

**Lineamientos para el aprovechamiento sostenible de las palmas oleaginosas
Colombianas *Oenocarpus bataua* Mart, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. y
Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess. Boer**

Sergio Santacoloma Vallejo



Pontificia Universidad Javeriana

Facultad de Ciencias

Carrera de Biología

Bogotá D.C.

**Lineamientos para el aprovechamiento sostenible de las palmas oleaginosas
Colombianas *Oenocarpus bataua* Mart, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. y
Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess. Boer**

Sergio Santacoloma Vallejo

Ingrid Schuler Ph.D

Decana Académica

Facultad de Ciencias

Andrea Patricia Forero

Directora Programa de Biología

Facultad de Ciencias

**Lineamientos para el aprovechamiento sostenible de las palmas oleaginosas
Colombianas *Oenocarpus bataua* Mart, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. y
Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess. Boer**

Sergio Santacoloma Vallejo

Néstor Julio García C.

Profesor Depto. de Biología

Director

Henry Yesid Bernal

Profesor Asociado Depto. de Biología

Jurado

Nota de advertencia

Artículo 23 de la Resolución No 13 de Julio de 1946

“La universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ella el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

Resumen

En la actualidad, muchas plantas de alto valor, no solo económico sino también nutricional, están siendo subutilizadas y marginadas en el país, impidiendo la posibilidad de aprovechar las grandes bondades que estas pueden presentar. Este es el caso de *Oenocarpus bataua* Mart, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. y *Attalea butyracea* (Mutis ex L.f.) Wess. Boer, tres especies de palmas productoras de aceite nativas de Colombia. Para comprender la situación actual de estas palmas, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva, teniendo en cuenta diferentes aspectos relacionados con tres tipos de conocimiento: conocimiento tradicional, conocimiento científico y conocimiento tecnológico. Luego, esta información se organizó en una base de datos y se sintetizó en el presente documento. Finalmente, toda la información fue analizada, para así identificar las posibles causas de marginación de estas palmas y proponer prioridades específicas de investigación y de acción, que puedan servir para el desarrollo de un eventual plan o programa de aprovechamiento y comercialización de estas palmas. Se encontró como principales razones posibles de marginación: el enfoque errado en la manera de abordar el proceso de aprovechamiento y comercialización, dejando a un lado aspectos fundamentales, como las percepciones y necesidades de los productores y las percepciones del mercado frente al producto; el gran vacío de conocimiento existente en algunos aspectos, especialmente de *Acrocomia aculeata* y *Attalea butyracea* y la falta de compromiso y atención por parte de las entidades de investigación y desarrollo y del propio gobierno. Se propuso un proceso de retroalimentación entre las entidades de investigación y desarrollo de los diferentes países involucrados y, también, se recomendaron prioridades de investigación, teniendo en cuenta los aspectos más importantes de los tres tipos de conocimiento mencionados previamente, fundamentales para pretender desarrollar un programa de aprovechamiento sostenible. Además, se propuso una serie de iniciativas y lineamientos para desarrollar un programa de aprovechamiento y comercialización con estas palmas, enfatizando el papel protagónico de la comunidad local y resaltando la importancia del contexto inmediato de la planta.

Introducción

En la actualidad el mercado de productos oleaginosos representa para Colombia una de las oportunidades comerciales más importantes en el sector agrícola. Las exportaciones de aceites y grasas han aumentado a una tasa del 31% anual durante los últimos diez años,

incrementando las ventas de US\$ 4 millones en 1992 a US\$ 75 millones para el 2003 (Minagricultura, 2005). Este notable incremento en las exportaciones de productos oleaginosos se debe principalmente al acelerado aumento en la producción de aceite crudo de palma y palmiste por parte de la industria palmera, representando para el 2003 el 64% de las exportaciones de oleaginosas del país (Minagricultura, 2005). Este notable desarrollo de la industria palmera se ve reflejada en la apuesta del gobierno nacional para estimular, mediante algunas legislaciones como la Ley 939 DE 2004 y la resolución 00351 de 2005, el cultivo de aceite de palma principalmente para la producción de biocombustibles. Debido a esto el cultivo de palma de aceite presentó un aumento anual del 8% en hectáreas cultivadas, llegando a más de 290.000 hectáreas sembradas en 2006 (Fedepalma, 2008). El cultivo a gran escala de esta palma, no nativa de Colombia, conduce a numerosos problemas de tipo ecológico e higiénico, reemplazando nichos ecológicos fundamentales para el equilibrio de los ecosistemas y contaminando las fuentes de agua y el aire con los químicos empleados en su mantenimiento (Mingorance *et al.*, 2004; Teoh, s.f., Clay, 2004). Aparte de esto, a pesar de la creciente industria aceitera que se desarrolla en el país, este aún tiene que recurrir a la importación de grandes cantidades de productos oleaginosos para suplir la demanda nacional ya que cerca de US\$ 192 millones en bienes de este tipo se importaron en el 2003, US\$ 138 millones más que en 1992. (Minagricultura, 2005). Teniendo en cuenta el importante mercado que tiene los productos oleaginosos en Colombia y en el mundo, además del impacto ecológico que acarrea el aumento en el área cultivadas de palma de aceite, es importante dirigir nuestra mirada hacia las especies nativas potenciales productoras de aceite como una alternativa de aprovechamiento de este recurso de una manera sostenible y competitiva en términos de calidad del producto y rendimiento del mismo. El presente trabajo se enfocó en realizar una revisión de los documentos presentes tanto en literatura gris, cuando fue posible, como en literatura publicada, incluyendo trabajos de grado, que presentaran información agrotecnológica, científica y de conocimiento tradicional que permitieran la formulación de lineamientos para el aprovechamiento sostenible de tres especies de palma productoras de aceite: la palma milpesos (*Oenocarpus bataua* Mart), la palma corozo (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) y la palma de vino (*Attalea butyracea* (Mutis ex L.f.) Wess. Boer). Estas tres especies de palma nativas de Colombia, son utilizadas en el Neotrópico por diversos grupos humanos como fuente de aceite vegetal (Balick, 1979; Balick, 1988; Lleras & Coradin, 1983; Devia *et al.*, 2002; Bernal *et al.*, 2010), por lo que han despertado el interés de la comunidad científica para evaluar las características del aceite y el rendimiento de la producción del mismo, además de identificar las posibles alternativas de manejo para el

aprovechamiento a mayor escala de este recurso. Junto con la revisión de literatura se realizó una matriz de datos para organizar y sintetizar la información recopilada y así facilitar su consulta y análisis para la posterior formulación de los lineamientos para el aprovechamiento sostenible.

Justificación y planteamiento del problema

La cadena de aprovechamiento y comercialización de aceites y grasas, comprende una gran cantidad de productos de interés tanto agrícola como industrial, los cuales pueden ser utilizados como producto final o como insumo para la elaboración de otros productos (Minagricultura, 2005). A nivel mundial, la fuente de obtención de estos aceites y grasas es tanto de origen animal como vegetal, siendo las plantas oleaginosas la principal fuente de esta materia prima en Colombia (Minagricultura, 2005). El aceite de origen vegetal tiene una gran variedad de usos, dependiendo del proceso al que sea sometido, ya que puede derivar en productos alimenticios, como mantequillas, mantecas y aceites de mesa o, por otro lado, en insumos para la producción de jabones y productos cosméticos (Minagricultura, 2005). Además de los usos convencionales, cabe destacar el papel cada vez más importante de los biocombustibles en la economía mundial, lo cual ha incrementado notoriamente el interés por los aceites de origen vegetal y, a su vez, el aprovechamiento de esta materia prima por los países productores (Benjumea *et al.*, 2003).

Las principales fuentes de aceite de origen vegetal que son aprovechadas en el país son: la palma de aceite, la soya, el algodón, el ajonjolí, el maíz, la canola, el girasol y el coco (Minagricultura, 2005). De todos estos cultivos, el de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) es el más común en Colombia, representando en el año 2003, alrededor del 86% de la producción de oleaginosas en el país, y con una prospección de 743.000 hectáreas sembradas para el año 2020 se posiciona como el cultivo más promisorio del país (Benjumea *et al.*, 2003; Fedepalma, s.f.). Al observar esta prospección es evidente el gran interés que tiene Colombia de posicionarse como una potencia mundial en la producción de aceite de origen vegetal, en caso particular, de aceite de palma.

La palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq) es considerada un cultivo de alto rendimiento, no solo por la cantidad de aceite que produce por hectárea sino también por la gran variedad de productos que a partir de ella se pueden obtener (Mingorance *et al.*, 2004). Un cultivo de

palma africana puede producir anualmente hasta cinco toneladas de aceite por hectárea, cifra superior a la de cualquier otro cultivo (Mingorance *et al.*, 2004). Debido no solo a su alto rendimiento, sino también a su gran rentabilidad, la producción de aceite de palma se ha venido incrementando, hasta representar en el año 2002 el 52% del comercio mundial de aceites vegetales (Mingorance *et al.*, 2004). Este acelerado incremento en el cultivo de palma se ha originado en gran medida debido al modelo de cultivo a gran escala utilizado en la mayoría de los países productores, ofreciendo la mayor rentabilidad y el menor costo a corto plazo para los empresarios y el gobierno (Mingorance *et al.*, 2004). Sin embargo, este modelo de cultivo representa serios inconvenientes a nivel ecológico, ya que en casi todos los casos las plantaciones de palma se instalan en zonas boscosas, donde la palma no se puede integrar al ecosistema local, por el contrario lo reemplaza, generando una transformación del ecosistema en general y excluyendo a las especies tanto animales como vegetales (Mingorance *et al.*, 2004; Teoh, s.f.), lo que ocasiona una profunda pérdida de la biodiversidad del lugar debido a la pobre complejidad estructural de las plantaciones, eliminando numerosos nichos para la flora y la fauna del lugar (Teoh, s.f.). Adicionalmente, la transformación de los ecosistemas y la homogeneidad estructural de un monocultivo ocasiona la proliferación de plagas, las cuales deben ser controladas con plaguicidas químicos, contaminando los suelos y recursos hídricos representando un riesgo considerable para los operadores y agricultores (Mingorance *et al.*, 2004; Teoh, s.f.). Al observar la situación actual con la palma africana y teniendo en cuenta que Colombia es uno de los países más ricos en palmas del mundo (Galeano & Bernal, 2010), surge la idea de conocer el estado del conocimiento referente al aprovechamiento y manejo de las palmas nativas de Colombia productoras de aceite, especialmente de aquellas importantes para las comunidades locales que puedan representar una oportunidad de aprovechamiento y producción tanto a nivel regional y local, como a nivel industrial.

Según Lleras y Coradin (1988), alrededor de 200 especies de palmas se han reportado como fuente de aceite en el Neotrópico de las cuales apenas entre 20 y 25 tienen alguna información disponible. De estas especies, en el caso de Colombia, es importante considerar a *Oenocarpus bataua* Mart, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. y *Attalea butyracea* (Mutis ex L.f.) Wess. Boer como potenciales especies para la producción de aceite. Estas palmas son utilizadas ampliamente por las comunidades indígenas y campesinas, debido a las diversas bondades que presentan, ofreciendo numerosos usos, incluyendo alimentación, material de construcción, aceite para cocinar o para combustible, entre otros (Galeano & Bernal, 2010;

Bernal *et al.*, 2010; Balick, 1988). Por otra parte, estas especies tienen cantidades similares y, en algunos casos superiores, de ciertos ácidos grasos en comparación con la palma africana y otras oleaginosas de amplio uso comercial (Lleras & Coradin, 1988). Se encuentran distribuidas, formando abundantes poblaciones, en diferentes regiones de Colombia (Balick, 1979; Galeano & Bernal, 2010). Sin embargo, su aprovechamiento a nivel industrial en el país es casi nulo y su uso se da principalmente a nivel local y regional, ofreciendo muy poca información para su debido aprovechamiento sostenible (Bernal *et al.*, 2010; Lleras & Coradin, 1988).

Teniendo en cuenta las bondades que ofrecen estas especies de palmas nativas subutilizadas, se hace muy importante hacer una síntesis acerca de su estado del arte, con el propósito de reconocer las causas de su marginalización y de esta manera proponer posibles alternativas para el diseño de sistemas de producción, que en un futuro permitan desarrollar una cadena de producción sostenible.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son las alternativas para el diseño de sistemas de producción sostenible de las palmas oleaginosas Colombianas *Oenocarpus bataua* Mart, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. y *Attalea butyracea* (Mutis ex L.f.) Wess.Boer?

Marco teórico

Cadena de oleaginosas en Colombia.

La cadena de oleaginosas, se refiere a todos los procesos involucrados en la producción y comercialización de los productos oleaginosos, y comprende una gran diversidad tanto de fuentes de obtención de los aceites y grasas, como de productos desarrollados a partir de estos (Minagricultura, 2005). A nivel mundial la materia prima utilizada para la obtención de aceite es tanto de origen vegetal como animal, teniendo como principales fuentes a cultivos como la palma de aceite, la soya, el algodón, el ajonjolí, el maíz, la canola, el girasol y el coco (Minagricultura, 2005). Sin embargo, en Colombia la obtención de aceite se realiza principalmente a partir del fruto de la palma africana, de la soya (la cual en su mayoría es importada), y de las grasas de origen animal (Minagricultura, 2005). Los aceites y grasas

obtenidos a partir de estas tres principales fuentes presentan una gran variedad de usos, derivando en productos alimenticios, cosméticos y biocombustibles, entre otros (Minagricultura, 2005; Benjumea *et al.*, 2003). Es importante resaltar el efecto del creciente mercado mundial de los biocombustibles en la industria aceitera de Colombia, ya que este ha estimulado en gran medida el incremento de las hectáreas cultivadas principalmente de palma africana, y en consecuencia, el incremento del volumen de aceite producido por el país. Este auge de los biocombustibles se debe principalmente a la promoción de energías alternativas impulsada alrededor del mundo a raíz de la crisis de abastecimiento de energía fósil y el calentamiento global, lo cual es parte central de la estrategia de política energética en Colombia (Perez-Rincon, s.f.).

En el año 2003, se utilizaron 226.203 hectáreas en el cultivo de plantas oleaginosas para la obtención de aceite vegetal, lo que representaba entonces alrededor del 5,74% del área total cultivada en el país (Minagricultura, 2005); de esta superficie, aproximadamente 190.000 hectáreas estaban cultivadas únicamente con palma de aceite, correspondiendo al 86% de la producción total de oleaginosas en el país (Benjumea *et al.*, 2003). Para el 2006, ya se tenían cultivadas 292.569 hectáreas de palma de aceite (Fedepalma, 2008) y la industria presentaba un crecimiento sostenido promedio anual del 8.5% en área sembrada y del 5.9% en la producción de aceite (Pérez-Rincón, s.f.), estas cifras más la prospección nacional de 743.000 hectáreas sembradas para el 2020 (Fedepalma, s.f.), evidencian el gran interés de Colombia en la industria aceitera ubicando la palma de aceite o palma africana como la punta de lanza de su estrategia agroeconómica.

La palma africana (Elaeis guineensis Jacq) en Colombia.

La palma africana o palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia de las Arecáceas (Mingorance *et al.*, 2004), la cual aunque se encuentra distribuida en varios países de la región tropical de África, Asia y América, es nativa del golfo de Guinea, entre Senegal y Angola y la cuenca del río Congo (Ospina & Ochoa, 2001). Produce frutos en racimo, a partir de los cuales se extraen dos tipos diferentes de aceite: el primero, es el aceite de palma, el cual se obtiene a través del aprovechamiento del mesocarpo carnoso, este aceite es muy apetecido por sus características comestibles; el segundo tipo de aceite, es el de palmiste, extraído del endospermo de la semilla y ampliamente utilizado en la industria oleoquímica (Ospina & Ochoa, 2001; Sundram *et al.*, 2003). El aceite producido por la palma africana es rico en ácidos grasos principalmente el

palmítico, oleico, linoleico y en menor medida el mirístico y el esteárico, presentando variaciones en las proporciones a nivel intraespecífico; la proporción de ácidos grasos saturados e insaturados es aproximadamente igual, aunque también puede variar entre los individuos (Sundram *et al.*, 2003; Lleras & Coradin, 1988).

Esta palma requiere condiciones edafoclimáticas bastante específicas para alcanzar su máxima producción, teniendo en los países tropicales el ambiente ideal para su desarrollo (Mingorance *et al.*, 2004). Debido a las limitaciones geográficas de este cultivo, su aprovechamiento ofrece una importante alternativa económica para los países tropicales y se está convirtiendo en uno de los cultivos más promisorios en muchos de ellos. El cultivo de palma sigue dos modelos económicos: el cultivo tradicional, el cual se caracteriza por pequeños cultivos aprovechados por comunidades locales donde la extracción del aceite se realiza de manera rudimentaria y la rentabilidad es mínima; y el cultivo a gran escala que requiere de grandes extensiones que garantice la producción de suficiente cantidad de aceite para justificar la inversión a lo largo de toda la cadena de producción y de comercialización, y para que además represente una alta rentabilidad (Mingorance *et al.*, 2004).

Los mayores productores de palma en el mundo, incluyendo a Colombia, siguen principalmente el modelo de cultivo a gran escala, el cual da como resultado una mayor cantidad de aceite producido por unidad de área generando ingresos muy importantes para la economía del país (Mingorance *et al.*, 2004). El potencial de producción de esta oleaginosa es el mayor entre todas las plantas de este tipo, en buenas condiciones un cultivo de una hectárea puede producir hasta cinco toneladas de aceite al año pudiéndose incrementar a seis e incluso a siete toneladas a través de la implementación de mejores prácticas de manejo. Adicional a esto, ya se han obtenido semillas híbridas hasta tres veces más productivas que aquellas que están siendo utilizados en la actualidad (Teoh, s.f.). Pero no solo el potencial de producción de esta planta representa una ventaja, también lo hace el amplio mercado al cual puede tener acceso con toda la variedad de productos que de ella se derivan. Como ya se mencionó, de esta palma se extraen dos tipos de aceite, una vez se extrae el aceite crudo, este se procesa para obtener dos subproductos principales, la oleína, la cual se usa en la industria de alimentos y la estearina, cuya presentación es sólida y se utiliza en la fabricación de cosméticos como jabones y detergentes (Mingorance *et al.*, 2004). En el mundo, alrededor del 90% de la producción de aceite de palma está destinado a la industria alimenticia (Sundram *et al.*, 2003), en forma de aceite de cocina, en la producción de margarinas y en la preparación de otros productos industriales; sin embargo, también es utilizado en otro tipo de industrias,

como la farmacéutica, textil y acerera (Mingorance *et al.*, 2004). Es importante también resaltar el gran potencial que tiene el aceite de palma para la elaboración de biodiesel (Pérez-Rincón, s.f.; Mingorance *et al.*, 2004; Benjumea *et al.*, 2003), lo que en el marco del creciente interés de las naciones desarrolladas por buscar alternativas para reemplazar los combustibles fósiles, ofrece una importante proyección económica para el país.

Por otro lado, las características del modelo económico de cultivo de palma a gran escala, el cual es el más utilizado en el mundo y en Colombia, acarrearán una serie de desventajas y problemas. Para que ofrezcan una buena rentabilidad, los monocultivos de palma, se deben hacer en bastas extensiones de tierra, la inversión en los diferentes aspectos previos a la producción del aceite como la preparación y mantenimiento del terreno, es bastante alta, además teniendo en cuenta que los primeros cuatro años se consideran improductivos, el establecimiento de una plantación de palma requiere de un patrimonio sólido a veces no disponible para los pequeños agricultores. (Mingorance *et al.*, 2004; Minagricultura, 2005). Pero tal vez uno de los tópicos más importantes a tener en cuenta al analizar los problemas e inconvenientes que el cultivo de palma a gran escala acarrea, es el de la problemática ambiental. Los principales inconvenientes ecológicos de las plantaciones de palma de aceite son: la transformación del hábitat, la deforestación de hábitats críticos para especies amenazadas y la contaminación y deterioro de los suelos, de las fuentes de agua y del aire (Clay, 2004). El creciente establecimiento de extensos monocultivos de palma de aceite en los países productores a costa de la deforestación de grandes extensiones de bosques nativos, está ocasionando un fuerte impacto negativo sobre la biodiversidad (Clay, 2004; Teoh, s.f.). La palma africana no se integra a los ecosistemas nativos, por el contrario los reemplaza (Mingorance *et al.*, 2004), excluyendo las especies animales y vegetales nativas dejando en su lugar un ecosistema con una muy baja complejidad estructural, lo cual estimula la proliferación de plagas y la disminución de nichos ecológicos para numerosas especies (Teoh, s.f.). Es importante resaltar que muchos de estos cultivos están siendo establecidos en algunos de los bosques más biodiversos y vulnerables del mundo, países como Malasia, Indonesia y Colombia están viendo sus bosques reducidos por las plantaciones de palma de aceite. Además de la deforestación, el manejo de los cultivos de palma también genera otro tipo de problemas ambientales, como son la erosión y la contaminación de suelos y fuentes hídricas (Clay, 2004). El problema de la erosión va de la mano con el de la deforestación, al retirar los árboles y las plantas del lugar donde se va a establecer el cultivo, el suelo queda desprotegido y vulnerable a los factores erosivos (Clay, 2004). Debido a la constante remoción de

nutrientes disponibles para la plantación en forma del aprovechamiento de los racimos de frutos, el uso de fertilizantes químicos es muy común para conservar el nivel de producción, estos fertilizantes van a parar en las fuentes de agua aledañas, usualmente utilizadas para el riego de los otros cultivos o para el ganado (Clay, 2004; Mingorance *et al.*, 2004). Sumado a esto se encuentra la utilización de pesticidas para el control de algunas plagas, por ejemplo las ratas, una plaga muy común en las plantaciones de palma de aceite, ya que estas se alimentan del fruto, y como sus depredadores naturales han sido eliminados de la plantación estas proliferan representando un serio problema tanto para la economía del palmicultor como para la salud local (Clay, 2004). Al observar todos estos factores, surge la pregunta de por qué no utilizar plantas nativas productoras de aceite, que coexistan en armonía con los ecosistemas nativos y que además representen una buena oportunidad de ingresos económicos, tanto para las grandes industrias de aceite como para los pequeños agricultores. Al considerar esta alternativa, se presenta un importante inconveniente que viene afectando la gran mayoría de plantas útiles de los países tropicales y subdesarrollados: las plantas subutilizadas y marginadas.

