que solo conservan sus cualidades por una semana (Bohórquez, 1976.). A los frutos cocinados se les sometió a prensado en frío a una presión de 159kgr/cm², con el uso de una prensa hidráulica manual. Este paso se realizó dos veces. Con el primer prensado se macera el mesocarpio junto con el exocarpio, sin que la semilla presente ningún signo de daño. Luego se extrae la semilla y somete nuevamente a prensado la cáscara y pulpa. De aquí se obtiene una sustancia espesa de color amarillo denominada “chicha”, que contiene aceite, agua y otra serie de compuestos como carbohidratos. La “chicha” obtenida, se somete luego a una extracción por solventes con hexano para extraer finalmente el aceite.

El porcentaje promedio de obtención alcanzó los 3,31%, resultado bastante bajo, si se comparan con datos hallados en otras investigaciones, donde el más bajo es reportado por FAO/CATIE (1983), con un 12%. En el proceso de transesterificación del aceite de Moriche, se llevó a cabo empleando un rotoevaporador BUCHI-Watterbath B-480 con capacidad para 250 ml. La utilización de reactivos se hace en proporción de pesos (porcentaje) y se calculan proporciones del 20% para el agente esterificante y 0,8% para el catalizador. Con la proporción de un 20% para el alcohol se trabaja con exceso, necesario para una adecuada reacción. La proporción del catalizador puede variar de acuerdo a la acidez del aceite, porque debe asegurarse una cantidad suficiente de hidróxido de sodio que permita no sólo neutralizar los ácidos, sino también actuar como catalizador. Al final de la reacción se adiciona ácido acético glacial para evitar que ésta se invierta debido al catalizador que puede operar en el sentido de la esterificación o en sentido inverso, hidrólisis. La velocidad de agitación usada fue de 150 r.p.m., con cinco repeticiones de todo el proceso.

Se efectuaron adicionalmente transesterificaciones con aceites de palma de seje (*Jessenia bataua*), palma africana (*Elaeis guineensis*) y aceites refritos, cuyos resultados se compararán con los hallados para el aceite de Moriche (tabla 1). Dentro de los análisis físicos efectuados, la densidad a temperatura ambiente para todos los aceites esterificados y los dos estándares de comparación que se seleccionaron, diesel (ACPM) y metiléster de Colza proveniente de la empresa ESTERECO, se encontró:

Tabla 1: Densidades de metilésteres analizados

Metiléster	Densidad a 24°C	Dens. aceite 24°C
Diesel oil (ACPM)	0,850	
Colza	0,844	
Moriche	0,856	0,871
Seje	0,857	0,892
Palma neutralizado	0,860	0,896
de refrito	0,851	

La mayor parte de los aceites vegetales presenta una densidad entre 0,913 – 0,932, y lograr una disminución va a ayudar a mejorar la calidad del encendido del combustible ya que cuanto más ligero sea más fácil se enciende en general. En el proceso de esterificación del aceite de Moriche se logra mejorar la densidad, siendo muy parecida a la presentada por el diesel oil usado como estándar. La prueba de punto de enturbiamiento o “cloud point”, (tabla 2), arrojó los siguientes resultados:

Tabla 2: Resultados prueba de cloud point

Sustancia	Cloud point °C
Aceite Moriche	9,3
Metiléster Moriche	4
Aceite seje	15
Metiléster seje	9,3
Aceite palma neutra.	15
Metiléster pal.neutralizado	10
Metiléster de refrito	10

El metiléster de Moriche no presentaría inconvenientes para su uso, ya que temperaturas de 4°C en la región no se alcanzan y por lo tanto el problema de obturación de filtros y conductos está descartado a este nivel.

Ante la imposibilidad de efectuar la prueba de viscosidad, se diseñó una prueba dinámica (tabla 3) comparando el tiempo que empleaba 1 ml de metiléster en recorrer una distancia X. La prueba sirve para comparar los compuestos obtenidos en cuanto a fluidez con los combustibles usados como estándares, metiléster de colza y diesel (ACPM). Se aclara que no es una medida.

Tabla 3: Prueba dinámica de los metiléster producidos (prueba de comparación).

Metiléster	Tiempo (segundos)	Clasificación
Diesel – ACPM	6,83	-
Colza	6,90	-
Moriche	10,13	2
Seje	10,41	3
refrito	7,72	1

En esta prueba el metiléster que más se acerca a los patrones, es el procedente de aceites refritos (aceite de soya usado en cocina), que se produjo con tecnología local-artesanal. Aunque los datos obtenidos no son representativos se puede concluir que tanto el metiléster de Moriche y Seje fluyen lentamente debido a su “viscosidad”, si se compara con los combustibles estándares. Con los análisis físicos realizados se puede concluir que los metiléster producidos presentan características diferentes a las de su aceite de proveniencia, que los acerca

a su utilización como biocarburantes cumpliendo con parte del objetivo de esta investigación. De nuevo es importante resaltar que para estas pruebas se partió de aceites crudos, sin ningún tipo de refinación.