Plantas subutilizadas y marginas

El tema de las plantas subutilizadas y plantas marginadas, despierta hoy en día gran interés debido a la potencial contribución que estas pueden ofrecer a las economías locales, a la diversificación agrícola y a la diversificación alimentaria, este creciente interés se ha visto materializado en diferentes foros internacionales como la IV Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre los Recursos Fitogenéticos (cf. Actividad 12 “Promoción del desarrollo y comercialización de los cultivos y las especies subutilizadas”) (FAO, 1996 citado por Padulosi *et al.*, 2006) y el Foro Global para la Investigación Agrícola (GFAR) llevado a cabo en 1999 (Frison *et al.*, 2000 citado por Padulosi *et al.*, 2006). El término de planta subutilizada, que ha estado sujeto a debate, entre la comunidad agrícola y científica, define en términos generales a aquellas especies cuyo potencial no ha sido totalmente aprovechado (Padulosi *et al.*, 2006). Sin embargo esta definición no es totalmente clara y no enmarca la situación específica de cada especie o de cada región, por ejemplo, algunas especies pueden ser muy poco utilizadas en algunos países, pero en otros puede constituir un recurso clave para la seguridad alimentaria de la comunidad, también algunas especies pueden hacer parte esencial de la dieta de una región o país, pero debido a sus pobres condiciones de comercialización representa ingresos económicos mínimos o nulos (Padulosi *et al.*, 2006), por lo tanto es importante considerar la situación actual de cada especie a nivel local o regional y

tener en cuenta los diferentes aspectos de subutilización, para de esta forma no excluir o subestimar especies que pueden ser muy importantes en determinado contexto donde se desarrollan. A un nivel más específico se pueden diferenciar dos categorías definidas por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), las especies o cultivos subutilizados y las especies o cultivos marginados; la primera categoría se refiere principalmente a aquellos cultivos que alguna vez fueron más ampliamente utilizados pero que fueron decaendo en su uso por diversas razones a nivel económico, genético, agronómico y cultural, y la segunda, se refiere más a las especies o cultivos que son utilizados principalmente en sus centros de origen por comunidades tradicionales donde este aún representa un recurso importante para su subsistencia (Eyzaguirre *et al.*, 1999 citado por Padulosi *et al.*, 2006).

Las especies subutilizadas y marginadas se encuentran en esta posición por diferentes razones, por un lado, no han estado entre los intereses de los gobiernos y tomadores de decisiones al no poder competir con los cultivos mayores ya establecidos, los cuales representan importantes intereses económicos, por otro lado, el apoyo financiero necesario para realizar investigaciones que soporten el potencial y valor comercial de estas especies está restringido precisamente porque el valor comercial de estas apenas está por demostrar (Scheldeman, s.f.). Las razones que impulsan este cerrado enfoque agrícola, tales como la apariencia física, el sabor, las técnicas de cultivo, la capacidad de adaptarse al medio ambiente entre otras, están estimulando la poca diversidad en la oferta alimenticia mundial que se tiene hoy en día, lo que representa un serio problema en aras de mejorar las condiciones de seguridad alimenticia, disminuir la pobreza y asegurar la conservación de los ecosistemas (Padulosi *et al.* 1999). La contribución del uso de estas plantas para mejorar la calidad de vida de millones de personas y preservar los ecosistemas nativos amenazados por la cada vez mayor cantidad de cultivos es muy importante, ya que a partir del aprovechamiento de estas se puede hacer un mejor uso de los ecosistemas transformados, mejorar la seguridad alimentaria, los ingresos y las oportunidades de empleo de las comunidades más vulnerables y proteger la agrobiodiversidad y el conocimiento tradicional (Padulosi *et al.* 1999).

Teniendo en cuenta esto, en Colombia podría ser de gran beneficio la utilización de muchas especies de plantas que a nivel internacional e incluso a nivel nacional se encuentran marginadas, como es el caso de algunas especies de palma de aceite nativas del país que están relegadas por la comunidad agrícola nacional, pero que en muchos casos son ampliamente utilizadas por las comunidades locales y podrían presentar una importante contribución no

solo para estas comunidades sino para el país en general, al aumentar la diversidad de recursos oleíferos aprovechados, pudiendo representar ingresos económicos y una razón para preservar algunos ecosistemas donde estas plantas se encuentran.

Oenocarpus bataua, Acrocomia aculeata y Attalea butyracea tres palmas productoras de aceite nativas de Colombia

La palma milpesos (*Oenocarpus bataua*) es una palma de tallo solitario con una altura de entre 10 y 20 metros y entre 20 y 30 centímetros de diámetro, presenta de 10 a 16 hojas erguidas; el peciolo tiene una longitud de 0 a 50 centímetros y el raquis de 5 a 7 metros; entre 82 y 107 pinnas se ubican a cada lado usualmente dispuestas e insertas en un plano (Galeano & Bernal, 2010). Su fruto es negro y de forma ovoide a elipsoide terminado en punta, tiene de 2.7 a 4.5 centímetros de largo y 2 a 2.5 centímetros de diámetro (Galeano & Bernal, 2010). En Colombia se encuentra ampliamente distribuida en las zonas bajas de la amazonia, en los bosques de galería de los llanos orientales, el magdalena medio, el bajo cauca y el pacífico (Galeano & Bernal, 2010). Sus frutos son muy ricos en aceite, de donde se puede extraer un aceite comparable al de oliva, además se le adjudican propiedades medicinales en el tratamiento de afecciones pulmonares y también es utilizado como lubricante y suavizante del cabello y la piel (Galeano & Bernal, 2010). La palma de corozo o tamaco (*Acrocomia aculeata*) presenta un tallo solitario con una altura de entre 4 y 12 metros y un diámetro de entre 30 y 35 centímetros usualmente cubierto con las vainas remanentes de las hojas viejas; presenta de 15 a 20 hojas, cuyas vainas tienen espinas de hasta 10 centímetros de largo; el peciolo tiene una longitud de 3 a 10 centímetros y el raquis de 60 a 90 centímetros, entre 124 y 190 pinnas se ubican a cada lado distribuidas regularmente y dispuestas en varios planos (Galeano & Bernal, 2010). Su fruto es esférico, de 3 a 5 centímetros de diámetro, con cascara verdosa a amarillenta, cubierta densamente con espinas suaves (Galeano & Bernal, 2010). Esta palma se encuentra distribuida en la costa Caribe desde el sur de la Guajira hasta Sucre, en los llanos orientales en Arauca y Casanare, y en algunas zonas secas de la cuenca del río Cauca (Galeano & Bernal, 2010). El mesocarpo del fruto y la semilla tienen un alto contenido de aceite de buena calidad con grandes concentraciones de ácido linoleico, oleico y palmítico (Lleras & Coradin, 1988), el cual es comúnmente extraído a nivel domestico (Galeano & Bernal, 2010).

La palma de vino (*Attalea butyracea*) es una palma de gran porte, alcanzando hasta 25 metros de altura y 75 centímetros de diámetro en el tallo; presenta de 25 a 40 hojas curvadas, de 6 a

12 metros de largo dispuestas en una corona hemisférica; con hasta 200 pinnas de hasta 1.6 metros de longitud regularmente dispuestas en un plano (Galeano & Bernal, 2010). Los frutos son de forma elipsoide o alargados, de 5 a 9 centímetros de largo y tienen coloración amarillenta o amarillo-anaranjados (Galeano & Bernal, 2010). Esta palma se encuentra ampliamente distribuida en el país, siendo muy abundante en las zonas secas del Caribe, el valle del Magdalena, la cuenca alta del río Cauca y los llanos Orientales, además también se le encuentra de manera escasa en la Amazonia (Galeano & Bernal, 2010). Del fruto y la semilla de la palma de vino se extrae un aceite muy semejante al aceite de coco con propiedades que lo hacen ideal para el consumo humano (Galeano & Bernal, 2010).

Objetivo general

Proponer lineamientos y prioridades de investigación para desarrollar un sistema de aprovechamiento y comercialización de las palmas oleaginosas colombianas *Oenocarpus bataua* Mart, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. y *Attalea butyracea* (Mutis ex L.f.) Wess. Boer.

Objetivos específicos

- Recopilar y evaluar los conocimientos tradicionales, científicos y tecnológicos relacionados con el uso de estas palmas como productoras de aceite.
- Identificar las posibles razones por las cuales estas plantas se encuentran marginadas del sector aceitero y proponer las posibles soluciones.
- Proponer lineamientos y prioridades de investigación para desarrollar sistemas sostenibles de producción y comercialización de aceite a partir de las palmas previamente mencionadas.

Metodología

Para la recopilación de la información se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica utilizando las bases de datos digitales nacionales e internacionales disponibles tanto en la biblioteca de la Pontificia Universidad Javeriana como en la Internet, además se revisó el material físico disponible en la biblioteca de palmas del Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional, en la biblioteca de la Universidad Nacional sede Bogotá y en la

biblioteca de la Universidad Nacional sede Medellín, de esta manera se recopiló todo el material bibliográfico posible presente en revistas indexadas, en la literatura gris, en libros impresos y en trabajos de titulación (Tesis de pregrados y posgrados). Es importante aclarar que no se tuvo en cuenta los documentos que presentaran información repetida o redundante, como es el caso de trabajos de pregrado cuya información ya estuviera disponible en artículos publicados o documentos con información ya presente en otro artículo o en el artículo original. Para la gestión de la información se elaboró una base de datos en el programa Microsoft Excel, en la cual se organizó y sintetizó la información considerando cuatro grandes grupos de conocimiento: el primero, conocimiento general, comprendido por: nombre científico utilizado por la fuente, el país, departamento y/o localidad de donde se obtiene la información o los resultados, la altitud del lugar de estudio y los nombres comunes e indígenas según la fuente; el segundo, conocimiento tradicional, conteniendo las siguientes variables: parte de la planta utilizada, grupo humano involucrado, modo de extracción de la parte utilizada, frecuencia de extracción, sostenibilidad según la fuente, prácticas de manejo y recomendaciones de manejo según la fuente, forma de obtención del aceite, tipo de productos obtenidos y comercialización de los mismos, amplitud de uso y otras características; el tercero, conocimiento científico el cual abarca la información acerca de las propiedades del aceite, la biología reproductiva, la información poblacional, el rendimiento y la variabilidad fenotípica y genotípica; y finalmente el cuarto tipo de conocimiento, el tecnológico, en el cual se tuvo en cuenta aspectos tales como los requerimientos ambientales, información acerca de su cultivo, enfermedades y tratamientos, cosecha y recolección, rendimiento comercial, colecciones de germoplasma, fitomejoramiento e información agroforestal.

Con la ayuda de la base de datos se analizó la información recopilada y se documentó el estado actual del conocimiento agrotecnológico, de las prácticas y tipos de aprovechamiento y de los demás aspectos contenidos en la base de datos. Asimismo, se hizo un análisis respecto a la proporción de información existente de cada uno de los parámetros tenidos en cuenta, identificando aquellas variables o aspectos que más o menos información presentaron para cada una de las palmas. Adicionalmente, también se hizo un análisis de las razones por las cuales estas tres especies de palma se encuentran marginadas del sector aceitero a nivel nacional. Durante la documentación del estado del conocimiento se revisaron las estrategias de aprovechamiento y de producción de aceite para estas palmas que hayan sido implementadas o que estén siendo implementadas en Colombia u otros países. A partir de esta información y de la ya previamente analizada, se realizó la formulación de lineamientos para

el aprovechamiento sostenible, además de prioridades específicas de investigación y de acción, que puedan servir para el desarrollo de un eventual plan o programa de aprovechamiento y comercialización de estas palmas.

Resultados

La especie más documentada fue la palma milpesos (*Oenocarpus bataua*), la cual aparece en 30 de los 50 documentos revisados, lo que representa el 60%; después fue la palma de corozo (*Acrocomia aculeata*), la cual fue abordada por 15 documentos representando el 30%; y finalmente, la especie menos documentada fue la palma de vino (*Attalea butyracea*) con nueve documentos, lo que equivale al 18%. Es importante resaltar que tres documentos contenían información para más de una de las especies, por lo que la suma de los porcentajes no es 100. También se tuvo en cuenta los países donde se realizaron los trabajos o de donde se obtuvieron los resultados para así determinar en qué países se concentra la información de cada una de las especies. En el caso de *Oenocarpus bataua*, en seis documentos no se menciona el país de procedencia de la información o simplemente se hace referencia a varios países de Latinoamérica; por otro lado en 24 documentos si se menciona el país de donde se obtuvo la información, de estos, 15 son de Colombia, tres de Brasil, tres de Venezuela, dos de Bolivia y uno de Ecuador, lo que significa que el 62.5% de los documentos donde se menciona el país contienen información obtenida en Colombia. Para la palma *Acrocomia aculeata* son 14 los documentos en donde se menciona el país, de los cuales diez corresponden a trabajos realizados en Brasil y los cuatro restantes en Venezuela, solo un documento no presentó referencia del país. Para esta especie no se encontró ningún documento con información de Colombia. Finalmente, los nueve documentos que trabajaron con *Attalea butyracea* mencionan el país donde se obtuvo la información, seis fueron en Colombia y tres en Venezuela.

Cuando se observa la cantidad de información presente por cada uno de los aspectos tratados es posible ver que algunas de estas variables tienen una muy pobre información. Aspectos tan importantes como sostenibilidad del aprovechamiento tan solo fue tratado en dos documentos, uno involucrando a *Acrocomia aculeata* y el otro a *Oenocarpus bataua*; recomendaciones de manejo fueron realizadas en diez de los 50 documentos, nueve de los cuales se referían a *Oenocarpus bataua* y uno a *Acrocomia aculeata*. Otro aspecto importante que es pobremente

abordado es la comercialización del producto, este tema se observó en seis documentos, de los cuales en cinco contenían información de *O. bataua* y uno de *A. aculeata*; esta información es muy poca tratándose de especies promisorias que además en algunos países ya presentan una comercialización al menos local o regional. Por otro lado, se identificaron algunas variables que fueron ampliamente trabajadas, la forma de procesamiento para la obtención del aceite fue tratada por 21 documentos, de los cuales 17 se refirieron a *O. bataua*, describiendo en todos, procedimientos muy similares; tres documentos incluyeron la forma de procesamiento de *A. butyracea* y el otro restantes de *A. aculeata*. En el caso de los aspectos involucrados en el conocimiento científico, las propiedades del aceite, la biología reproductiva (especialmente la fenología) y el rendimiento fueron los más investigados. Un total de 28 documentos mencionaron diferentes propiedades del aceite de estas palmas, donde la más trabajada fue *O. bataua* con 18 trabajos y luego *A. aculeata* y *A. butyracea*, con siete y tres documentos respectivamente. La biología reproductiva fue el otro aspecto científico más abordado en la literatura, en 22 de los 50 documentos se menciona información acerca de este tema, de estos la gran mayoría (13) se refieren a la especie *O. bataua*; de los restantes nueve trabajos, seis mencionan aspectos fenológicos de *A. aculeata* y tres de *A. butyracea*. Un aspecto muy importante a tener en cuenta en el aprovechamiento de una especie es su rendimiento. El rendimiento fue un tema mencionado por casi la mitad de los documentos, ya que 23 de los 49 abordan esta variable, 14 de estos describen el rendimiento de *O. bataua* y los otros nueve el de las otras dos palmas, *A. aculeata* y *A. butyracea* con siete y dos respectivamente. Es importante resaltar la poca información disponible acerca de la estructura poblacional y de la variabilidad fenotípica y genotípica. Tan solo seis documentos mencionan aspectos poblacionales, con principal énfasis en estructura de edades, de estos documentos, tres involucran a *O. bataua*, dos a *A. aculeata* y uno a *A. butyracea*. En el caso de la variabilidad fenotípica y genotípica son solo cinco los trabajos que mencionan este aspecto, tres refiriéndose a la palma milpesos y los otros dos a la palma corozo; ningún documento mencionó variabilidad fenotípica y genotípica para la palma de vino. De los tipos de conocimientos revisados, el conocimiento tecnológico de estas palmas fue de todos el que presentó menor información. Aspectos tales como colecciones de germoplasma y fitomejoramiento fueron mencionados tan solo en dos y un trabajo respectivamente, todos refiriéndose a *O. bataua*. De los aspectos incluidos en el conocimiento tecnológico, la información acerca de su cultivo fue la más trabajada, 18 de los 50 documentos mencionaron este tema, enfatizándose principalmente en tiempo de germinación y densidad de siembra. La especie más tratada fue *O. bataua* con 12 documentos, otros cinco documentos abordaron

este tema para *A. aculeata* y un documento presentó información de cultivo para palmas en general abarcando entre otras las tres especies de interés. Entre la bibliografía consultada se observó poca información acerca del rendimiento comercial, el cual es un aspecto fundamental para un aprovechamiento sostenible de estas palmas, solo seis documentos mencionan este aspecto, de los cuales cuatro tratan el caso de la palma milpesos, uno la palma corozo y el otro la palma de vino. Finalmente, otros temas de gran importancia y de poca atención es la información agroforestal y los requerimientos ambientales, estos dos aspectos fueron abordados por apenas seis documentos en el caso de información agroforestal (cinco para *O. bataua* y uno para *A. aculeata*) y cinco documentos en el caso de requerimientos ambientales, de estos dos se refirieron a *O. bataua*, dos a *A. aculeata* y uno a *A. butyracea*. De esta manera se puede concluir que la especie *Oecocarpus bataua* no solo es la más estudiada si no también es la especie de la que más se tiene información en todos los aspectos analizados. También es importante mencionar que la información disponible en muchos de los aspectos trabajados es demasiado pobre, e incluso nula para algunas de las especies, lo que representa unos vacíos sobre su conocimiento en temas de mucha importancia.

Revisión bibliográfica

***Oenocarpus bataua* Mart.**

Conocimiento tradicional

- **Parte utilizada, grupo humano, modo de extracción y frecuencia de extracción**

La palma milpesos (*Oenocarpus bataua*) es y ha sido aprovechada por numerosos grupos humanos; según encuestas realizadas por Castaño *et al.* (2007), esta palma es utilizada por indígenas de las etnias Ticuna y Huitoto, y en menor grado por mestizos habitantes del sur del trapecio Amazónico, estos emplean como principal forma de aprovechamiento el trepar a la palma para extraer los frutos. Otras prácticas de aprovechamiento son la tala de los individuos y la recolección de los frutos del suelo, aunque esta última es mucho menos utilizada (Castaño *et al.*, 2007). Estas comunidades aprovechan la palma cuando esta tiene de 5 a 10 metros de altura y la gran mayoría cosechan entre 1 y 5 palmas por jornada, aprovechando la misma palma una vez y en algunos casos más de tres veces (Castaño *et al.*, 2007). El método de subir a la palma es tal vez el más utilizado por los indígenas de la Amazonia. En Bolivia los indígenas Huaorani, Leco y Tacana suelen utilizar este método

para obtener los frutos de la palma (CI-Bolivia, 2007; Miranda *et al.*, 2008) al igual que los indígenas de la provincia de Pastaza en el Ecuador (Gómez *et al.*, 1996); sin embargo, debido a la necesidad de coleccionar los frutos más rápidamente, los indígenas Bolivianos han ido adoptando paulatinamente el método de tumbar la palma para obtener el fruto más rápido (Aguilar, 2005 y Miller, 2002 citados por Miranda *et al.*, 2008). Balick (1980) también documentó la utilización de esta palma por parte de los indígenas Tukano y Kubeo del Vaupés, Guahibo de los llanos orientales y Bora de la Amazonia Peruana, aunque no menciona el modo de obtención de los frutos o la frecuencia de extracción. De igual manera se registró la obtención de aceite de esta palma por parte de algunos pueblos Quechuas y Sionas ecuatorianos además de etnias de la Amazonia como los Yanomama del Brasil y los Shipibo del Perú (Miranda *et al.*, 2008). La parte de la palma utilizada para la extracción del aceite es principalmente la pulpa (Vallejo, s.f; Balick, 1979; Balick, 1981; Miranda *et al.*, 2008), sin embargo Berger y Rodrigues (2005) documentaron también el uso de la semilla como materia prima para la extracción del aceite por parte de los habitantes del estado federal de Pará en Brasil, pero estos no especifican a qué grupo humano pertenecen estos habitantes.

- **Sostenibilidad, prácticas de manejo y recomendaciones de manejo**

Es escasa la información acerca de la sostenibilidad de las diferentes prácticas de aprovechamiento de esta palma, sin embargo, en Bolivia, Montaña y Zenteno (s.f., citado por Miranda *et al.* 2008) realizaron un análisis de viabilidad poblacional para modelar los niveles de cosecha óptimos de las poblaciones de palma milpesos en dos áreas de aprovechamiento. Para este modelo consideraron cuatro parámetros demográficos: tamaño, duración, fecundidad y tasa de supervivencia de cada categoría de edad (Montaña & Zenteno, s.f. citado por Miranda *et al.*, 2008). El modelo predecía que a volúmenes de cosecha de 448 kg anuales de fruto por hectárea, con un promedio de 231 individuos adultos por hectárea, la población evidenciaba un crecimiento (Montaña & Zenteno, s.f. citado por Miranda *et al.*, 2008). No obstante, los autores aclaran que al ser un modelo basado en información demográfica promedio, es posible que se sobreestime o subestime la información; además, estos autores no mencionan las prácticas de manejo ni las técnicas de aprovechamiento, simplemente los volúmenes de cosecha. Por otro lado, CI (2007, citado por Miranda *et al.* 2008) encontró que aquellas áreas con menor explotación de frutos, tenían una mayor proporción de individuos en etapa de reproducción, en relación al total de plantas del área, sugiriendo que en áreas con mayor intervención, la extracción de frutos puede tener efectos negativos sobre la formación de nuevas infrutescencias; Peralta (2008, citado por Miranda *et al.* 2008) también encontró

un comportamiento parecido en una población de un bosque amazónico de Bolivia, donde el aprovechamiento selectivo de individuos en etapa de reproducción, tiene un efecto negativo sobre la población al reducir la cantidad de individuos de todas las categorías de edad reproductivas. Similares resultados encontró Rojas (2008) al analizar aspectos poblacionales de *O. bataua* en tres fragmentos de bosque subandino en Antioquia, donde observó que la sobreexplotación de frutos de individuos juveniles puede afectar la estructura de edades de la población y por lo tanto su potencial de extracción futuro.

Teniendo en cuenta el amplio uso de esta palma por parte de las comunidades indígenas y colonos a lo largo de todo su rango de distribución, y que en muchas ocasiones estas comunidades utilizan métodos de cosecha inadecuados para su sostenibilidad, se han ido desarrollando iniciativas de manejo sostenible (Miranda *et al.* 2008). Ayala y Flores (s.f., citado por Miranda *et al.* 2008) documentaron el plan de manejo sostenible de *O. bataua* por parte de la comunidad indígena Leco, en el municipio de Apolo en Bolivia. Esta comunidad explota esta palma todo el año, dependiendo de las condiciones climáticas, organizando las incursiones a las áreas de extracción con base en la cantidad de frutos disponibles (Ayala & Flores, s.f. citado por Miranda *et al.* 2008). Durante los primeros dos años incursionan a la zona de extracción dos veces al mes, luego, dependiendo de la demanda, realizan tres incursiones por mes en el tercer año y finalmente una vez por semana a partir del cuarto año (Ayala & Flores, s.f. citado por Miranda *et al.* 2008). El trabajo es realizado por once personas de las cuales seis se encargan de la cosecha directamente, cuatro del transporte de los frutos desde el área de extracción hasta el centro de recolección y una supervisando el trabajo (Ayala & Flores, s.f. citado por Miranda *et al.* 2008). La cosecha la realizan mediante la técnica de escalada en la que una persona trepa a la palmera y corta el racimo, y luego una o dos personas bajan el racimo con ayuda de cuerdas, finalmente otras personas se encargan de desgranar el racimo y colocar los frutos en bolsas para su transporte (Ayala & Flores, s.f. citado por Miranda *et al.* 2008). Aparte de esto, como parte de su plan de manejo, esta comunidad realiza monitoreos mensuales del estado de maduración de los frutos y también de la fauna asociada a esta palma (Ayala & Flores, s.f. citado por Miranda *et al.* 2008). Por otro lado, Zenteno (2008, citado por Miranda *et al.* 2008) integró algunas técnicas para el manejo de poblaciones de *O. bataua* en las localidades de Pajonal Vilaque y Cotapampa, Bolivia. Para asegurar la sostenibilidad del uso de estas poblaciones, incluyó un plan de raleo selectivo de plántulas establecidas por regeneración natural, al igual que una estrategia para el monitoreo de fauna asociada a la palma; implementó una zonificación adecuada, para de esta

manera asegurar una constante fuente de regeneración y estableció tanto estrategias de control de los patrones de cosecha como el reemplazo de individuos poco productivos por individuos jóvenes (Zenteno, 2008 citado por Miranda *et al.* 2008). Adicionalmente, Zenteno (2008, citado por Miranda *et al.* 2008) incorporó la selección de semilleros protegidos, la limpieza de vegetación que compita con la palma (como lianas y bejucos), la eliminación de individuos defectuosos o enfermos y, finalmente, la reforestación en las áreas más intervenidas o mal manejadas. Asimismo, en la literatura es posible encontrar algunas recomendaciones de manejo para la óptima explotación de esta palma, asegurando tanto la sostenibilidad ecológica como la económica. En un trabajo realizado por Castaño *et al.* (2007) con las comunidades indígenas Ticuna y Huitoto del sur del trapezio Amazónico, se recomendó evitar la tumba de la palma promocionando e implementando prácticas mas sostenibles de uso como trepar a las palmas para bajar los racimos y el uso de la medialuna para cortar el racimo. También se recomienda dejar intactos al menos cinco racimos por hectárea, para que al caer naturalmente se estimule la regeneración natural de la especie; cuando solo se aproveche la pulpa, las semillas deben ser utilizadas en planes de propagación y reforestación, de igual manera los frutos que sean descartados pueden usarse en estrategias de repoblación de la especie o como alimento para los dispersores de esta (Castaño *et al.*, 2007). Se debe establecer viveros comunitarios o familiares, seleccionando los biotipos de mayor calidad en términos de cantidad de frutos por racimo y cantidad de pulpa entre otros (Castaño *et al.*, 2007), esto, para realizar una siembra de enriquecimiento y repoblar los lugares donde se ha extraído o eliminado la palma, práctica que puede asegurar la producción y sostenibilidad del aprovechamiento (Peters, 1992; Castaño *et al.*, 2007); al suelo del vivero se le debe incorporar ceniza, 250 g de cal dolomita y al menos 1000 g de abono orgánico por cada planta (Castaño *et al.*, 2007). Una vez listas para el trasplante, Borgtoft-Pedersen y Balslev (1993, citado por Miranda *et al.* 2008) recomiendan reemplazar las palmas que son demasiado grandes para cosecharlas con facilidad, intercalando plántulas, que requieren sombra en los primero estadios, con juveniles, y así minimizar la disminución en la producción. Castaño *et al.* (2007) aconsejan que adicional a las técnicas de manejo previamente dichas, se debe realizar un programa de educación a la comunidad sobre la importancia del manejo sostenible. Peters (1992) recomienda prácticas de raleo y poda para asegurar la producción y sostenibilidad del aprovechamiento. De similar forma Gomez *et al.* (1996) aseguran que una tala selectiva de la vegetación de los alrededores de las palmas, permitirá el ingreso de grandes cantidades de luz, necesarias una vez la planta está desarrollada. Además de estas iniciativas, también se debe realizar un seguimiento de diferentes aspectos de la palma, como son la etapa fenológica y la

proporción de adultos y plántulas; se debe evaluar periódicamente la regeneración del recurso y la productividad de cada palma en términos de cantidad y peso (CI-Bolivia, 2007). CI-Bolivia (2007) también aconseja, con el fin de asegurar la regeneración de la especie, cosechar solo el 40% de las palmas durante la temporada seca y el 70% durante la de lluvias. Por otro lado, Black (1988, citado por Miranda *et al.* 2008), estimó que al aplicar 1.5 kg de fertilizante por año a una plantación de 12 hectáreas con unas 200 palmas por hectárea, la producción de esta sería de aproximadamente 150 toneladas de fruto anuales, lo que afirma, sería suficiente para justificar la construcción de una fabrica pequeña. Con un enfoque diferente, Balick (1980 y 1981) recomienda que si se va a desarrollar una explotación a nivel industrial del aceite de esta palma, se hace necesaria la domesticación de la misma. Para este fin, Balick (1980) propone la ubicación de las plantaciones cerca de caminos y ríos, para facilitar el transporte de la materia prima y del producto, para propiciar la conservación de las poblaciones naturales, para asegurar la fuente de diversidad genética necesaria para un proceso de domesticación y para facilitar la reforestación de las áreas donde haya sido exterminada. También propone el desarrollo de técnicas de polinización asistida, control de enfermedades y mejoramiento fisiológico, aspectos que según él, al ser implementados podrían incrementar la producción de frutos hasta ocho veces respecto a las poblaciones silvestres (Balick, 1980).

- **Forma de procesamiento y tipo de productos**

En la literatura se mencionan y describen numerosos procesos realizados para la obtención del aceite, estos pueden diferir entre sí dependiendo de la región, del país, del grupo humano e incluso de la capacidad económica del productor del aceite. Los Guahibo de los llanos orientales, amontonan los frutos recolectados y los cubren con hojas o con un plástico dejándolos toda la noche (Balick, 1980; Balick, 1988). Al día siguiente calientan agua aproximadamente a 50°C en una olla grande y añaden los frutos dejándolos por varias horas hasta que se ablanden, luego estos se pasan a otra olla con agua casi al punto de ebullición, donde se dejan hasta que el epicarpo se fisure. Una vez fisurado se vierte el contenido en un mortero donde se machaca hasta separar la semilla de la pulpa, la cual se cuele y se coloca en una prensa cilíndrica artesanal llamada Sebucán, por constricción se extrae el aceite, el cual cae en un recipiente (Balick, 1980; Balick, 1988). El Sebucán también es utilizado para ejercer presión en los frutos y extraer el aceite por los indígenas Piaros del Orinoco medio (Briceño & Navas, 2005) al igual que por algunos indígenas de la Amazonia Colombiana, los cuales antes, calientan los frutos en agua y los maceran con un mazo (Vallejo, s.f.). Collazos

(1987) igualmente documentó el uso de una prensa cilíndrica para extraer el aceite por parte de habitantes de Rio Negro en Brasil. Estos calientan los frutos en agua hirviendo para ablandarlos, luego los machacan por medio de pilones hasta separar la pulpa de la semilla; la pulpa es secada al sol para luego ser llevada a la prensa cilíndrica llamada Ipitú, donde se exprime el aceite (Collazos, 1987). El uso del Ipitú también es mencionado por Berger y Rodrigues (2005) como el método artesanal de extracción de aceite utilizado por los habitantes del distrito Santarém del estado Pará en Brasil, la diferencia de este método con el documentado por Collazos (1987) es que son las semillas en primer lugar las que se someten al agua caliente hasta que el aceite comience a subir y luego si se toma el mesocarpo y se pone en el Ipitú. Un proceso muy similar fue observado por Narváez y Stauffer (1999) en indígenas de las cercanías de Puerto Ayacucho, Venezuela. Estos sumergen los frutos en agua tibia para ablandarlos para luego ponerlos a secar al sol, después de secados los pasan al Sebucán donde los exprimen para obtener el aceite. Además de los procedimientos que involucran ejercer presión sobre los frutos, también existen otros menos eficientes, en donde una vez macerado el fruto este se pone en un caldero con agua casi hirviendo y el aceite sobrenadante se recoge con una cuchara (Balick, 1981; Balick, 1979). Otro proceso análogo, es practicado por algunas comunidades del pacífico Colombiano, estos lavan y almacenan los frutos cubriéndolos con un plástico o con hojas por 12 o 24 horas, luego los ablandan con un poco de agua, la cual calientan hasta una temperatura de 60°C; separan la semilla de la pulpa machacándola o a mano y esta última con la cascara se pone de nuevo a hervir hasta que el aceite comience a flotar para ser recogido (Rios *et al.*, 1996; Rios, 1998; Rios *et al.*, 1998). Los Ticuna y Huitotos del trapecio Amazónico extraen el aceite de similar manera, pero estos, luego de separar la semilla de la pulpa lo cuelan para dejar solo el jugo, el cual es el que hierven hasta que se evapore, quedando el aceite crudo (Castaño *et al.*, 2007). Esta misma técnica fue observada por Ranghel (1945, citado por Collazos, 1987) en indígenas de la amazonia colombiana, los cuales hierven el lavado de la pulpa mas la cascara hasta que el aceite salga a flote. Por su parte, los indígenas de la región de Pastaza en el Ecuador, simplemente cocinan los frutos en agua a una temperatura de entre 50°C y 60°C para ablandar y separar la pulpa de la semilla, una vez separada, la pulpa se deja hirviendo hasta que el aceite comienza a subir a la superficie donde es recogido con un algodón y depositado en un recipiente (Gomez *et al.*, 1996). Por otro lado los indígenas Leco y Tacana en Bolivia practican una técnica tradicional de extracción de aceite (empleada por familias con acceso a pequeñas cantidades de frutos) y una técnica mejorada (empleada por comunidades con acceso a mayores cantidades de fruto). La técnica tradicional consiste en primero secar al sol

los frutos sobre un plástico de cuatro a ocho horas (permite que los frutos concentren mas grasa), luego de esto, se meten en una olla con agua la cual se calienta lentamente hasta que la cascara se empiece a rajarse, a continuación se escurre el agua y se machacan los frutos. La pulpa resultante se hecha en una olla con agua fría previamente hervida, después se hierve esta mezcla y se recoge la capa aceitosa que se forma en la superficie hasta que el agua se evapore y queda el aceite junto con un poco de residuo. La técnica mejorada es muy similar a la tradicional, se diferencia en que la olla es reemplazada por un “equipo sancochador”, que no es otra cosa si no una olla con una rejilla por dentro y un termómetro, también en lugar de un mortero se utiliza una despulpadora, la cual despulpa los frutos para luego ser licuados y vaciados en un equipo de prensado. El aceite que de ahí sale es calentado luego en una olla a 40°C, después se somete a un equipo de centrifugado que separa la leche de la crema (mezcla de aceite con agua). Finalmente, la crema se calienta en una paila a 100°C de temperatura, lo que evapora el agua dejando el aceite libre (CI-Bolivia, 1997). Miranda *et al.* (2008) describen muy detalladamente esta misma técnica mejorada empleada por estos dos pueblos indígenas de Bolivia. La gran mayoría de procesos o técnicas de extracción de aceite que están documentados, son de carácter artesanal, utilizando en la mayoría de los casos utensilios domésticos. Sin embargo, en el Centro de Desarrollo Integrado "las Gaviotas" en los llanos orientales de Colombia, la extracción del aceite se realiza por medio de un molino que soporta grandes cantidades de fruto obteniendo la mayor cantidad de aceite posible. Este lugar obtiene la materia prima para la extracción, de los habitantes locales que cosechan el fruto y lo venden al centro (Balick 1980; Balick, 1981). Adicionalmente, Balick (1988) menciona los costos de la construcción de un molino de aceite, incluyendo los materiales, el motor y la mano de obra además de mostrar la relación entre los costos y las ganancias utilizando el molino. Se concluye que el uso de este sistema puede representar una oportunidad industrial para procesar grandes cantidades de fruto y así aumentar la rentabilidad del aprovechamiento de esta palma. Finalmente, Rios *et al.* (1998) propone un proceso de extracción del aceite más efectivo que los tradicionales. Comienza por la recolección de los frutos, escogiéndolos según el grado de madurez, luego estos se lavan, se pesan y se muelen (Rios *et al.*, 1998). Una vez molidos se someten a termobatido a 40°C durante 45 minutos, seguido por un centrifugado a 1200 rpm y un proceso de decantación durante 30 minutos. Finalmente se separan las tres fases, incluido el aceite, se lava y se almacena en recipientes oscuros (Rios *et al.*, 1998). A pesar de la gran cantidad de procesos diferentes, el producto obtenido casi siempre es el mismo; se obtiene un aceite muy bueno para usarlo como aceite cocina, incluso como aderezo

de ensaladas (Balick, 1979). También se utiliza como lubricante y como cosmético, principalmente en tratamientos para el cabello (Nuñez-Avellaneda & Rojas-Robles, 2008).

- **Amplitud del uso, comercialización de productos y otras características**

La amplitud del uso de este aceite no es muy documentado, casi nunca se especifica a qué nivel es utilizado, generalmente se documenta es a qué nivel se extrae el aceite, es decir, si es un proceso llevado a cabo por el núcleo familiar o por ejemplo por una comunidad o pueblo indígena. Sin embargo Balick (1981) menciona que las comunidades Amazónicas extraen el aceite principalmente para uso personal, y en algunas regiones tiene importancia a nivel local o regional. El aceite extraído por los indígenas de la comunidad de Pastaza en la Amazonia Ecuatoriana, es comercializado principalmente a nivel regional aunque también tiene demanda en tiendas y laboratorios naturistas de Quito y Guayaquil (Gomez *et al.*, 1996). Los frutos y el aceite recolectados por los indígenas Piaroa y en menor grado por los Curripaco, Guahibo y Baniva, habitantes de la Amazonia Venezolana, son comercializados en el mercado de Puerto Ayacucho capital del estado de Amazonas, Venezuela (Narváez & Stauffer, 1999). Según Castaño *et al.* (2007), los indígenas Ticuna y Huitoto y los colonos habitantes del trapecio Amazónico, comercializan aproximadamente el 21% de los productos extraídos de la palma *O. bataua* en los mercados de Leticia y el 4 % en Puerto Nariño, mientras que alrededor del 65% es utilizado para el propio consumo. Por otro lado, en un estudio acerca de la comercialización de aceite de majo como alternativa económica en una zona de vocación aurífera en Bolivia, Miranda *et al.* (2008) concluyeron que es necesario fomentar el mercado local y regional por encima del mercado internacional, ya que el mercado local ofrece precios mejores y más estables, y además involucran beneficios directos a la población implicada. Para organizar un sistema de comercialización adecuado, se deben realizar estudios de demanda y oferta, se debe hacer la gestión de fondos de inversión, la operacionalización y la capacitación en las áreas de finanzas, transformación, manejo de equipo, administración y manejo de recursos, es decir la gestión y organización de toda la cadena de producción (Miranda *et al.*, 2008). Finalmente, se debe tener en cuenta tres aspectos muy importantes para el sistema de comercialización: el precio, la estabilidad y la oportunidad del negocio; para esto se debe realizar un diagnóstico de los factores que condicionarán la actividad (Miranda *et al.*, 2008). Balick (1988) también asegura que el potencial de comercialización de este aceite se encuentra a nivel local, sin embargo a su vez establece el enorme potencial de este aceite en el mercado mundial de oleaginosas, debido principalmente a que su calidad es muy similar a aquella del aceite de oliva, por lo que tendría

el mercado casi asegurado. Esta misma aseveración es formulada por Balick (1981) y Balick (1980), enfatizando en el alto precio del aceite de oliva en el mercado mundial, mayor que cualquier otro aceite de origen vegetal en el mercado, y también en el hecho de que en Latinoamérica la producción de aceite de oliva no puede sostener la propia demanda, por lo que el aceite de *Oenocarpus bataua* puede competir satisfactoriamente tanto en producto como en precio.