El análisis químico realizado (tabla 4), consistió en un análisis cromatográfico de gases donde se valoró para cada metiléster el contenido de ácidos grasos de cadena media (C_{12} a C_{18}), mediante método USP .

Tabla 4: Contenido en porcentaje de ácidos grasos en metiléster de Moriche, seje y palma africana

Ácido graso	Contenido en %			Método
	Moriche	Seje	Palma	
Láurico C12:0	---	---	0,35	USP
Mirístico C14:0	---	---	1,09	
Palmítico C16:0	15,45	10,49	40,51	
Estearico C18:0	1,41	3,53	3,90	
Oleico C18:1	79,33	80,08	41,47	
Linoleico C18:2	1,32	3,29	11,04	
Linolenico C18:3	1,06	0,83	0,26	

El análisis nos muestra que el mayor porcentaje de ácidos grasos presentes en el metiléster de Moriche corresponde al Oleico, ácido graso insaturado a cadena lineal, con un solo doble enlace (monoenoico) y difundido en la naturaleza (Capella, Fedeli, Bonaga y Lercker, 1997). El segundo mayor componente es el ácido palmítico con un porcentaje del 15,45%, ácido graso saturado que está presente en todas las grasas vegetales, con valores altos en el aceite de palma africana. Según Gemini (1994), los aceites de media instauración, por su composición basada en oleico y palmítico, son líquidos a temperatura ambiente, y tienen un número de cetano elevado, entorno a 50. El número de cetano es una medida de calidad de la autoignición del combustible y si es bajo trae consecuencias como mayor ruido, temperaturas altas en el ciclo superior y en definitiva una mala combustión. Si el número de cetano es alto se reducen las emisiones de particulado, HC, CO, NOx y consumo (Gemini, A. 1994).

Desde este punto de vista el Biodiesel de Moriche cumpliría con las características propias de los metiléster provenientes de aceites de media instauración, debido a su porcentaje de composición en ácido Oleico y palmítico, y que presenta características como un punto de “Cloud point” cercano a los 4°C. Su composición de ácidos poliinsaturados como el linoleico y linolenico son bastante bajas, no superan el 2%, que le conferirían al producto una cualidad adicional al ser resistente a la oxidación, propia de estos ácidos.

Los resultados obtenidos muestran la posibilidad de plantear nuevos modelos a partir de la oferta natural, donde el desarrollo productivo basado en un proceso autogestionado desde el nivel local, que enfoca el tema de la energía como factor estratégico de desarrollo y que aprovecha el “subsidio” ecológico para lograr una existencia digna y la protección de los ecosistemas naturales (figura 2).

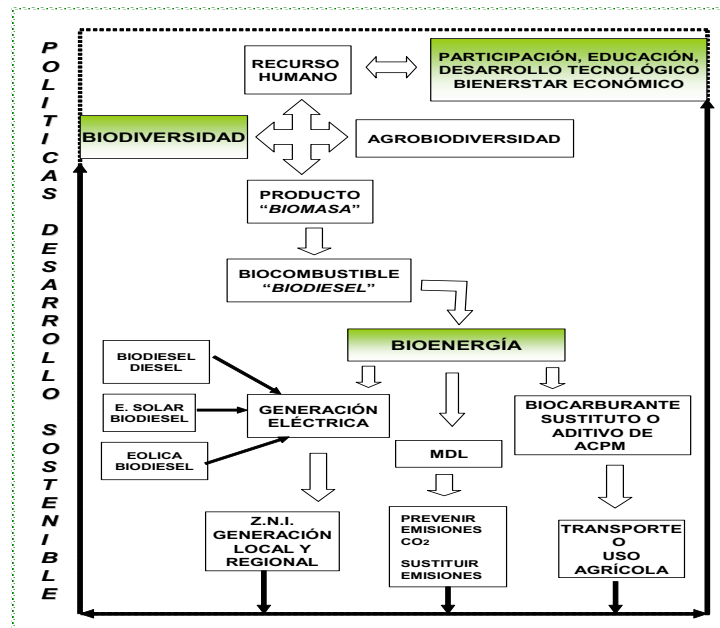


Figura 2: Modelo de desarrollo sostenible para producción de biocombustibles en la Orinoquia colombiana

Leff, citado por Umaña, 2000, propone que los modelos de desarrollo a partir de los recursos naturales deben partir de “la construcción de un paradigma alternativo de sostenibilidad, en el cual los recursos ambientales aparecen como potenciales capaces de reconstruir el proceso económico dentro de una nueva racionalidad productiva, planteando un proyecto social fundado en las autonomías culturales, en la democracia y en la productividad de la naturaleza...” (Carrizosa, J. 2000).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, G., Castro, G., Durán, A., Rodríguez, M., Rudas, G., Uribe, E., Wills, E. (2009). La mejor Orinoquia que queremos. Universidad de los Andes. Facultad de Administración. Bogotá, D.C, Colombia, pp 144.
- Banco de la República. (2012). Boletín Económico Regional IV Trimestre 2011. Suroriente. www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/regional/BER/Llanos-Orient/2011/tri_IV.pdf. 12/05/2012
- Banco de la República. 2012a. Boletín Económico Regional IV trimestre Nororiente de 2011. www.banrep.gov.co/documentos/publicaciones/regional/BER/Centro-Oriente/2011/tri_IV.pdf. 12/05/12
- Bohórquez, J. (1976). Simposio Internacional sobre plantas de interés económico de la flora amazónica: monografía sobre *Mauritia flexuosa* L. et F. Pie de imprenta Turrialba: IICA-Tropicos. Turrialba, Costa Rica, pp. 233-245.
- Cárdenas, D y R. López. (1998). “Palmas de la Amazonia colombiana: una aproximación a su densidad y potencialidades”. En: *Memorias taller de Colombia sobre palmas amazónicas*. Corpoica, Regional Amazonia. Florencia, Colombia.
- Carrizosa, J. (2000). “Evolución del concepto de desarrollo sostenible”. Revista *Gestión y ambiente*. Memorias primer seminario Desarrollo Sostenible Energía y Paz. Agosto 2000. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C, Colombia.
- Corpes – Orinoquia. (1998). Plan Regional de Desarrollo, 1999-2002. *El momento de la Orinoquia*. Villavicencio, Colombia, pp 160.
- Correa H., S. Ruiz, L. Arévalo. (eds.). (2006). Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005-2015 – Propuesta técnica. Corporinoquia, Cormacarena, Instituto Alexander von Humboldt,

- Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF Colombia, GTZ Colombia. Bogotá D.C, pp330.
- Correa HD, Ruiz SL y Arévalo LM. (2006). Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005 – 2015. Propuesta Técnica. Corporinoquia, Cormacarena, Instituto Alexander von Humboldt, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF–GTZ Colombia. Bogotá D.C, pp 330.
- Gemini, A. (1994). “Prove sperimentali di un motore diesel azionante un trattore forestale alimentato con combustibile vegetali”. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería, Universidad de Roma “La Sapienza”. Roma, Italia.
- Henderson, A, Galeano, G y Bernal, R. (1995). Palms of the Americas. Princenton University Press. Princenton, New York, USA.
- Instituto A. V. Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente. 1998. Política Nacional de biodiversidad. Bogotá D.C. Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (1998). El Medio Ambiente en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá D.C.
- Lleras, E y L. Coradin. (1983). “La palma Macauba (*Acromia aculeata*) como fuente potencial de aceite combustible”. En: *Informe de la reunión de consulta sobre palmeras poco utilizadas de América Tropical*. CATIE/FAO. Turrialba, Costa Rica.
- Lleras, E., Giacometti, D. y Coradin, L. (1983). “Áreas críticas de distribución de palmas en las Américas para colecta, evaluación y conservación”. En: *Informe de la reunión de consulta sobre palmeras poco utilizadas de América Tropical*. CATIE/FAO. Turrialba, Costa Rica.
- Márquez, G. 2003. “Ecosistema y biodiversidad en Colombia”. En : *Biodiversidad y manejo de fauna silvestre*. Proyecto de capacitación para profesionales del sector ambiental. Ministerio del Medio Ambiente – ICFES. Bogotá D.C., Colombia, pp38-55.
- Molano B. J. (1998). Biogeografía de la Orinoquia colombiana. Pp. 96-101. En: *Dominguez C. (ed.). 1998. Colombia Orinoco*. Fondo FEN. Bogotá, Colombia, pp 324.
- Ríos Hurtado, A. 1998. “Evaluación de la calidad del aceite de la palma *Jessenia bataua* de la región del pacífico colombiano. En: *Memorias taller de Colombia sobre palmas amazónicas*. Corpoica, Regional Amazonia. Florencia, Colombia.
- Sánchez L. (2004). “Caracterización de los grupos humanos rurales de la cuenca del Orinoco en Colombia”. En: Correa HD, Ruiz SL y Arévalo LM. 2006. *Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005 – 2015*. Propuesta Técnica. Corporinoquia, Cormacarena, Instituto Alexander von Humboldt, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF–GTZ Colombia. Bogotá D.C, pp 330.
- Silva-León, G. 2005. “La cuenca del río Orinoco: visión hidrográfica y balance hídrico”. Revista. *Geográfica Venezuela*. 46 (2): pp75-108.
- Viloria de la Hoz J. (2009). Geografía económica de la Orinoquia. Documentos de trabajo sobre economía regional. Banco de la República - Sucursal Cartagena.
http://www.banrep.gov.co/publicaciones/pub_ec_reg4.htm. 12/05/12
- WWF – Colombia. (1998). Diagnóstico y definición de prioridades para la conservación y manejo de la biodiversidad en la Orinoquia colombiana. Informe Técnico. Cali, Colombia.

AUTORIZACIÓN Y RENUNCIA

"Los autores autorizan Puerto Rico Energy Center (PREC) publicar las ponencias en las actas del simposio. Ni los editores ni PREC no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresa en el documento.