Además de estos aspectos específicos, la literatura presenta numerosa información adicional muy importante en términos de conocer el conocimiento tradicional acerca de esta palma. Castaño *et al.* (2007) indica que los indígenas Ticuna y Huitoto del trapecio Amazónico aseguran que la floración de *O. bataua* se produce entre Enero y Abril, la fructificación entre los meses de abril y junio, y es entre abril y mayo donde se realiza el mayor aprovechamiento de la especie. Miranda *et al.* (2008) documentó que los indígenas Leco en la localidad de Irimo, Bolivia, reconocen dos tipos de palma, diferenciables en el color del fruto maduro. Aquellas con frutos morados, las cuales son más escasas, tienen un aceite más fino y son más productivas en términos de peso y cantidad de frutos, diferenciándose de aquellas cuyos frutos son morado blanquecinos. Una diferencia similar también es reconocida por algunos indígenas en la Amazonia, quienes consideran que los frutos de forma elipsoide contienen una mayor cantidad de aceite que aquellos de forma ovoide (Collazos, 1987). Por su parte las etnias Leco y Tacana en el norte del departamento de La Paz (Bolivia), afirman que la palma comienza a ser productiva a partir de los 12 años, al alcanzar los seis metros de altura, siendo productiva solo la mitad de su vida (Miranda *et al.* 2008). Para asegurar el suministro constante de frutos de palma, los indígenas de la región de Pastaza, en el Ecuador, practican un método de siembra en la naturaleza, que consiste en esparcir semillas por el bosque secundario, creciendo en suelos que pueden ser ácidos y pantanosos (Gómez *et al.*, 1996). Aparte de este conocimiento tradicional utilizado para aprovechar al máximo la producción de frutos de la palma, también se conoce los diferentes usos que le dan los habitantes de diferentes regiones a los frutos o al aceite directamente. Algunos indígenas de la Amazonia y Orinoquia, utilizan el aceite para atender las afecciones pulmonares y bronquiales consumiendo dos cucharadas al día de aceite mezclado con miel y limón; además, estos aseguran que puede curar la tuberculosis (Balick, 1980; Vallejo, s.f.), argumento que también fue documentado y discutido por Ranghel Galindo (1945, citado por Balick, 1980) y por García Barriga (1974, citado por Balick, 1980). En el Perú es utilizado contra la bronquitis y la tos mezclándolo con aceite de almendras (Vallejo, s.f.). Al frotarlo en la piel, el aceite sirve

para controlar la artritis y los dolores en las articulaciones. Otra práctica común es utilizar el aceite como estimulante para el crecimiento del pelo o para detener la caída de este, e incluso es consumido como laxante o como purgante (Vallejo, s.f.; Balick, 1980; Agricultura de las Américas, 1992 citado por Vallejo, s.f.; Gómez *et al.*, 1996).

Conocimiento científico

- **Propiedades del aceite**

El aceite de milpesos (*Oenocarpus bataua*) es un aceite comestible de altísima calidad cuyo sabor y olor son muy similares a los del aceite de oliva (Vallejo, s.f.; Balick, 1979; Balick, 1980; Balick, 1981; Forero & Balick, 1985; Ríos, 1998; Miranda *et al.*, 2008). Adicionalmente, estos dos aceites presentan una composición química y características físicas casi iguales (Balick, 1980; Forero & Balick, 1985; CI-Bolivia, 2007). En un trabajo realizado por Balick y Gershoff (1981) donde se comparó la composición de ácidos grasos del aceite de milpesos con el aceite de oliva, concluyeron que los dos aceites son extremadamente similares. Se destaca el valor del ácido oleico, en el cual la palma milpesos presentó un 77.7% y el aceite de oliva un 76%. También, la composición de ácido esteárico y linolénico fue muy similar entre estos dos aceites: en el ácido esteárico, el aceite de oliva presentó un porcentaje de 2% y el aceite de milpesos 3.5%, y en el caso del ácido linolénico, el aceite de milpesos tuvo un 0.6% frente al 0.5% del aceite de oliva. La única diferencia significativa de importancia nutricional es que el aceite de oliva tiene alrededor de tres veces más ácido linoleico (Balick, 1980; Balick & Gershoff, 1981). Esta similitud también fue encontrada por CI-Bolivia (2007), los cuales hallaron valores muy similares a los registrados por Balick y Gershoff (1981), encontrando también una gran similitud en la proporción de un ácido graso saturado (aparentemente palmítico). En un estudio más reciente realizado por Montúfar *et al.* (2010) se identificaron 15 ácidos grasos presentes en el aceite de esta palma. De estos, el ácido oleico (72,7%) y el ácido palmítico (18,1%) fueron los ácidos grasos de mayor proporción representando aproximadamente el 90% del total. Algo para resaltar es que el ácido cis-vaccénico, que no se había registrado en los estudios previos de la especie, fue el tercer ácido graso más predominante. En todos los documentos revisados se encuentra al ácido oleico como el ácido graso de mayor proporción, con una presencia de entre 75% y 82.5% (Vallejo, s.f.; Balick, 1980; Balick, 1981; Collazos, 1987; Balick, 1988; Ríos *et al.*, 1996; Ríos *et al.*, 1998; Ríos, 1998; Montúfar *et al.*, 2010). El ácido palmítico es el segundo

en preponderancia con un porcentaje registrado en la mayoría de los documentos de entre 13% y 18% (Vallejo, s.f.; Collazos, 1987; Balick, 1988; Ríos, 1998; Montúfar *et al.*, 2010). Es importante mencionar que también se documentó porcentajes entre el 7% y el 9% de ácido palmítico en dos estudios de hace más de 50 años (Jamieson, 1943 citado por Collazos, 1987; Pinto, 1951 citado por Collazos, 1987). La notable variabilidad en algunos aspectos de la composición química del aceite se debe a que esta puede variar fuertemente en relación a las condiciones del suelo y clima (Miranda *et al.*, 2008).

Además de la composición de ácidos grasos, también se han identificado algunas características fisicoquímicas del aceite de milpesos muy relevantes para evaluar la calidad de este. El índice de yodo del aceite, según los resultados obtenidos por Calderón (1946) y Ríos (1998) es de 64.1 y 73 respectivamente, reflejando un alto grado de insaturación, consecuente con la proporción de ácido oleico que contiene, y una gran similitud con el aceite de oliva (Ríos, 1998). Según Ríos (1998) el aceite de milpesos evidencia un índice de saponificación de 183, menor que el del aceite de palma refinado, a su vez este valor no es muy diferente al encontrado por Calderón (1945) quien lo estimó en 195,02. Es un aceite estable a la oxidación debido a sus bajos índices de acidez (0.58) y de peróxido (3.8), registrados por Ríos (1998), valores comparables con el promedio de los resultados obtenidos por Briceño y Navas (2005) de 0.97 y 3.21, respectivamente. Esta aparente estabilidad ante la oxidación significa que el aceite no se daña o descompone tan rápidamente, pudiendo ser conservado por varios meses (Miranda *et al.*, 2008), incluso Balick (1980) afirma que puede ser conservado hasta por un año y Ríos *et al.* (1996) aseguran que hasta por tres, todo esto sin perder su calidad o características físicas y químicas. Es un aceite rico en esteroides, predominando el B-sitosterol, el B-caroteno y el escualeno (Ríos *et al.*, 1996; Ríos *et al.*, 1998; Miranda *et al.*, 2008), y además es muy bajo en colesterol (Ríos *et al.*, 1996; Ríos, 1998). Según Montúfar *et al.* (2010), el contenido de esteroides de *O. bataua*, 368 mg / kg de aceite, es bajo en comparación con el aceite de girasol o de soya, pero comparable con el del aceite de palma africana y de coco. Además del B-sitosterol, este aceite presenta una gran cantidad de D5-avenasterol (21,3%), que se sabe presenta una actividad antioxidante (Gordon & Magos, 1983 citado por Montúfar *et al.*, 2010; Montúfar *et al.*, 2010). Es importante resaltar que este aceite es también rico en tocoferoles, alrededor de 1.700 mg / kg (Montúfar *et al.*, 2010), siendo el más abundante, el α -tocoferol (Ríos *et al.*, 1996; Ríos, 1998; Montúfar *et al.*, 2010), el cual es la isoforma de tocoferol más efectiva en la actividad de la vitamina E (Azzi & Stocker, 2000

citado por Montúfar *et al.*, 2010), por lo cual este aceite podría representar una buena alternativa para mejorar la nutrición en los países en desarrollo (Montúfar *et al.*, 2010).

- **Biología reproductiva**

La palma *Oenocarpus bataua*, es una planta monoica que presenta una asincronía muy marcada entre la antesis de las flores masculinas y la antesis de las flores femeninas (Rojas-Robles & Stiles, 2009; Balick, 1992 citado por Miranda *et al.*, 2008) la cual funciona como un mecanismo para evitar la autofecundación (Miranda *et al.*, 2008). La asíncrona presente en la apertura de las flores también se presenta en casi todas la fenofases de la planta (Cifuentes *et al.*, 2010). Cifuentes *et al.* (2010) en un trabajo sobre la fenología de dos poblaciones de palma milpesos en el Chocó, encontraron que menos del 60% de las palmas presentaron la fenofase botón floral durante la mayor parte de los 57 meses del estudio, de 1999 a 2001 y de 2006 a 2009. De manera similar, en un estudio sobre la biología reproductiva de poblaciones de milpesos en la cordillera central, Núñez-Avellaneda y Rojas-Robles (2008) hallaron una sincronía en la floración de menos del 20%, incluso en el periodo pico de floración; sin embargo, es importante mencionar que este estudio se realizó a lo largo de tan solo un año. Igual de notable fue la asíncronia encontrada por Cifuentes *et al.* (2010) en las fenofases frutos verdes y frutos maduros. Tan solo durante los meses 16 y 17 después de iniciada la fructificación, los frutos verdes alcanzaron un pico de presencia del 62%, y solo el 27% de los individuos presentaron frutos maduros durante el pico de maduración. Estos valores son parecidos a los encontrados en la Cordillera Central de Colombia por Rojas-Robles y Stiles (2009), quienes registraron valores máximos de sincronía de 70% y 30% para frutos verdes y frutos maduros, respectivamente. Debido a estas marcadas diferencias en los periodos de floración y maduración de frutos, es posible encontrar en una misma palma, frutos en todos los estados de desarrollo, en diferentes cantidades y a lo largo de todo el año (Rojas, 2008; Miller, 2002 citado por Miranda *et al.*, 2008; Miranda, 2007 citado por Miranda *et al.*, 2008). Por lo anterior, es muy difícil realizar una predicción confiable acerca de la producción de frutos de una población de palma milpesos, por lo que varios autores han descrito los patrones fenológicos de diferentes poblaciones de esta palma a lo largo del continente. En la región de Araracuara, Colombia, la floración se da de manera continua a lo largo del año, presentando un pico en el mes de agosto. Los frutos también se pueden encontrar todo el año, pero la mayor presencia se observa entre los meses de octubre y noviembre (Vélez, 1992 citado por Castaño *et al.*, 2007). En este mismo periodo, Gonzales (2002) también documentó el pico de fructificación de la palma en la región del medio Atrato, en Colombia; registrando también la

producción de botones florales a partir de Diciembre, con un pico entre Marzo y Mayo, coincidiendo con la disminución de las lluvias. En un estudio realizado por Collazos (1987) en el municipio de Buenaventura, Valle del Cauca, la floración se presentó principalmente entre Febrero y Junio con un pico en Abril, correspondiendo con los periodos de menor precipitación, y la fructificación tomó entre 10 y 14 meses hasta alcanzar la madurez de los frutos. Resultados similares fueron hallados por Gómez *et al.*, (1996) en poblaciones de palma milpesos en Pastaza (Ecuador), donde, debido a la asincronía, la floración se da durante todo el año presentando un pico entre Febrero y Abril. Los periodos de menor precipitación, comprendidos entre los meses Diciembre y Febrero, también fueron reconocidos, tanto por Núñez-Avellaneda y Rojas-Robles (2008) como por Vallejo (s.f), como aquellos con mayor intensidad de floración y maduración de frutos en poblaciones de palma milpesos en los Andes Antioqueños y en Araracuara, Amazonia Colombiana. Sin embargo, para que esta información pueda ser de verdadera utilidad, y así entender correctamente la fenología de esta palma, es importante conocer el patrón fenológico de la misma, el cual, según la literatura, puede variar dependiendo del lugar de estudio. En un trabajo realizado por Sist (1989, citado por Rojas-Robles & Stiles 2009) en la Guyana Francesa, la palma Milpesos presentó un patrón de reproducción bianual, produciendo la mayor cantidad de frutos cada dos años. Información similar también fue encontrada por Miller (2002, citado por Miranda *et al.*, 2008) en un bosque bajo del Ecuador, donde los meses de mayor abundancia de frutos maduros fueron Marzo y Abril. De igual manera, Collazos & Mejía (1988, citado por Castaño *et al.*, 2007) argumentaron que cada individuo alterna un periodo de alta producción de flores con otro de poca producción, evidenciando una característica bianual en su patrón reproductivo. La mayoría de estos resultados se basan en estudios realizados a lo largo de uno a tres años, tiempo que según Rojas-Robles y Stiles (2009) podría ser insuficiente para documentar dos o más picos de reproducción, lo que no permitiría contemplar el patrón de reproducción completo. Por su parte, Rojas-Robles y Stiles (2009) realizaron un estudio de cuatro años de la fenología de la palma milpesos en el nororiente de Antioquia, donde concluyeron que el ciclo reproductivo de esta palma obedece a un patrón multianual. Observaron que la mayoría de las palmas pasaron de uno a tres años sin presentar algún evento reproductivo y dentro de la población se podían presentar varios picos reproductivos durante el periodo de estudio. En términos generales, encontraron que una estructura reproductiva necesita alrededor de dos años para desarrollarse por completo y que es posible encontrar frutos maduros en cada palma hasta por cuatro meses, debido a la ya mencionada asincronía; valor similar a los poco más de cinco meses que Cifuentes *et al.*, (2010) afirman es el tiempo promedio de duración de los

frutos maduros. De igual forma, Gonzales (2002) corrobora la característica multianual del ciclo reproductivo de *Oenocarpus bataua*, ya que según sus resultados, la producción de frutos es diferente al comparar el mismo mes de años diferentes. Asimismo, Rojas (2008) también identifica como multianual el ciclo de reproducción de la palma milpesos, luego de realizar un estudio durante cuatro años en tres fragmentos de bosque subandino de Colombia. Se documentó que el intervalo entre los picos de floración fue de aproximadamente cuatro años y que el intervalo entre los picos de maduración de los frutos fue imposible de determinar. Al igual que Rojas-Robles y Stiles (2009), Rojas (2008) también encontró que son necesarios alrededor de dos años para completar un evento reproductivo desde el inicio hasta el final, de los cuales hasta 12 meses corresponden a la etapa de maduración del fruto. Es evidente entonces que *Oenocarpus bataua* presenta patrones fenológicos muy variables entre las regiones a lo largo de su distribución. Según Henderson (1995, citado por Ruiz & Alencar, 2004) y Kahn y Granville, (1992, citado por Ruiz & Alencar, 2004) esta variabilidad depende de los periodos de lluvias y de sequías. Sin embargo, Ruiz y Alencar (2004), así como Rojas (2008) y Miranda (2007, citado por Miranda *et al.*, 2008), concluyeron que esta variabilidad encontrada en las diferentes poblaciones, podría ser mas producto de aspectos genéticos y fisiológicos, o variables ecológicas como las condiciones del suelo, la depredación y la competencia por luz, que por factores climáticos. Consecuente a esto, Rojas-Robles y Stiles (2009) encontraron que las variables ambientales consideradas en su estudio (lluvia, humedad relativa e incidencia de los rayos solares), parecían carecer de una correlación directa con los eventos reproductivos, actuando independientemente. Por ejemplo, Rojas (2008) identificó un patrón donde las palmas con mayor cantidad de estructuras reproductivas producidas en el primer pico de producción, eran las primeras en comenzar la producción en el segundo, sugiriendo así, que otros aspectos diferentes a los climáticos podrían influenciar el número de eventos reproductivos. Finalmente, otro aspecto mencionado en la literatura es la edad en que la planta comienza su ciclo de reproducción. Según Castaño *et al.*, (2007), la palma milpesos comienza a producir frutos, en promedio desde los 18 años, aunque se registran palmas desde cinco hasta 30 años comenzando su ciclo reproductivo. De hecho, Gomez *et al.*, (1996), observaron un individuo de dos años floreciendo, aparentemente debido a una temprana e intensa exposición a la luz solar. Por su parte Balick (1980) menciona entre ocho y 12 años como la edad de la primera fructificación de esta palma.

- **Información poblacional**

Es muy común encontrar a esta palma formando rodales que pueden abarcar inmensas extensiones de tierra. Estos rodales están compuestos por individuos de diferentes estadios de vida; plántulas, juveniles, adultos y palmas senescentes interactúan entre sí en estas enormes poblaciones (Balick, 1980). Sirotti y Malagutti (1950, citado por Balick 1980) calcularon la relación entre adultos productivos y adultos no productivos en poblaciones de palma milpesos en la Amazonia Venezolana. Alrededor del 72% de los individuos resultaron productivos, de los cuales el 42% presento dos racimos de frutos. Según los cálculos, en una hectárea de un rodal se encuentran 1000 plántulas menores de un año, entre 400 y 500 plantas jóvenes de entre uno y cuatro años, y entre 400 y 500 adultos productivos. Estos resultados son muy diferentes a los obtenidos por Castaño *et al.* (2007) en el trapecio Amazónico. Estos encontraron un total de 478 individuos en un área de 0.3 hectáreas, de los cuales tan solo 15 fueron individuos reproductivos y el resto plántulas y principalmente juveniles no reproductivos. Además del número de individuos, también registraron sus alturas, encontrando que más del 60% de los individuos median menos de un metro de altura, disminuyendo el porcentaje a medida que se hacían más grandes hasta finalmente no encontrar casi ningún individuo entre cinco y diez metros de altura. Es importante mencionar que esta notable ausencia en individuos reproductivos se debe principalmente a la tala selectiva de palmas de esta altura realizada por los indígenas, quienes la utilizan para la construcción (Castaño *et al.* 2007). Por otra parte, la densidad hallada por Rojas (2008), de 29.3 individuos subadultos y de 163 individuos adultos por hectárea, es muy inferior a los 425 individuos por hectárea encontrados por Kahn y Mejía (1991, citado por Rojas, 2008) en Perú, y a su vez mucho mayor que la densidad de 6.8 adultos encontrada por Logfren (1995, citado por Rojas, 2008) en un bosque húmedo subandino en el norte de Bolivia; estas densidades son muy variables, incluso entre zonas de regiones cercanas entre sí (Rojas, 2008), debido a que la abundancia de una población puede ser fuertemente afectada por la variabilidad ambiental presente a pequeña escala (Svenning, 1999 citado por Rojas, 2008). Otro aspecto tomado en cuenta por Rojas (2008), fue el patrón de distribución de los individuos. Se identificó para las semillas y plántulas un patrón de distribución gregario, muy cerca de la planta parental. Este patrón de distribución se puede deber a la disminución de frugívoros dispersores de semillas de esta palma, escasos en el área por cuenta de la cacería y la fragmentación del hábitat. Consecuente a esta sombra de semillas generada por la relativa ausencia de la dispersión de estas, los individuos sub-adultos también presentaron una distribución agregada, la cual va cambiando a aleatoria a medida que crecen los individuos (Rojas, 2008).

- **Rendimiento**

El rendimiento, es un aspecto ampliamente mencionado en la literatura consultada, especialmente para *Oenocarpus bataua*. De igual forma que la fenología o la información poblacional, el rendimiento exhibe valores muy variables dependiendo del autor y del lugar donde se registra. En términos generales, cada palma en estado silvestre produce entre uno y cuatro racimos al año (Balick, 1988; Gómez *et al.*, 1996; Ríos, 1998; Miller, 2002 citado por Miranda *et al.*, 2008), sin embargo este valor puede cambiar dependiendo del lugar. En el pacífico Colombiano, es posible encontrar un promedio de cuatro racimos por palma (Ríos *et al.*, 1997; Ríos, 1998; Ríos *et al.*, 1998); cada uno de estos racimos puede tener hasta 19.82 kg de peso en fruto representado por alrededor de 1362 frutos por racimo (Ríos *et al.*, 1997). Castaño *et al.* (2007) documentaron para la región del trapecio Amazónico, entre uno y dos racimos por palma, con una producción promedio de 6.2 kg de fruto por racimo, muy por debajo del valor encontrado por Balick (1979), quien afirma que en general cada palma produce en promedio, 14 kg de fruto por cada temporada reproductiva. En la región de Pastaza, en el Ecuador, Gómez *et al.* (1996) encontraron entre uno y cuatro racimos por cada palma, representando, en promedio, una producción de aceite de 8.4 kg por individuo. Además de conocer la cantidad de racimos y frutos que produce una palma, también se han realizado cálculos de rendimiento involucrando la composición de los frutos y la densidad de individuos. Sirotti y Malagutti (1950, citado por Balick 1980), en un estudio en la Amazonia Venezolana, promediaron la producción de frutos de 100 palmas adultas en 1612 kg de fruto, considerando un promedio de 155 racimos, cada racimo pesando alrededor de 10.43 kg. Con un porcentaje de aceite del 8% por cada fruto, la producción de aceite por las 100 plantas la calcularon en 37.2 galones. Pesce (1985, citado por Miranda *et al.*, 2008), afirma que alrededor del 40% del peso total del fruto está representado por el mesocarpo aceitoso; el contenido de aceite de este, puede oscilar entre 12,4 a 18,2%, lo que representaría una producción de entre 0.3 kg a 8,4 kg de aceite por cada palmera, considerando un promedio de cuatro racimos por palmera y de ocho a 15 frutos por raquila. Diaz y Avila (2002, citado por Miranda *et al.*, 2008) calculan que la producción en poblaciones silvestres con una alta densidad puede llegar hasta las 3.5 toneladas de fruto por hectárea, significando unos 260 kg de aceite. Collazos (1987) asegura que en condiciones naturales, una hectárea tiene alrededor de 153 palmas, de las cuales solo 38 se encuentran productivas, representando unos 235 kg de fruto. Collazos (1987) también calcula que alrededor del 37% del peso del fruto corresponde a la pulpa, la cual contiene un 24% de aceite, lo que significa una producción de entre 65 y 70 g

de aceite por kg de fruto. Este porcentaje de aceite es muy superior al encontrado por Villachica (1995b, citado por Castaño *et al.*, 2007), quien asegura que cada fruto tan solo contiene entre 6.5 y 8% de aceite, valor muy similar al registrado por Blaak (1992, citado por Castaño *et al.*, 2007), el cual calcula el porcentaje de aceite contenido en cada fruto entre 6 y 8%. De manera similar, existen diferentes cálculos de rendimiento de esta palma a lo largo del continente (Peters *et al.*, 1989 citado por Miranda *et al.*, 2008; Peters, 1992; Gonzales, 2002; CI, 2006 citado por Miranda *et al.*, 2008), la mayoría muy diferentes entre sí. Esta diferencia puede ser causada por la calidad de los frutos empleados o el tipo de suelo donde las palmas se encuentran, también por un bajo porcentaje de polinización o a un incremento en los abortos, incluso el método de extracción utilizado puede ocasionar una diferencia considerable en el rendimiento de la planta para la producción de aceite (Collazos, 1987; Gonzales, 2002; Castaño *et al.*, 2007). Según Agricultura de las Américas (1992, citado por Vallejo, s.f.), el rendimiento por palma puede variar notablemente al utilizar el método de extracción tradicional, por medio de un Sebucán, o el método de extracción, con una prensa mecánica o hidráulica. Utilizando el método tradicional se puede extraer hasta 262.5 kg de aceite anuales por hectárea, una cifra mucho menor a los 667,5 kg de aceite anuales por hectárea que se podrían obtener con la prensa. Estos resultados los calcularon teniendo en cuenta una producción de 750 kg de fruto por hectárea, con una densidad de 25 palmas por hectárea. Incluso el rendimiento puede variar dentro de la misma población, dependiendo de la altura del individuo. En un estudio realizado en tres poblaciones de palma milpesos en Bolivia, Miranda (2007, citado por Miranda *et al.*, 2008) advirtió que la cantidad de racimos y de frutos por racimo variaba entre las clases de edad; aquellos individuos con alturas entre los 12 y los 16 metros presentaban la mayor productividad. Por otra parte, con prácticas de cultivo apropiadas, el rendimiento en términos de frutos producidos, puede aumentar en más de 110 kg por hectárea (Balick, 1980). Blaak (1988) asegura que el rendimiento de esta palma se podría incrementar con la aplicación de diferentes técnicas de manejo, aplicadas en un sistema de cultivo, por ejemplo: métodos de polinización y control de enfermedades. Al aplicar los parámetros de siembra de la palma africana se podría incrementar la producción de racimos y frutos; cultivando una hectárea con una densidad de 216 palmas, cada palma produciendo un promedio de 2.16 racimos y cada racimo pesando 10.4kg, se podría extraer hasta 388kg de aceite por hectárea.

- **Variabilidad fenotípica y genotípica**

En la literatura es muy poca la información disponible acerca de la variabilidad fenotípica y genotípica de la especie. Una notable diferencia entre los individuos de *Oenocarpus bataua* son los frutos, los cuales pueden ser muy variables, midiendo desde 2.1 cm hasta 4 cm o más y pueden ser de color blanco o rojizo (Balick, 1981). También, la estructura del racimo puede variar intraespecíficamente. Los racimos de las palmas de la Amazonia, suelen tener los frutos organizados de manera equitativa a lo largo de la raquilla, mientras que los individuos del norte de Venezuela y de Trinidad, usualmente tienen los frutos apiñados en uno de los extremos de la raquilla (Balick, 1981). Otra interesante variabilidad a nivel fenotípico se observó en un individuo sembrado como planta ornamental en Ecuador. Las infrutescencias de esta palma se originaron a más o menos un metro de altura desde el suelo, mucho menos que los cinco u ocho metros normales, y la cantidad de racimos llegó hasta cinco, cifra mucho mayor que el máximo usualmente encontrado en la naturaleza (Balick, 1981). Un fenotipo similar al de Ecuador, también se observó en Tumaco, Colombia. También presentó las infrutescencias a un metro de distancia, pero además ostenta una invaginación muy característica en la mitad del fuste (Balick, 1988). Además de estas variaciones en los fenotipos, también es importante mencionar que en Colombia y Venezuela, se puede encontrar un híbrido entre *Oenocarpus bataua* y *Oenocarpus bacaba*, el cual presenta una semilla abortada y reducida, dando lugar a un mayor desarrollo del mesocarpo aceitoso. Estos ejemplares son los más apreciados por las comunidades indígenas, quienes los reconocen y aprovechan subiendo a la palma en lugar de tumbarla. Los indígenas de la Amazonia reconocen numerosas “formas” de esta palma, las cuales no han sido tenidas en cuenta por la comunidad científica (Balick, 1981).

Conocimiento tecnológico

- **Requerimientos ambientales y cultivo**

La información disponible acerca de los requerimientos ambientales de esta planta, se enfatiza principalmente en las condiciones óptimas para su cultivo y en la descripción de los entornos favorables para su desarrollo. El correcto cultivo de esta palma, significaría un notable incremento en la producción, además también aseguraría una oferta constante del producto, alternando diferentes generaciones de palma dentro del mismo cultivo (Balick, 1980), todo esto teniendo en cuenta la ya mencionada asincronía en el patrón reproductivo de la planta. La palma milpesos requiere de una alta intensidad lumínica, alta humedad y alta pluviosidad (Collazos, 1987). Esta palma puede crecer sin problema en la gran mayoría de suelos, sin

embargo los suelos francoarcillosos y los francoarcillosos-arenosos, son los más apropiados. Terrenos deforestados con un pH neutro o poco ácido son ideales para su cultivo (Forero & Balick, 1985). Un importante aspecto para tener en cuenta en el cultivo de esta planta es la germinación. Debido en gran parte a que no se conoce mucho las tasas de germinación en estado silvestre (Miranda *et al.*, 2008), numerosas pruebas de germinación en plantaciones se han realizado para determinar las tasas de germinación y las condiciones óptimas para esto. Según Forero y Balick (1985), las semillas germinan entre los 40 y 90 días, en estado silvestre y la germinación suele ocurrir después de los primeros 15 o 20 días de haber caído el fruto; cifras similares a las proporcionadas por Braun (1968) quien estipula un tiempo de entre 20 y 40 días para la germinación. Por su parte, Collazos y Mejía (1988, citado por Castaño *et al.*, 2007) encontraron que la germinación toma entre 40 y 120 días, bajo condiciones naturales; mucho menos tiempo que los seis meses documentados por Játiva y Alarcón (1994, citado por Castaño *et al.*, 2007). En condiciones de siembra similares a las naturales, utilizando semilleros sin cubierta, Ríos *et al.* (1998), reportaron un tiempo de germinación de 31 días, sembrando las semillas en semilleros con dimensiones de 6,80 x 0,80 m, a una profundidad de siembra de 0,02 m y una distancia entre las semillas de 0,15 m. Con semilleros de idénticas proporciones, Ríos *et al.* (1997) compararon la tasa de germinación de las semillas aplicando tres tratamientos, de los cuales, el que presentó una mayor tasa de germinación (86%), fue el escaldado sin cubierta, comenzando a germinar a los 31 días desde la siembra hasta alrededor de los 45 días. Por otro lado, Gómez *et al.* (1996) reportaron un tiempo de germinación de hasta tres meses, con un porcentaje del 90%, en semillas de palmas de la región de Pastaza en Ecuador. Estos periodos de germinación pueden acortarse en gran medida si se somete a las semillas con agua tibia, durante un tiempo, antes de sembrarla (Collazos & Mejía, 1988 citado por Castaño *et al.*, 2007; Borgtoft-Pedersen & Balslev 1993 citado por Miranda *et al.*, 2008; Vallejo, s.f.; Collazos, 1987; Gomez *et al.*, 1996). Este comportamiento fue observado por Balick (1992, citado por Castaño *et al.*, 2007), en indígenas del Vichada y del Vaupés, quienes practicaban este método para acelerar la germinación y además aumentar el porcentaje de germinación. Vallejo (s.f.), encontró que las semillas que eran tratadas con agua tibia germinaban en menos de 30 días, mucho más rápido que aquellas que se dejaban germinar sin aplicar el tratamiento, que tomaban entre 45 y 120 días en germinar. Además, con el método del agua tibia, se puede obtener más de 95% de germinación en poco menos de 60 días (Collazos, 1987; Balick, 1988). Luego de que la semilla ha germinado, antes de ser trasplantada, la plántula debe permanecer en el vivero entre 10 y 18 meses (CONIF, 1980 citado por Miranda *et al.*, 2008; Forero & Balick, 1985), o hasta que tengan entre 0.80 y 1.20

metros de altura (Forero & Balick, 1985). Al cabo de 18 meses, se calcula un porcentaje de supervivencia de las plántulas de alrededor del 79% (CONIF, 1980 citado por Miranda *et al.*, 2008). Castaño *et al.* (2007) recomiendan que en el establecimiento de los viveros, se debe controlar las condiciones de luz, para asegurar una sombra adecuada para la plántula; además, es bueno agregar al suelo del vivero donde se desarrollan las plántulas, unos 1000 g de abono orgánico por planta, además de ceniza y 250 g de cal, esto para neutralizar la acidez y brindar a la planta los requerimientos nutricionales necesarios para su óptimo desarrollo. Al momento de trasplantarlas, Forero y Balick (1986) sostienen que se deben plantar en cuadrado o en tres bolillos. Sembrándolas en cuadrado, se pueden plantar, en una hectárea, 121 palmas con 9 m de distancia entre sí, y 100 palmas por hectárea con el método de tres bolillos. Por su parte, Balick (1988) argumenta que 200 palmas pueden ser plantadas en una hectárea, si se tiene en cuenta un espaciamiento de 7x7 m entre sí, y si a cada una de estas palmas se le aplica 1.5 kg de fertilizante, podría producir hasta 60 kg de fruto anuales, representando 12.000 kg de fruto por hectárea. Cuando se va a trasplantar las plantas, lo mejor es hacerlo dentro de un sistema agroforestal (Ríos *et al.*, 1997). Según Ríos *et al.* (1997), lo ideal es sembrar las palmas cerca de árboles maderables o de fuentes de agua, a una distancia de alrededor de 3 m. Cuando las palmas se siembran en asociación con árboles maderables como el guino (*Carapa guianensis*) o el lirio (*Pouroma chocoensis*), desarrollan hojas y tallos grandes y fuertes, además su crecimiento es muy eficiente; a diferencia de si e siembran en un sistema de monocultivo, donde el crecimiento es deficiente y se puede observar la muerte de muchas plantas. Para incrementar la tasa de germinación y asegurar un cultivo eficiente, es recomendable lavar las semillas una vez removido el endocarpo, luego secarlas al sol durante un par de horas y colocarlas en un sustrato arenoso, se recomienda aserrín en descomposición, con un buen suministro de sombra y constante riego (CONIF, 1980 citado por Miranda *et al.*, 2008; Sist & Puig, 1987 citado por Miranda *et al.*, 2008; Borgtoft-Pedersen & Balslev, 1993 citado por Miranda *et al.*, 2008). La inoculación de micorrizas en el sustrato, puede resultar en la producción de palmas hasta dos veces más pesadas que aquellas sin presencia de micorrizas (St. John, 1988 citado por Miranda *et al.*, 2008), por lo que la integración de estas al cultivo es de suma utilidad, esto se puede hacer incorporando hojarasca en descomposición a la tierra donde se van a sembrar las palmas (Miranda *et al.*, 2008). El cultivo de esta palma, con el adecuado espaciamiento, adecuada fertilización y demás prácticas ya mencionadas, puede resultar en una producción de frutos en menos de dos años (CONIF, 1980 citado por Miranda *et al.*, 2008), luego de ser trasplantadas, mucho más rápido que los ocho a doce años que usualmente se demora en estado silvestre (Balick, 1980; Borgtoft-Pedersen & Balslev, 1993

citado por Miranda *et al.*, 2008), además la fructificación se dará a una altura menor, facilitando su cosecha, y la producción de racimos y frutos será mucho mayor (Balick, 1981).

- **Enfermedades y tratamientos**

La información disponible acerca de las enfermedades y los tratamientos de la palma milpesos no es muy numerosa. Según Braun (1968), las bacterias y los hongos son la principal fuente de enfermedades en las palmas en general. Los hongos del género *Pestalozzia* pueden acabar con las hojas de las plántulas en desarrollo (Sirotty & Malagotty, 1950 citado por Miranda *et al.*, 2008) y es muy común encontrar una enfermedad producida por un hongo, que produce unos puntos amarillentos en el haz de las hojas; para manejar esta enfermedad, se recomienda tratar la planta infectada con compuestos azufrados o de cobre y, para prevenir su contagio, se aconseja desinfectar las semillas antes de sembrarlas (Braun, 1968). Las larvas de los escarabajos de la especie *Rhynchophorus palmarum* dañan las espatas de las inflorescencias, destruyendo parcial o totalmente la flor (Collazos & Mejía, 1988 citado por Castaño *et al.*, 2007). De igual manera los escarabajos adultos de esta misma especie también acaban con las inflorescencias, y además pueden afectar el tronco si este se encuentra dañado (Collazos & Mejía, 1987 citado por Castaño *et al.*, 2007). Asimismo, las larvas de algunas especies de escarabajo pertenecientes a la tribu Derelomini, depositan sus huevos en las flores, destruyendo los óvulos de las flores pistiladas (García, 1988 citado por Miranda *et al.*, 2008). El control de estas plagas es de suma importancia para asegurar una buena producción de frutos por parte de las palmas. Garcia (1988, citado por Miranda *et al.*, 2008) determinó que la baja eficacia reproductiva de la palma milpesos no se debía a la tasa de polinización, que calculó entre 61% y 96%, sino por otros factores, como la depredación de flores. El tratamiento para estos insectos es más complicado, ya que el uso de insecticidas químicos podría eliminar las especies polinizadoras beneficiosas para la palma, por el contrario, algunos autores recomiendan técnicas de control mecánicas, como la limpieza o aislamiento de las inflorescencias por medio de redes, que permitan el ingreso de los polinizadores pero que excluyan los insectos perjudiciales (Miranda *et al.*, 2008). Adicionalmente también se aconseja eliminar, talando y quemando, los individuos atacados por alguna plaga o enfermedad, o que ya han muerto a causa de estas (Gómez *et al.*, 1996; Braun, 1968).

- **Cosecha y recolección**

La cosecha se debe realizar cuando los frutos se encuentren en un nivel óptimo de madures, ya que cosecharlos cuando no estén totalmente maduros puede representar una disminución

en la cantidad de aceite y cosecharlos cuando están ya muy maduros, puede disminuir la calidad del mismo (Forero & Balick, 1985). Asimismo, teniendo en cuenta el patrón de reproducción multianual de esta palma, es recomendable realizar la cosecha en la temporada seca o de menos precipitación, cuando suelen ocurrir los picos de maduración de los frutos (Collazos, 1987). La recolección de los frutos se debe hacer de una manera correcta, para asegurar la seguridad del personal y la mayor eficiencia. Miranda *et al.* (s.f., citado por Miranda *et al.*, 2008) mencionan los pasos a seguir para realizar una buena práctica de recolección de frutos. En términos generales, primero se debe comprobar la madurez del racimo, lanzando algún objeto hacia este para que caigan algunos frutos. Luego se sube a la palma utilizando un equipo de seguridad y unos trepadores; a continuación se realiza unos cortes al racimo con un machete hasta que este quede parcialmente cortado, se amarra el racimo con unas cuerdas para bajarlo suavemente y se corta totalmente. Una vez abajo, se realiza la selección y separación de los frutos maduros en buen estado, para finalmente ser empacados para el transporte. Luego de ser transportados al centro de abastos, los frutos no deben ser almacenados por más de tres días, de lo contrario el rendimiento y la calidad del aceite puede verse afectado (Rios *et al.*, 1997).

- **Rendimiento comercial**

El rendimiento comercial del aceite de milpesos es un tema relativamente poco abordado. Debido a que esta planta presenta una amplia distribución a lo largo de Suramérica, en la literatura se mencionan diferentes cifras respecto al rendimiento comercial, dependiendo del lugar y del año de donde se obtiene el registro. Balick (1988) calculó, que con el precio del dólar de 1979, la libra de aceite milpesos costaba 83.3 centavos, significando que con una producción de 37.2 galones de aceite por cada 100 palmas, se obtendría una ganancia de 236 US\$ por año. Teniendo en cuenta que la densidad de esta palma en la naturaleza puede llegar hasta los 500 individuos por hectárea (Sitotti & Malagutti, 1950 citado por Balick, 1988), la ganancia anual sería de 1064 US\$. Para finales de la década de los 80's, el litro de aceite se vendía en Venezuela por US\$ 15, principalmente para uso medicinal (Balick, 1980). En el Ecuador, para mediados de los 90's, el aceite se vendía en los mercados locales de Puyo y Nueva Loja a 6.5 US\$ el litro y 23.50 US\$ el galón y los frutos se negociaban a 27 centavos de dólar el kilo (Gómez *et al.*, 1996). Por otro lado, en Quito, el litro de aceite podía alcanzar hasta los 40 US\$, mientras que en otros mercados locales el precio oscilaba entre los 10 y los 11.66 US\$ el litro (Miller, 2002 citado por Miranda *et al.*, 2008). En Venezuela, el precio de la botella de aceite (1.5 litros) variaba entre los 5.66 US\$ y los 7.64 US\$, y el kilo de fruto

entre 45 y 89 centavos de dólar (Narváez & Stauffer, 1999). Según TROPICO (2008, citado por Miranda *et al.*, 2008), en Bolivia, en las tiendas naturistas, se vendía una botella de aceite de 60 ml por 27 Bs., alrededor de 3,8 US\$, con el cambio actual. En Colombia, el precio del bulto de fruta fresca oscilaba entre 10.000 y 15.000 pesos en los mercados locales de Leticia y Puerto Nariño, en el trapezio Amazónico. Pese a que el aceite también es comercializado, no hay datos disponibles acerca de los precios que son manejados (Castaño *et al.*, 2007). El aceite de Milpesos puede llegar a tener un mercado importante a nivel local e incluso internacional (Balick, 1980; Forero & Balick, 1985). En un estudio de mercado realizado en Colombia, Vallejo & García (1994, citado por Castaño *et al.*, 2007) calcularon que la demanda de aceite en Bogotá podría alcanzar hasta una tonelada mensual, llegándose a pagar hasta 2.280.000 pesos la tonelada, dependiendo del transporte. Un importante aspecto del rendimiento comercial del aceite de esta palma, es que debido a la gran similitud que este tiene con el aceite de oliva, su comercialización se podría hacer con base en los precios que este último ostenta, y teniendo en cuenta que el precio del aceite de oliva es el más alto del mercado de los aceites vegetales, el rendimiento económico podría ser supremamente significativo (Balick, 1980; Forero & Balick, 1985; Gomez *et al.*, 1996). Por ejemplo: para 1990, la tonelada métrica alcanzaba un precio en el mercado internacional de 5.417 US\$, 3.000 US\$ más costoso que el aceite de soya o de palma africana (Balick, 1980).

- **Colecciones de germoplasma y fitomejoramiento**

Referencias acerca de las colecciones de germoplasma de palma milpesos, son muy pocas, de hecho, entre todos los documentos revisados tan solo se menciona un banco de germoplasma. El banco de germoplasma en las instalaciones de CPATU, en Belem, Brasil. Este banco de germoplasma es coordinado y dirigido por CENARGEN-EMBRAPA, los cuales en la actualidad brindan apoyo técnico para la creación e implementación de nuevos bancos (Balick, 1988; Forero & Balick, 1985). Para la palma Milpesos no existe en la actualidad un plan de fitomejoramiento que se esté llevando a cabo o que al menos se esté planificando. Sin embargo, teniendo en cuenta que la hibridación natural es uno de los mecanismos de fitomejoramiento mas importantes (Balick, 1988), el híbrido entre *Oenocarpus bataua* y *Oenocarpus bacaba* registrado en Colombia y Venezuela, el cual tiene un mayor rendimiento de aceite debido a las características de su fruto (Balick, 1981), es hasta el momento el único ejemplo de este aspecto, presente en la literatura.

- **Información agroforestal**

La integración de la palma milpesos a un sistema de semicultivo, puede generar un incremento enorme en la producción (Balick, 1988). Suele ser sembrada en asociación con frutales, principalmente la piña el borjón y especies maderables (Ríos *et al.*, 1996). Cuando es sembrada junto con plantas como el guino (*Carapa guianensis*) o el lirio (*Pouroma chocoensis*), su crecimiento aumenta y desarrolla hojas y tallos grandes y fuertes (Ríos *et al.*, 1997). Gómez *et al.* (1996) al igual que Miller (2002, citado por Miranda *et al.*, 2008), recomiendan su cultivo en asociación con café y cacao, debido al suministro de sombra que estas especies le pueden proveer a la palma en sus estadios más tempranos. En la región de Quibdó, en el Chocó, se identificaron tres tipos de uso de la tierra utilizados por los campesinos locales, involucrando palmas: la combinación de palmas y pastura; palmas, cultivos de piña y pasturas y palmas con una mezcla de diferentes cultivos. La piña es ampliamente utilizada junto con la palma milpesos debido a que según los campesinos la piña es el único cultivo que se puede sembrar cerca a la palma, a 30 cm del tronco, a causa del denso sistema radicular de esta. Por otra parte, según las observaciones de Forero & Balick (1985), el tercer tipo de sistema agroforestal, es el que puede ser más productivo a largo plazo. Las palmas, al ofrecer sombra a los cultivos bajo ella, facilitan el crecimiento de diferentes especies que eventualmente otorgaran mayores ingresos y variedad de productos al agricultor (Forero & Balick, 1985; Balick, 1988).

- **Información complementaria**

Como información complementaria, es importante resaltar las ventajas y virtudes, mencionadas por algunos autores, de aprovechar esta palma a nivel industrial. La palma milpesos puede ser cultivada sin ningún problema en casi cualquier tipo de suelos. Su sistema radicular facilita el arrastre de nutrientes y agua desde estratos profundos del suelo, además de ayudar a controlar la lixiviación. Al requerir sombra en sus estadios juveniles, esta palma es ideal para integrarla en sistemas agroforestales o cultivos de sombra (Borgtoft-Pedersen & Balslev, 1993 citado por Miranda *et al.*, 2008; Aguilar 2005 citado por Miranda *et al.*, 2008). Por otra parte, es importante considerar que las tasas de producción de frutos y de aceite, junto con el tiempo de fructificación y el peso y cantidad de frutos de la palma milpesos son relativamente altas, si se comparan con las cifras alcanzadas por la palma africana en estado silvestre (Zeven, 1967 citado por Balick, 1980; Balick, 1980). Esto podría significar que con la implementación de un adecuado proceso de domesticación, involucrando fitomejoramiento y selección, se podría igualar, incluso superar el rendimiento productivo de la palma africana cultivada, y teniendo en cuenta que la calidad del aceite de esta palma es comparable a la del

aceite de oliva, y el precio de este es mucho mayor al de cualquier otro aceite de origen vegetal, el rendimiento económico sería mucho mayor (Balick, 1980). A pesar de que el aceite es el producto de mayor potencial comercial de esta palma, es importante mencionar la gran calidad de la proteína obtenida a partir de la leche de la palma y de la torta vegetal, resultante de la extracción del aceite (Balick, 1980; Collazos, 1987; Balick & Gershoff, 1981). Según un estudio de Balick y Gershoff (1981), la composición de esta leche en cuanto a proteínas, carbohidratos y lípidos es muy similar a la de la leche humana y un 40% mejor que la de la leche de soya. Entre los aminoácidos presentes en esta proteína se destacan el triptófano y la lisina, con un 90% y 96 % respectivamente, al igual que el ácido aspártico y el glutámico, evidenciando así que la proteína de esta palma es comparable a muchas de las proteínas de origen animal y considerablemente mejor a aquella de la mayoría de granos y leguminosas (Vallejo, s.f.; Collazos, 1987; Balick, 1980). De esta manera, es posible tener una idea de cuán importante puede ser esta palma para la economía local e incluso con un debido manejo para la economía del país.

Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.

Conocimiento tradicional

- **Parte utilizada, grupo humano, modo de extracción y frecuencia de extracción**

En el caso de *Acrocomia aculeata*, Amim (2006) documentó el uso tanto de la semilla como del fruto para la extracción de aceite en comunidades campesinas del estado de Mato Grosso, Brasil; estos aprovechan la palma de manera extractivista, cosechando los frutos durante la temporada de fructificación entre Octubre y Diciembre. No se mencionan otros grupos humanos específicos que aprovechen esta palma. Sin embargo se sabe que la semilla es utilizada para extraer un aceite fino y cristalino de amplia utilidad, y que del fruto se obtiene un aceite usado principalmente como medicina y en algunos casos como aceite de cocina o como combustible (Teles, 2009). Lleras y Coradin (1983) mencionan la recolección de frutos maduros en el suelo como la forma tradicional de aprovechamiento, primero esperando hasta que estos maduren y caigan. Esto se debe a que los frutos dentro de un mismo racimo no maduran simultáneamente por lo que la cosecha del racimo completo no es un método viable (Lleras & Coradin, 1983).

- **Sostenibilidad, prácticas de manejo y recomendaciones de manejo**

Como ya se mencionó previamente, la información disponible para esta especie de palma es relativamente escasa en la gran mayoría de los aspectos tenidos en cuenta en esta revisión. Tan solo en un estudio realizado por Amim (2006), se menciona la sostenibilidad de la extracción de esta palma en un determinado lugar. Según la proyección de crecimiento realizado en varias poblaciones de *Acrocomia aculeata* aprovechadas de manera extractivista (talando la palma) por campesinos del estado de Mato Grosso, en Brasil, las poblaciones presentan un crecimiento a lo largo de varios años, incluso cuando se extrae hasta el 50% de las plántulas y adultos (Amim, 2006). A pesar de esto, si se quiere una mayor productividad a largo plazo, lo recomendable es realizar una transición del aprovechamiento silvestre a una producción agrícola. Dependiendo de la producción deseada, se pueden cultivar hasta 200 palmas por hectárea, en asociación con otras plantas como el pino rodeno (*Pinus pinaster*), o incluso de 500 a 600 palmas por hectárea cuando lo que se quiere es utilizar el fruto para la producción de biodiesel (Amim, 2006). Amim (2006), documentó a partir de relatos de la comunidad local, que luego de un periodo de incendios y quemas, se observaba una gran cantidad de plántulas de esta palma. Esto puede estar relacionado con el hecho de que el fuego destruye la cascara del fruto liberando la semilla y estimulando la germinación (Amim, 2006). Adicionalmente, el fuego contribuye al enriquecimiento mineral del suelo, al carbonizar la materia vegetal, eliminando a su vez la vegetación invasora que puede competir con la planta, favoreciendo la proliferación de las plántulas y facilitando el desarrollo de las palmas adultas (Silva, 1995 citado por Amim, 2006).

- **Forma de procesamiento y tipo de productos**

Balick (1979) documentó el procedimiento general de extracción de aceite de palma practicado por los indígenas de la Amazonia. Para la extracción del aceite del fruto, el procedimiento consta de cuatro pasos; el primero es la esterilización del fruto, lo que evita la oxidación del aceite y el deterioro del mismo por acción de lipólisis; luego se procede a macerar el fruto para separar la pulpa de la semilla, lo cual se realiza por medio de un mortero o de una prensa. Finalmente se extrae el aceite por medio de presión manual o con ayuda de una prensa mecánica y se clarifica hirviéndolo y recogiendo el sobrenadante ya más puro y cristalino. Para la extracción del aceite de la almendra o aceite de palmiste, los indígenas hornean las semillas para luego triturarlas en un tronco hueco; luego se hierva la masa resultante hasta que el aceite flote para ser recolectado. Además de esta descripción realizada por Balick (1979) no se encontró documentos adicionales que mencionaran la forma de

procesamiento para la obtención del aceite por parte de las comunidades locales que lo aprovechan.

- **Amplitud del uso, comercialización de productos y otras características**

En el 2006, Amim realizó un estudio para identificar los diferentes aspectos de la cadena de producción y comercialización de esta palma en los estados de Mato Grosso y Mato Grosso do Sul, en Brasil. Se encontró que la participación económica de esta palma está subvalorada a nivel nacional debido a la complicada tarea de evaluar el aprovechamiento de poblaciones silvestres; por lo tanto, el principal comercio de productos de esta planta se da de manera informal y a nivel regional. El primer paso en su comercialización es a través de la extracción de los frutos por parte de campesinos o indígenas locales, quienes venden una parte a pequeñas empresas caseras o directamente en el mercado local, y el resto lo utilizan para consumo propio; estas empresas caseras utilizan los frutos para la producción de diferentes productos, como el licor de palma, el sorbete o la harina, que luego comercializan en los mercados regionales, a partir de intermediarios o directamente en los mercados ambulantes o locales. También es importante mencionar que existe una propuesta para exportar el licor de palma hacia Portugal y para venderlo en puntos turísticos de la región, en tiendas de artesanías y en confiterías (Amim, 2006). Además de este estudio en Brasil, no se encontró otro documento que tratara el tema de la comercialización de productos obtenidos de esta palma. Sin embargo, si hay otros documentos que mencionan distintos aspectos interesantes del aprovechamiento de la palma corozo. Aristone y Oliveira (2004, citado por Teles, 2009), mencionan una gran cantidad de usos de esta palma por parte de los pobladores locales del estado de Goiás en Brasil; estos utilizan el aceite extraído del mesocarpo del fruto como alimento, para la elaboración de jabones y velas, y como medicina para tratar los dolores de cabeza y musculares. Por otro lado el aceite de la almendra, al ser purificado, es utilizado para la elaboración de margarinas, velas y jabones, además también se usa como aceite de cocina, hidratante capilar y saborizante (Almeida *et al.*, 1998 citado por Teles, 2009). Asimismo, los pobladores del estado de Mato Grosso en Brasil también utilizan el aceite obtenido del mesocarpo, como aceite de cocina y el extraído de la almendra se procesa y se utiliza como aceite de cocina, como combustible, como hidratante capilar o incluso como laxante (Amim, 2006).

Conocimiento científico

- **Propiedades del aceite**

El aceite obtenido a partir del mesocarpo del fruto de la palma de corozo, se asemeja al aceite de la palma africana (*Elaeis guineensis*) con la diferencia que el primero es más suave y tiene un mayor porcentaje de yodo. De igual forma, el aceite de la almendra también es similar al aceite de palmiste de la palma africana, siendo también más suave y con un punto de fusión más bajo (Balick, 1979). Al igual que con la palma milpesos, existen varios estudios acerca de la composición química y física del aceite de la palma de corozo. Es importante mencionar que tanto el aceite procedente de la pulpa como el aceite procedente de la almendra, son utilizados como fuente de ácidos grasos, por lo tanto se han realizado estudios identificando la composición de los dos aceites, resultando diferentes valores para cada uno (Pereira, 2007; Bora & Rocha, 2004). Las características fisicoquímicas de los dos aceites también son diferentes (Bora & Rocha, 2004). Según Pereira (2007), el valor ácido del aceite de almendra es significativamente menor que el del aceite de la pulpa, resultado diferente al encontrado por Bora y Rocha, 2004, quienes argumentan lo contrario. De igual forma, el índice de ácidos del aceite de la almendra se encuentra dentro de los límites exigidos por la ley, en este caso Venezolana (Belén-Camacho *et al.*, 2005). Por otra parte, según Bora y Rocha (2004) el valor de peróxidos del aceite de pulpa es mayor al del aceite de almendra, con 2.97 y 1.37 respectivamente, lo cual es consistente con los resultados obtenidos por Pereira (2007), quien encontró valores de 2.72 y 1.55. El contenido yódico encontrado por Pereira (2007), fue de 20 para la almendra y 84 para la pulpa, evidenciando la mayor presencia de ácidos insaturados en el aceite de la pulpa. Estos resultados son muy similares a los encontrados por Bora y Rocha (2004), quienes reportaron valores de 18 y de 79.1, para el aceite de la almendra y de la pulpa, respectivamente. Estos mismos autores, también documentaron valores del índice de saponificación de 158 para el aceite de pulpa y 230 para el de almendra. En términos generales, entre los documentos revisados, el índice de saponificación del aceite de almendra oscila entre 221 y 252, manteniéndose generalmente, por encima de 220 (Arvelaez *et al.*, 2008; Pereira, 2007; Belén-Camacho *et al.*, 2005; Bora & Rocha, 2004), lo cual hace muy apreciable a este aceite para la elaboración de jabones y demás productos similares (Arvelaez *et al.*, 2008). En términos de la composición de ácidos grasos, en el caso del aceite de almendra, esta se caracteriza por un contenido elevado en ácidos grasos saturados, siendo similar a la de los aceites de coco y de palma africana, por lo que se podría aplicar los mismos usos que se destinan para estos aceites, como por ejemplo: en la industria cosmetológica y farmacéutica (Belén-Camacho *et al.*, 2005). En términos generales, el ácido graso predominante en el aceite de la almendra es el laurico, con un contenido de 43.6% a 56.6%

(Arvelaez *et al.*, 2008; Pereira, 2007; Belén-Camacho *et al.*, 2005; Bora & Rocha, 2004; Hernandez & Mieres, 2005); el segundo con mayor presencia es el Oleico, con un porcentaje de 17.9-25.5% (Pereira, 2007; Belén-Camacho *et al.*, 2005; Hernandez & Mieres, 2005); es importante mencionar que en un estudio realizado por Arvelaez *et al.* (2008), el contenido de ácido Oleico (10.6%) fue menor al del ácido Mirístico (15.5%), el cual es el tercero en predominancia en los demás estudios revisados (Pereira, 2007; Belén-Camacho *et al.*, 2005; Hernandez & Mieres, 2005). Después de estos, sigue el palmítico (5.3-7.9%) y en menor grado, el Caprílico, el Capríco y el Linoleico (Pereira, 2007; Belén-Camacho *et al.*, 2005; Bora & Rocha, 2004; Hernandez & Mieres, 2005). La composición de ácidos grasos del aceite de pulpa es muy diferente al del aceite de la almendra. El ácido graso predominante en este aceite es por mucho el Oleico, con una composición de 53.4% a 65.9%, seguido por el Palmítico (13.3-18.7%) y el Linoleico (8.8-17.7%) (Lleras & Coradin, 1985; Bora & Rocha, 2004; Pereira, 2007). Esto quiere decir que el aceite de la pulpa presenta una mayor proporción de ácidos grasos mono-insaturados y el de la almendra de ácidos grasos saturados. Lo que le confiere a cada uno diferentes características y cualidades para ser utilizados en diferentes tipos de mercado. Por ejemplo: debido a la densidad y el potencial calorífico del aceite, encontrados por Pereira (2007), este concluye que es un aceite apto para la elaboración de biodiesel, al igual que para la industria farmacéutica. Bora y Rocha (2004) también evaluaron el contenido de aminoácidos en el aceite, tanto de la almendra como de la pulpa, encontrando, que estos son ricos en ácido glutámico y en aspártico, y que la pulpa contiene una mayor proporción de otros aminoácidos, tales como la alanina, glicina, prolina, serina y tirosina, en comparación con el aceite de la almendra. Por otro lado, Hernandez y Mieres (2005) realizaron un estudio donde compararon las características fisicoquímicas del aceite crudo y el aceite refinado de la almendra. Para refinar el aceite, lo sometieron a un proceso de desgomado, de blanqueado, de desacidificación y finalmente de desodorización. En general, las características fisicoquímicas se mantienen muy similares al comparar estos dos aceites, sin embargo, se observa una diferencia muy marcada en la proporción de ácidos grasos libres, disminuyendo hasta en un 84% en el aceite refinado, mejorando notablemente el sabor y olor de este. En conclusión, Hernandez y Mieres (2005) encontraron que la refinación física del aceite crudo, minimiza o elimina elementos tales como: ácidos grasos libres, pigmentos y sustancias volátiles, que tienen efecto básicamente en el sabor y en el olor.

- **Biología reproductiva**

La palma corozo, es una palma arborescente, monocaulinar y presenta tanto autopolinización como polinización cruzada. Las inflorescencias exhiben una protoginia marcada y son andróginas. La polinización se da principalmente por medio de coleópteros de las familias Cuculionidae, Nitidulidae y Scarabaeidae, y en menor medida por acción del viento; esto le confiere la capacidad de ser altamente competitiva en la colonización de nuevas aéreas (Scariot *et al.*, 1991). Al igual que en *Oenocarpus bataua*, la fenología y los patrones reproductivos de la palma de corozo suelen variar dependiendo del lugar de distribución o del entorno donde se desarrolla la población. En un estudio realizado por Amim (2006), en una reserva natural privada en la región del Pantanal, se observó que la floración fue anual y regular; el periodo de floración comenzó a finales de la estación seca, es decir entre agosto y septiembre, y comienzos de la estación lluviosa, de octubre a noviembre, cuando ocurre el pico de floración. Un patrón de floración similar observaron Scariot *et al.* (1991) en palmas del distrito federal, en Brasil. En esta región, la floración inicia a finales de agosto, prolongándose hasta mediados de diciembre; al igual que en el Pantanal, el pico de floración se da en noviembre, particularmente la primera semana, cuando el 91.9% de los individuos presentan inflorescencias abiertas. Igual época de floración fue observada por Reyes (2003, citado por Teles, 2009). Teles (2009), documentó el periodo de floración, en el estado de Goiás, también entre los meses de agosto y diciembre, intensificándose, no en noviembre sino en octubre. Según Scariot *et al.* (1991), la floración se dispara en el comienzo de la temporada de lluvias, posiblemente por el aumento en la cantidad de insectos en esta época, entre estos los principales polinizadores de la palma. El proceso de fructificación y maduración de los frutos se lleva a cabo a lo largo de varios meses y es común encontrar individuos, en cualquier momento, con frutos en todos los estadios de desarrollo (Amim, 2006; Teles, 2009). En la región del Pantanal, el proceso de formación de frutos se concentra principalmente durante la estación lluviosa, entre noviembre y febrero; comienza hacia finales de la estación lluviosa y al inicio de la estación seca, y es principalmente entre agosto y noviembre, cuando la mayoría de los frutos completan su desarrollo (Amim, 2006). Scariot *et al.* (1995), observó que el pico de fructificación se da en octubre, concluyendo que aquellas palmas que florecieron en esta época tuvieron un mayor éxito reproductivo que aquellas que no. En términos generales la tasa de fructificación es muy baja; tan solo el 5% de las infrutescencias, tuvo más del 50% de los frutos establecidos y menos del 10% de las flores están pistiladas, es decir disponibles para producir frutos (Scariot, 1987; Scariot *et al.*, 1995). Sin embargo a pesar de la baja proporción de flores pistiladas, Scariot *et al.* (1995) encontraron que el éxito reproductivo no dependía de este factor, sino del periodo de floración de la inflorescencia, estrechamente

relacionado con la tasa de polinización. Según estos autores, el hecho de que las inflorescencias pueden alcanzar una mayor producción de frutos bajo polinización manual (Scariot *et al.*, 1991), significa que las limitaciones en la polinización pueden ser la causa de la baja producción de frutos de esta planta. Cada individuo presenta entre tres y cinco racimos, con un máximo de diez (Teles, 2009; Scariot, 1987). Las palmas más altas suelen ser las que producen un mayor número de inflorescencias, sin embargo, no necesariamente son las que producen más frutos (Scariot *et al.*, 1995). Aproximadamente 12 meses después de la floración, los frutos, ya maduros, comienzan a desprenderse de los racimos (Scariot, 1987). Al comparar la fenología de las palmas de un bosque, un pastizal y un bosque secundario, en el distrito federal, en Brasil; Scariot *et al.* (1995), observaron que la caída de los frutos en el bosque se dio entre finales de junio y mediados de diciembre, con una máxima incidencia en noviembre; en el pastizal comienza a mediados de junio hasta finales de diciembre, con un pico a finales de octubre y en el bosque secundario desde mediados de junio hasta principios de marzo del siguiente año, con pico a finales de octubre y todo noviembre.

- **Información poblacional**

En este aspecto, solo dos documentos presentaron información completa acerca de las características poblacionales de esta palma en un determinado lugar. Amim (2006), trabajo con poblaciones de palma corozo en la región del Pantanal, en Brasil, donde a lo largo de dos años de estudio encontró un crecimiento constante en la población, la cual estaba constituida por un mayor número de individuos en estado adulto e inmaduro. La tasa de crecimiento en altura, suele variar entre los individuos y entre los estadios de desarrollo, siendo la adultez y la inmadurez (individuos de más de 1.20 m de altura, con ausencia de evidencia de actividad reproductiva), los estadios con mayor amplitud en la tasa de crecimiento. Un aspecto interesante que se observó en este estudio, es que el porcentaje de sobrevivencia de los individuos en estadios siguientes a la plántula, tiende a llegar a 100% a medida que se va desarrollando la planta, llegándose a observar tan solo una muerte de un adulto durante cada año de estudio. A partir de esta información, con una proyección de crecimiento poblacional, se proyectó un crecimiento del 40% para los próximos cinco años, demostrando que esta población es estable (Amim, 2006). Por otro lado, en un estudio realizado en varias poblaciones de esta palma en el estado de Mato Grosso y Mato Grosso do Sul, en Brasil, también se observó una mayor proporción de plantas adultas que de otros estadios de desarrollo. Además se registró la presencia simultánea de algunas fenofases en un mismo individuo y también diferentes estados de desarrollo de los frutos en un mismo racimo (Teles,

2009). Es importante mencionar que los individuos pueden variar morfológicamente dependiendo del lugar; los diámetros y alturas y la relación entre estos, puede cambiar (Teles, 2009), información muy útil cuando se va a evaluar la producción de una población y así escoger las poblaciones óptimas para realizar la explotación.

- **Rendimiento**

En la literatura, se mencionan diferentes valores relacionados con el rendimiento de la palma, especialmente en términos de cantidad de racimos por palma o de frutos por hectárea. En la región de Pantanal, en Brasil, Amim (2006) encontró en su área de estudio, un promedio de 31 palmas por hectárea, las cuales producían, un promedio de 292 frutos por palma, representando un total de 9052 frutos por hectárea. Esta producción de frutos equivale a 271 kg por hectárea, teniendo en cuenta un peso promedio de 30 g por cada fruto. Por su parte, Teles (2009), en Mato Grosso y Mato Grosso do Sul, encontró que el 41.4% de las palmas observadas producían de tres a cuatro racimos, con un promedio de 162 frutos por racimo; los racimos tenían pesos muy variables, desde 2,86 kg a 14,37 kg, con un promedio de 6 kg por racimo. Un mayor rendimiento es mencionado por Hayes (2001, citado por Arvelaez *et al.*, 2008), el cual registra una producción por planta de dos a diez racimos por año, encontrándose en los mismos de 600 a 900 frutos. Estos valores son muy variables, incluso dentro de la misma región (Chuba *et al.*, 2008 citado por Teles, 2009); Chuba *et al.* (2008, citado por Teles, 2009), encontró promedios de 800 frutos y 16,55 kg de peso por cada racimo; Rural Sementes (2008 citado por Teles, 2009) menciona un peso de 12 kg como promedio por racimo y Markley (1956, citado por Lleras & Coradin, 1983) asegura que en condiciones naturales, se puede encontrar un promedio de cinco racimos por palma, cada cual con 200 a 300 frutos. Lleras y Coradin (1985), calcularon un rendimiento de 125 kg de fruto por planta; alrededor del 10% del fruto está representado por la nuez, que a su vez tiene un 7% de aceite. Bajo una densidad de 150 palmas por hectárea, calcularon una producción de 3.750kg de aceite anuales, la cual aumenta a 5.000 kg de aceite de tipo oléico-palmitico y 1.400 kg de aceite tipo láurico anuales si la densidad es de 200 palmas por hectárea. Según Teles (2009), alrededor del 33% del fruto está constituido por la pulpa y el 9% por la almendra. Estos valores pueden variar notablemente entre las poblaciones, e incluso entre frutos de la misma planta (Novaes, 1952 citado por Teles, 2009; Rocha, 1946 citado por Teles, 2009; Teles, 2009). Por otro lado, la productividad de la palma puede aumentar significativamente, si esta se somete a un manejo adecuado (Teles, 2009). La Fundación Centro Tecnológico de Minas Gerais, realizó estudios en suelos de mediana fertilidad,

encontrando una producción de 100 kg de fruto por cada palma, lo que sumado a un espaciamiento de 7 m x 7 m entre cada palma, da como resultado un rendimiento de 20.000 kg de fruto anuales por hectárea. Este espaciamiento, permite el cultivo de otras plantas alimenticias, las cuales pueden ser aprovechadas durante los primeros tres o cuatro años que toma la palma en dar la primera cosecha (Teles, 2009).

- **Variabilidad fenotípica y genotípica**

La variabilidad fenotípica y genotípica en esta planta no está muy documentada, aunque si se mencionan diferencias en algunas características de la palma. El mesocarpo del fruto puede ser de color blanco o amarillento, con una consistencia fibrosa o mucilaginosa y contener hasta tres semillas (Scariot *et al.*, 1991; Lorenzi, 1992 citado por Teles, 2009). El diámetro del estípite a 1.30 m puede variar desde 11 cm hasta 39 cm, al igual que las alturas, en relación con el ancho (Teles, 2009). Las espinas también son otra característica que puede variar entre la población; a pesar de ser una característica de la especie, la presencia de espinas puede ser mayor o menor dependiendo, en gran medida del estado de desarrollo de la palma y del lugar donde se encuentra (Teles, 2009). Esta diferencia entre los individuos en relación al número y densidad de las espinas, puede ser de gran interés, si se va a establecer un programa de selección y domesticación, ya que estos individuos podrían ser más fáciles de cosechar y de manipular (Teles, 2009). Esta variación entre los individuos de una misma población y a su vez entre poblaciones diferentes, puede ser el resultado de efectos genéticos y ambientales, los cuales pueden determinar las características del individuo (Teles, 2009). Teles (2009) encontró que las características de mayor variabilidad entre los individuos, fueron aquellas relacionadas con el número de estructuras reproductivas, como son el número de racimos y el número de inflorescencias, aspectos especialmente sensibles a las condiciones ambientales y aspectos genéticos. También es importante mencionar la gran variabilidad existente entre el tamaño y la masa de los frutos; los frutos pueden tener un tamaño de entre 20 y 45 mm y es posible encontrar palmas con un promedio de frutos el doble de pesados que los de otras palmas (Aristone & Oliveira, 2004 citado por Teles, 2009; Novaes, 1952 citado por Teles, 2009; Teles, 2009). Esta variabilidad en las características del fruto, ofrece la posibilidad de realizar una selección de los frutos más grandes y pesados, los cuales pueden originar plantas mejor desarrolladas, esto en caso de un eventual proceso de domesticación (Carvalo & Nakagawa, 2000 citado por Teles, 2009). Teles (2009) concluye que las diferencias fenotípicas de esta palma, se dan principalmente entre los frutos y entre las palmas, y no tanto entre las poblaciones. También concluye que la mayor variabilidad entre las plantas se da en

las características de la almendra y en el caso del número de almendras por fruto, existe también una diferencia entre las poblaciones. Teles (2009) también documenta una serie de correlaciones entre algunas características de la palma y las características del suelo; el hierro tiene una correlación positiva con la masa media de las nueces y a su vez el calcio esta correlacionado negativamente con el número de nueces.

Conocimiento tecnológico

- **Requerimientos ambientales y cultivo**

Esta palma requiere de una gran cantidad de luz solar para desarrollarse óptimamente, además crece mucho mejor cuando se encuentra en suelos fértiles, poco erosionados y ricos en minerales como la muscovita y el micaxisto (Amim, 2006; Teles, 2009). Sin embargo, esta palma se puede adaptar a suelos arenosos con un bajo índice hídrico o a suelos arcillosos y de fertilidad media (Amim, 2006; Teles, 2009); también se les suele encontrar en grandes densidades, en suelo ácidos o muy ácidos ricos en materia orgánica (Teles, 2009). Se les observa en mayores densidades, cuando la superficie tiene una pendiente convexa o cóncava, y cuando el suelo presenta una saturación básica superior al 50% y altos niveles de potasio. Cuando se va a cultivar esta palma, Novaes (1952, citado por Lleras & Coradin, 1983) recomienda una distancia de siembra de 10 m x 10 m para cultivos de 100 palmas por hectárea, sin embargo Wandeck & Justo (s.f., citado por Lleras & Coradin, 1983) proponen el desarrollo de plantaciones de 150 y 200 individuos sin mencionar ninguna distancia de siembra. Adicional a esto, estos autores están de acuerdo en afirmar que esta palma solo será económicamente viable si se asocia con otros cultivos. Braun (1968), menciona algunas recomendaciones para desarrollar un cultivo de cualquier especie de palma, por ejemplo: aconseja sembrar las semillas en sitios con temperatura y condiciones correspondientes a su lugar de origen; antes de la siembra, se debe retirar la cubierta carnosa de aquellas semillas que la presenten, para evitar que se llenen de hongos; las semillas con una mayor masa y tamaño, germinan más rápido y en mayor proporción (Teles, 2009). Estas no se deben dejar sin agua incluso por corto tiempo y tampoco muy húmeda ya que podría pudrirse. La palma de corozo en condiciones naturales puede demorarse hasta dos años para germinar (Amim, 2006); sin embargo, usualmente toma entre 180 y 300 días en germinar (Braun, 1968) y si se les realiza una escarificación y se siembran en condiciones de temperatura superior a 35°C pueden germinar entre cuatro a seis meses. Una vez germinada, es recomendable trasplantar la

plántula a una matera o bolsa de plástico, para que se desarrolle un poco más, antes de llevarla al lugar de destino, donde se siembra en un hueco de un metro cúbico (Braun, 1968).

- **Cosecha y recolección**

De todos los documentos revisados, tan solo uno contiene alguna información relacionada con la cosecha y la recolección de esta palma. En este documento se recomienda realizar la cosecha de los frutos maduros entre agosto y noviembre, colectando los frutos que están realmente maduros, estos se identifican porque antes que el fruto alcanza el punto ideal de maduración, la pulpa es dura, muy pobre en grasa y fuertemente adherida a los tejidos circundantes. Finalmente también es importante evitar el almacenamiento de los frutos por largos periodos, para evitar su deterioro (Amim, 2006).

- **Rendimiento comercial e información agroforestal**

Como se puede ver, el conocimiento tecnológico de esta especie es muy pobre y aspectos como el rendimiento comercial y la información agroforestal, los cuales son de suma importancia a la hora de implementar una alternativa de aprovechamiento sostenible, están casi inexplorados. En el 2006 se realizó un estudio donde se estimó que la producción anual de una hectárea de palma corozo era de R\$ 7.000; esta estimación incluía la producción de 4.000 L de aceite vegetal, 1.200 kg de carbón vegetal y 5.300 kg de salvado para alimentación animal (Oliveira, 2006, citado por Nucci, 2007, citado por Teles, 2009). Este estudio es la única información de rendimiento comercial encontrada en la literatura revisada. De igual manera, Teles (2009) es el único que menciona información relacionada con la agroforestería de esta palma, al recomendar un espaciamiento entre las palmas de 7 m x 7 m, lo que haría posible la siembra de otros cultivos, que se podrían aprovechar durante los primeros tres o cinco años, que es lo que se demora la palma en establecerse.

- **Información complementaria**

Se encontró alguna información complementaria de interés para el desarrollo de una alternativa de aprovechamiento de esta palma. Arveláez *et al.* (2008) aplicó un diseño experimental para identificar las condiciones ideales de extracción del aceite de la palma corozo; comparó dos procedimientos, arrastre con vapor y extracción con n-hexano, para evaluar el porcentaje de extracción. Encontró que el método de extracción con hexano genera un rendimiento significativamente mayor al otro método, aparentemente debido a la afinidad química que el aceite y el hexano presentan. Arveláez *et al.* (2008), también concluye que

debido al alto porcentaje de carbohidratos (33.59%) y proteínas, la almendra de esta palma representa una alternativa importante para la elaboración de alimentos concentrados, bien sea, para el consumo animal o humano, pudiendo sustituir a las harinas de coco y palmiste. De manera similar, Hernández y Mieres (2005) comparan el rendimiento en la extracción de aceite, utilizando un sistema de prensado en frío con diferentes presiones y diferentes tiempos de presión. Al realizar la extracción con presiones de 8.000 y 10.000 psi, se observa una diferencia significativa en cuanto al rendimiento, siendo este, hasta 52% mayor que el rendimiento alcanzado con las presiones de 4.000 y 6.000 psi. Por otro lado, es importante mencionar la comparación realizada por Soto (2002, citado por Belén-Camacho *et al*, 2005), entre el contenido graso de la harina de la palma de corozo y otras materias oleaginosas de gran utilidad; el contenido graso de la harina de corozo, es mayor al de la soja en un 18%; asimismo, supera significativamente al contenido graso del ajonjolí (48%) y del girasol (40%), por lo que la semilla de esta palma se presenta como una alternativa muy importante para la industria aceitera (Belén-Camacho *et al*, 2005). Finalmente, algunas recomendaciones y prioridades de investigación, se encuentran en la literatura, para aprovechar el gran potencial oleaginoso de esta palma. Lleras & Coradin (1983), afirman que se debe identificar el área efectiva, cubierta por la palma, disponible para explotación, para así determinar si el aprovechamiento más óptimo es a nivel extractivista o a través de la domesticación. Debido a que esta palma presenta un patrón reproductivo asincrónico, es recomendable, a partir de selección y mejoramiento genético, obtener genotipos que presenten sincronía en su reproducción. En términos generales es necesario promover un programa intenso de domesticación, que permita el aprovechamiento óptimo de esta palma (Lleras & Coradin, 1983).

Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess. Boer

Conocimiento tradicional

- **Parte utilizada, grupo humano, modo de extracción y frecuencia de extracción**

Tanto la semilla como la pulpa del fruto de la palma de vino (*Attalea butyracea*) son utilizadas como materia prima para la obtención de aceite por parte de comunidades habitantes del golfo de Morrosquillo en Sucre, del Magdalena medio y del Caribe Colombiano (Devia *et al.*, 2002; Bernal *et al.*, 2010; Galeano & Bernal, 1983), no obstante el aceite obtenido a partir de la pulpa del fruto es considerado de menor calidad que el de la

semilla por la población campesina de San Sebastián de Buena Vista en el Magdalena (Galeano & Bernal, 1983).

- **Forma de procesamiento**

La forma de procesamiento del fruto de la palma de vino, para la extracción del aceite, se describe de manera muy similar entre los documentos consultados, tanto para la obtención del aceite a partir de la almendra como de la pulpa. En un estudio realizado por Bernal *et al.* (2010), se documenta los diferentes usos de esta palma por parte de numerosos grupos humanos a lo largo del país, entre ellos la extracción de aceite. Para la extracción del aceite a partir de la semilla, primero se pela el fruto y se quiebra el endocarpo duro; luego se tuestan y muelen las semillas, para finalmente hervir el producto resultante y obtener el aceite. Este aceite es de color oscuro, debido al color que toma la semilla luego de rostarla. En caso de no tostar las semillas, el aceite obtenido es cristalino, pero el proceso toma más tiempo. En algunas zonas bajas del Caribe, también se extrae el aceite del mesocarpo, hirviendo el fruto completo y luego cocinando el aceite que queda flotando, el cual es turbio y de color amarillento, y se considera de menor calidad que el aceite de la semilla (Bernal *et al.*, 2010). El procedimiento descrito por Bernal *et al.* (2010), es idéntico al documentado por Galeano y Bernal (1983), implementado por los habitantes del municipio de San Onofre, en el Magdalena. Por otro lado, en un trabajo realizado por la Universidad EAFIT, se proponen dos procesos de extracción del aceite para su mejor aprovechamiento (Devia *et al.*, 2002). El primero, consiste en separar el aceite del componente sólido de la semilla mediante prensas continuas (Vita, 2001 citado por Devia *et al.*, 2002). Luego se eliminan las impurezas, separando las partículas sólidas mediante decantadores, tamices o centrifugas (Bernardini, 1981 citado por Devia *et al.*, 2002). El segundo proceso de extracción, consiste en la utilización de solventes. Luego de someter a cocción a la semilla, esta se sumerge en algún solvente, como la gasolina, el benceno o un hexano; este mecanismo permite un gran rendimiento de extracción, en semillas con bajo contenido de aceite, pero presenta inconvenientes en términos de contaminación si se va a usar en la alimentación. Sin embargo algunos solventes han resultado ser útiles y poco contaminantes, como es el caso del etanol, acetona acuosa, hexano y agua y alcohol y mezclas de acetona (Devia *et al.*, 2002).

- **Otras características**

Es importante mencionar algunas ventajas que tiene esta palma para su aprovechamiento, respecto a la palma africana. Los racimos de esta palma cuelgan libremente y son mucho más

accesibles que aquellos de la palma africana, que están ocultos entre las bases de las hojas. Los frutos de la palma de vino están organizados de una manera más homogénea a lo largo del racimo, lo que facilita la labor mecánica de la cosecha, optimizando el tiempo. Finalmente, el hecho de que esta palma es una planta nativa, le permite adaptarse fácilmente a las condiciones ambientales y resistir de una mejor manera, las plagas y las enfermedades que podrían devastar otros cultivos foráneos (Galeano & Bernal, 1983). Por otro lado, esta palma ofrece una gran cantidad de usos, no solo relacionados con el aprovechamiento del fruto, sino también con todas las partes de la misma. En un estudio realizado por Bernal *et al.* (2010), se documentaron más de treinta usos de esta palma, a lo largo de todas las regiones del país donde se encuentra distribuida. Estos usos abarcan numerosas categorías, desde alimentación y medicina, hasta usos tecnológicos y culturales, representando un importante recurso, principalmente a nivel local. Sin embargo, algunos usos tienen un gran potencial, para ser aprovechado a una mayor escala (Bernal *et al.*, 2010).

Conocimiento científico

- **Propiedades del aceite**

El aceite de esta palma, es un aceite de una calidad similar e incluso superior al de otras especies de alto valor agronómico, cultivadas en el trópico o en climas más fríos (Cordero *et al.*, 2009). En un estudio realizado por la Universidad de Antioquia, se encontró que este aceite cumple los requerimientos recomendados por la Norma Técnica Colombiana 263, para su consumo y comercialización, a partir de sus características químicas y fisicoquímicas (Devia *et al.*, 2002). El aceite extraído de la almendra, tiene un color crema en la superficie y café en el fondo, su olor es similar al del aceite de coco y su consistencia es cremosa y suave. El porcentaje de acidez es de 0,085% y el índice de refracción a 20°C es 1,46 (Devia *et al.*, 2002). El índice de saponificación fue calculado en 230 mg/g por Devia *et al.* (2002) y en 241.93 mg/g por Cordero *et al.* (2009), siendo mayor al del aceite de oliva y palma africana (Baiao & Lara, 2004 citado por Cordero *et al.*, 2009); otorgándole un alto valor para la utilización como materia prima para la fabricación de jabones y otros productos cosméticos (Devia *et al.*, 2002). Este aceite es muy similar al de la palma africana en términos de pH y de densidad, pero difieren notablemente en cuanto a la composición de ácidos grasos. El ácido graso predominante en el aceite de palma de vino es el Laurico, con un 42,9%, seguido por el Oleico (14,1%) y el Mirístico (13,3%) (Cordero *et al.*, 2009), contenido muy diferente al del aceite de palma africana, en el cual predomina el ácido Palmítico (McKevith, 2005 citado por

Cordero *et al.*, 2009). Por otro lado, Cordero *et al.* (2009), también documentaron las características químicas y fisicoquímicas del aceite del mesocarpo del fruto de la palma de vino. Este tiene una densidad ligeramente menor al aceite de la almendra y un índice de saponificación significativamente inferior, debido principalmente al mayor contenido de ácidos grasos insaturados, como el Oleico (64%) y el Palmítico (22,2%). En términos generales, el aceite de esta palma es de muy buena calidad, al compararlo con otros cultivos oleaginosos de alto valor económico, y su valor potencial como materia prima de numerosos tipos de industria es sumamente importante (Cordero *et al.*, 2009; Devia *et al.*, 2002).

- **Biología reproductiva e información poblacional**

La información acerca de la biología reproductiva de esta especie es muy escasa, al igual que el conocimiento acerca de su estructura poblacional. Tan solo se encontró dos estudios relacionados con este tema. En el estudio realizado por Mesa-González y Romero-Cayachoa (2008), estos comparan la biología reproductiva de *Attalea butyracea* y *Attalea insignis* en el Casanare. Según estos autores, la palma de vino es una planta xenogama que no presenta apomixis ni autopolinización. El periodo de mayor floración, resultó ser el de alta pluviosidad, presentando el pico entre agosto y octubre. Se encontró, que el promedio de floración mensual fue tan solo del 20%, evidenciando una notable asincronía entre los individuos. Los frutos pueden tomar hasta seis meses en producirse desde el momento de la formación de las yemas y se demoran entre nueve y 15 meses en madurar. La polinización de esta palma se da principalmente por acción de coleópteros de la familia Nitidulidae (Mesa-González & Romero-Cayachoa, 2008). Por otro lado, Olivares (2009) comparó la fenología reproductiva de dos poblaciones de palma de vino, en el municipio de Nilo, Cundinamarca. Las dos poblaciones, una ubicada en una reserva y la otra en un potrero, produjeron un promedio de 6,4 y 7,3 yemas por individuo al año, respectivamente. La población del potrero, produjo un promedio de 1,95 inflorescencias en fruto por individuo, una cifra significativamente mayor al promedio de 1,3 inflorescencias en fruto por individuo, producidas por la población de la reserva; es muy probable que esto sea resultado de las mejores condiciones lumínicas que hay en el potrero (Olivares, 2009). De igual forma, esta mayor exposición solar, también puede ser responsable de que la población del potrero desarrolle las estructuras reproductivas más rápido que la población de la reserva; en promedio, 206 días es el periodo de tiempo que transcurre desde que la yema es visible hasta la caída de los frutos, en los individuos de la población del potrero; mientras que en los individuos de la población de la reserva este periodo es en promedio de 270 días (Olivares,

2009). Contrario a Mesa-González y Romero-Cayachoa (2008), Olivares (2009), menciona que el posible pico de floración, se presenta entre diciembre y febrero, cuando las lluvias ya han disminuido, debido a que según sus observaciones, al inicio del año se puede observar una gran cantidad de frutos inmaduros. Finalmente, el mismo autor registro una mayor velocidad del desarrollo de las inflorescencias, en la población del potrero, en comparación con la población de la reserva; el pico de maduración de la población del potrero se dio en la primera temporada de lluvias, mientras que el pico de la población de la reserva fue en la segunda temporada de lluvias. Es muy probable que esto también sea resultado de la mayor disponibilidad de luz en el potrero, además de la menor altura sobre el nivel del mar en la que este se encuentra (Olivares, 2009). Adicionalmente, Varón (1995, citado por Devia *et al.* (2002) menciona que el periodo de germinación de esta palma es de cuatro a seis meses y su propagación es por semillas. Por otro lado, Uribe *et al.* (2008) realizaron un estudio acerca de la ecología poblacional de la palma de vino, comparando dos sitios en el municipio de San Onofre, departamento de Sucre, en Colombia. Se observó que la densidad de individuos es mucho mayor en lugares con intervención antrópica (tala, quema, agricultura y ganadería) que en el bosque. Esto se puede deber a que las actividades humanas facilitan la dispersión y la germinación de las semillas; además, algunos aspectos biológicos de esta palma, como tener semillas con testa dura, producir alta densidad de frutos y utilizar al ganado como principal agente de dispersión (Henderson *et al.*, 1995 citado por Uribe *et al.*, 2008; Uribe *et al.*, 2008), le permiten resistir las perturbaciones y así colonizar y establecerse en estos sitios intervenidos (Uribe *et al.*, 2008).

- **Rendimiento**

La información relacionada con este aspecto, es muy escasa en el caso de la palma de vino. Pese a ser de suma importancia, es un tema muy poco estudiado y la información disponible es muy incompleta. Según Dugand (1959, citado por Galeano & Bernal 1983), las semillas de esta palma contienen entre 50% y 60% de aceite, valor corroborado por Balick (1979), el cual también afirma, que un racimo de frutos de 42kg puede producir unos 2.5kg de aceite puro. Cordero *et al.* (2009), en una zona en el norte de Venezuela, calcularon que para una densidad de 230 palmas por hectárea y con un contenido promedio de aceite de 8,87 kg por racimo, la producción anual de aceite sería superior a 2.000 kg por hectárea; valor similar a la producción promedio de palma de aceite africana y superior al de la soya, girasol y ajonjolí (Mazzani, 1992 citado por Cordero *et al.*, 2009).

Conocimiento tecnológico

- **Requerimientos ambientales, cultivo y cosecha y recolección**

La información tecnológica, es el tipo de información más escaso de esta especie de palma. De hecho, la información específica de este tema, relacionada con esta palma, es casi nula, encontrándose solamente información muy general. Braun (1968) recomendó para el cultivo de palmas en general, realizar la siembra en camas de germinación ubicadas en sitios con la temperatura correspondiente al lugar de origen de la semilla y una vez germinadas, someter las plántulas provenientes de tierras bajas a condiciones de alta luminosidad. Según este autor, el suelo no debe ser compacto, para facilitar un correcto drenaje, por lo que se recomienda utilizar aserrín y estiércol de caballo para establecer las plántulas, previo al trasplante. El éxito de germinación depende en gran medida al trato que se le dé a la semilla, antes y durante la siembra; la semilla se debe regar periódicamente y es recomendable retirar la cubierta carnosa de aquellas semillas que la presenten para evitar que se llenen de hongos (Braun, 1968). El mismo autor, menciona un tiempo de germinación de entre 60 y 120 días. Por otro lado, esta palma requiere de una gran intensidad lumínica para poder alcanzar la adultez, por lo que sitios con gran apertura de dosel, son los más propicios para su correcto desarrollo (Uribe *et al.*, 2008).

- **Rendimiento comercial e información complementaria**

Es importante recalcar la poca información acerca del rendimiento comercial de esta palma, tan solo Devia *et al.* (2002) menciona un precio de 23.000 pesos colombianos por cada 1000 cm³ de aceite. A parte de este, ningún otro autor consultado menciona información de este tipo. También se encontró información adicional, registrada en la literatura, que puede ser de utilidad para el eventual desarrollo de una propuesta para el aprovechamiento de esta palma. Devia *et al.* (2002) sugiere algunas características de esta palma. Presenta una gran longevidad y forma poblaciones muy numerosas, principalmente en bosques secos o estacionales, siendo muy común en los márgenes de los ríos y en áreas expuestas. Además, Devia *et al.* (2002) propone el aprovechamiento de esta palma para la producción de tres diferentes productos: aceite, torta y carbón activado, a partir de un proceso integrado para la obtención de estos tres productos con un bajo consumo de insumos y una máxima producción.

Discusión y conclusiones

Es interesante entender porqué, a pesar de los esfuerzos de investigación y desarrollo realizados en diferentes países, estas palmas aún se encuentran subutilizadas y no cuentan con ningún paquete productivo en Colombia. Las posibles razones para esta situación, pueden ser diferentes para cada una de las especies, debido, principalmente, a que el grado de conocimiento de cada una es muy variable, como se pudo observar en la revisión de la literatura. Además del grado, las características del mismo conocimiento, también pueden influir fuertemente en las razones de marginación de estas palmas; características como el enfoque de las investigaciones, el objetivo de las mismas y el tipo de conocimiento que se pretende obtener, pueden dar origen a algunas de las razones por las cuales estas palmas se encuentran marginadas. Por otro lado, algunas razones también pueden estar relacionadas con las características de la especie como tal. Clement *et al.* (2005) argumentó que con una producción de entre 300 y 500 kg de aceite de milpesos por hectárea y un costo de producción relativamente alto, debido en parte a la condición de periódicas inundaciones del ambiente donde crece, el precio del aceite en el mercado sería comparable con el del aceite de oliva, lo cual es una desventaja, teniendo en cuenta que en el momento, la demanda del aceite de esta palma no es mucha. También se debe tener en cuenta, que si se considera el aprovechamiento de la palma milpesos a través de un sistema extractivista, sus poblaciones están relativamente aisladas de los grandes asentamientos, por lo que el costo de producción y transporte podría aumentar aún más el precio del aceite en el mercado. El mismo Clement *et al.* (2005), también menciona algunas desventajas presentadas por la palma *Acrocomia aculeata* para su aprovechamiento comercial, como son la estacionalidad y la asincronía en la maduración de los frutos, características poco favorables a la hora de pretender comercializar su aceite en el mercado. Sin embargo, estos argumentos no parecen ser decisivos a la hora de justificar el alto grado de subutilización de estas palmas. En el caso de *Oenocarpus bataua*, la producción de aceite se podría incrementar notablemente al integrarla a un sistema de cultivo, utilizando cultivares más productivos, como por ejemplo el híbrido de *Oenocarpus bataua* y *Oenocarpus bacaba* documentado por Balick (1981), o a través de la implementación de diferentes prácticas de manejo, previamente mencionadas (Balick, 1980; Balick, 1988). Asimismo, aquellas desventajas mencionadas para *Acrocomia aculeata* también pueden ser solucionadas, mediante un cultivo alterno, opuesto al periodo de cosecha, o a través del uso de fenotipos con una mejor uniformidad de maduración (Clement *et al.*, 2005). Prácticamente cualquiera de los inconvenientes netamente biológicos que presentan estas palmas para su aprovechamiento, podrían ser eliminados o mejorados con las técnicas actuales de selección, domesticación y fitomejoramiento, razón por la cual, los argumentos expuestos por Clement

et al. (2005), no son la razón principal, o al menos la única razón, por la cual estas palmas se encuentra marginada de la economía agrícola nacional. En el caso de *Attalea butyracea*, es muy probable que la falta de conocimiento observada en muchos de los aspectos importantes a tener en cuenta para un aprovechamiento comercial, sea un argumento importante para justificar la marginación de esta palma en el ámbito comercial. Sin embargo, teniendo en cuenta la gran abundancia de esta palma en el país y la buena calidad del aceite (Devia *et al.*, 2002; Cordero *et al.*, 2009; Galeano & Bernal, 2010), factores que por sí solos estimularían un interés por estudiarla y aprovecharla, es muy posible que el poco interés por parte de la comunidad científica sea el resultado de un enfoque errado en el proceso de investigación y desarrollo que estimule la investigación de esta especie. De igual manera, si se tiene en cuenta la cantidad de información disponible, tanto de *Oenocarpus bataua* como de *Acrocomia aculeata*, es muy probable que las razones de su marginación, se deban también, tanto a un enfoque errado como a una poca continuidad del proceso de investigación y desarrollo de estas especies. En pocas palabras, lo más probable es que las causas de la subutilización de estas palmas estén más relacionadas con la manera de abordar el proceso de aprovechamiento y comercialización que por las características de la palma en sí o la cantidad de información disponible de ellas.

Hasta el momento, todos los estudios realizados en el país, involucrando cualquiera de estas tres palmas, se caracterizan por: documentar el conocimiento tradicional, reflejado en el modelo de aprovechamiento de la palma en cuestión, utilizado en un determinado lugar por un determinado grupo humano, o por estudiar un aspecto específico de la biología de la planta, o las propiedades del aceite y de los productos de la misma o finalmente, adicional a esto, por mencionar alguna otra característica o información de la palma. Sin embargo, todos estos estudios se encuentran aparentemente aislados uno del otro, sin ninguna interrelación entre ellos, que permita sintetizar toda la información existente en un modelo de aprovechamiento. Además, no se tiene conocimiento alguno sobre ciertos aspectos socioeconómicos fundamentales para pretender organizar una cadena de producción-comercialización o para despertar el interés de inversionistas o entidades de investigación y desarrollo. Por ejemplo, Clement *et al.* (2004) concluyeron que una de las razones de marginación del chontaduro (*Bactris gasipaes*), era la falta de comprensión de las necesidades y percepciones de los pequeños agricultores, principales cultivadores de esta palma; una situación similar, ocurre con las comunidades locales y núcleos familiares, que son los principales beneficiarios y consumidores de las tres especies de palmas aceiteras. Al no

conocer la percepción y necesidades de estas comunidades, respecto al aprovechamiento de esta palma a un mayor nivel que el mero consumo personal, no se puede identificar, si una eventual iniciativa de aprovechamiento a mayor escala será o no viable, o cuales podrían ser los aspectos de importancia que tienen que ser tratados, para asegurar una máxima participación de estas comunidades. Por otro lado, Clement *et al.* (2004) también mencionan otros aspectos que se deben tener en cuenta, considerando el contexto de estas palmas; según estos autores, la magnitud del programa de aprovechamiento se debe concebir acorde a la importancia de la especie. De acuerdo a esto, un programa de aprovechamiento diseñado para estas tres especies de palmas, se debe hacer con base en las necesidades del consumidor, que en la gran mayoría de casos, son la misma comunidad donde se obtiene el producto, y en un principio, no pretender abarcar un mercado en el cual no se sabe que demanda podría tener el aceite o que acogida podrían tener los precios del mismo. Esto quiere decir, que una probable razón de la marginación de estas palmas, es que no se tiene claro cuál es el alcance o el objetivo concreto a donde se quiere dirigir el producto; por lo tanto, no es posible delimitar las dimensiones del programa de aprovechamiento a desarrollar. Finalmente, no existe una continuidad o compromiso real por parte de las entidades de investigación, que permita, no solo un estudio más profundo de los aspectos involucrados en la cadena producción-consumo, sino también, un seguimiento a las diferentes iniciativas de aprovechamiento que se vayan a realizar; esta continuidad y compromiso es indispensable para poder desarrollar un programa de aprovechamiento y comercialización de cualquiera de estas tres especies de palma.

Es claro que cualquiera de estas tres palmas representa una gran alternativa para el mercado de oleaginosas en Colombia, significando una fuente potencial de ingresos importante para las comunidades locales y una herramienta para mejorar las condiciones de seguridad alimentaria de muchas comunidades de bajos recursos. Para pretender siquiera implementar un programa de aprovechamiento sostenible y comercialización de alguna de estas palmas, se debe tener en cuenta algunos aspectos socioeconómicos muy importantes para asegurar la viabilidad del programa. Clement *et al.* (2004), mencionan algunas recomendaciones en el caso del chontaduro, que pueden ser también aplicadas a estas palmas. Según ellos, el mercado debe determinar la demanda, lo que significa, que prácticamente lo primero que se debe hacer, es un estudio de mercadeo. Se debe realizar, en un principio a nivel regional y nacional, para poder identificar si realmente el producto tendría o no alguna demanda y en dado caso, cuáles serían las necesidades del consumidor y cuál sería el alcance del producto. Esto sería necesario para establecer cuanta importancia se le debe dar a cada producto; por ejemplo, si se

identifica que alguno de los productos que se pueden obtener, tales como la torta vegetal, o el carbón activado, tiene una mayor o menor demanda, la iniciativa de investigación y desarrollo se podría dirigir teniendo en cuenta estas necesidades. Otro aspecto tenido en cuenta por Clement *et al.* (2004), que es fundamental abordar en el contexto de estas tres palmas aceiteras, es conocer los requerimientos y percepciones del campesino o del indígena beneficiario de la explotación del producto; debido a que las comunidades locales, campesinas o indígenas, son prácticamente las únicas que realmente utilizan estas palmas y el aceite que de ellas se obtiene; es muy importante conocer su manera de utilizar estas palmas, no solo técnicamente, sino también conocer lo que las palmas representan para ellos, qué papel juegan en su alimentación, que importancia cultural tienen, que riesgos consideran ellos que se corre si se va a pretender realizar un aprovechamiento a mayor escala o, que limitaciones se pueden presentar dentro de la implementación de una cadena de aprovechamiento y comercialización. La información que se pueda obtener a partir de estas comunidades es muy importante para dirigir los esfuerzos de investigación e incluso también para mejorar el programa de aprovechamiento. En realidad, el esfuerzo de investigación y desarrollo de una cadena de producción-comercialización del aceite o de otros productos de cualquiera de estas palmas se debe dirigir, en un principio, a las comunidades locales que ya de por sí lo utilizan. Según Clement *et al.* (2004), al hacer énfasis en los mercados domésticos o de subsistencia, se disminuye los potenciales percances y dificultades implícitas en el posicionamiento de un producto en un mercado a gran escala, especialmente si se entra a competir con otros productos ya establecidos, como son los aceites vegetales de diferente origen. Para esto, se podría tomar como referencia la creación de pequeñas unidades productivas de pulpa de milpesos en comunidades del norte de la amazonia boliviana (CAPA – IPHAE, s.f. citado por Miranda *et al.*, 2008), donde la base es la unidad familiar y ahí se realiza todo el proceso de aprovechamiento. Sin embargo, en lugar de que cada unidad productiva comercialice su propio producto, la creación de cooperativas a nivel local o regional, podría funcionar mejor; estas podrían actuar como una central de acopio de la materia prima y de transformación de esta en el producto a través de técnicas y maquinaria mucho más eficiente que la que la unidad productiva como tal podría disponer; además esto disminuiría la competencia entre las unidades productivas, generando ganancias estables para todos los productores. Asimismo, de esta manera se podría estandarizar la producción del aceite o del producto en cuestión, y asegurar la calidad y rendimiento del mismo. Una vez establecido el producto en el mercado doméstico, contando ya con una cadena de producción-comercialización consolidada y teniendo en cuenta las grandes bondades de este, ya

mencionadas, será más viable llamar la atención de los empresarios e inversionistas del sector, para ahora sí, integrar el o los productos a un mercado de mayor escala. Teniendo en cuenta el contexto socioeconómico entorno a las tres palmas, todo lo anterior puede ser aplicado para todas por igual. Sin embargo, también es importante considerar las diferencias en la cantidad y calidad de la información que de cada una de estas palmas existe. Como se pudo observar, *Oenocarpus bataua* es por mucho la especie más estudiada de las tres, encontrándose información relevante en todos los aspectos considerados y en diferentes contextos (grupos humanos, regiones y países). Por esta razón, es importante trabajar en conjunto con los grupos de investigación y universidades de los otros países, donde esta palma está siendo estudiada, para retroalimentarse entre sí y establecer cuáles podrían ser los aspectos o prioridades de investigación más importantes en aras de desarrollar un programa, sea de aprovechamiento o de domesticación; pero tal vez más importante aún, es el trabajo en conjunto de las instituciones nacionales que han desarrollado investigaciones con esta planta, ya que a pesar de que Colombia fue el país en donde más información se encontró, no existe un esfuerzo o iniciativa conjunta para desarrollar un programa de aprovechamiento o de investigación. Por otro lado, en el caso de *Acrocomia aculeata* y en especial de *Attalea butyracea*, los vacíos de conocimiento son muy grandes. Es de resaltar, el hecho que no se encontró un solo documento hecho en Colombia acerca de *Acrocomia aculeata*, lo que significa, que esta palma se encuentra completamente marginada y prácticamente inexplorada en el país. Sin embargo, esta palma ya presenta un proceso de investigación en Brasil; por lo que es fundamental unir esfuerzos con las instituciones de investigación y desarrollo de este país. Ciertamente, es necesario comenzar programas de investigación, que permitan la recopilación de información de las poblaciones del país, especialmente aquella relacionada con el conocimiento tradicional y el científico; por ejemplo: la fenología, la variabilidad fenotípica y genotípica, y el rendimiento, son aspectos característicos de cada población que no pueden ser extrapolados con información de otros países. Sin embargo, mucho del conocimiento de esta palma por parte de la comunidad científica de Brasil, puede ser aplicado en un eventual programa de investigación y desarrollo en Colombia. El caso de *Attalea butyracea* es más complejo, ya que además de ser la palma menos estudiada de las tres, tan solo existe una iniciativa de investigación en Colombia y en menor grado en Venezuela. La situación de esta palma es muy particular, ya que a pesar de la gran cantidad de usos a lo largo de toda su distribución en el país (Bernal *et al.*, 2010), es muy poco el interés de la comunidad científica en realizar estudios acerca de la misma, al menos en los aspectos involucrados en su aprovechamiento. Por lo tanto, es sumamente importante trabajar junto con las entidades de

investigación venezolanas, para aumentar el paquete de conocimientos de esta palma, para siquiera pensar en un programa de aprovechamiento y comercialización. Desarrollar un programa de investigación y desarrollo para esta planta, podría ser de gran importancia, ya que esta tiene un rango de distribución diferente, tanto a *Oenocarpus bataua* como a *Acrocomia aculeata* (Galeano & Bernal, 2010), lo que significa, que esta podría cubrir los requerimientos de aceite para otras comunidades locales, mejorando las condiciones de seguridad alimentaria, por un menor costo; además representaría la oferta de una mayor variedad de tipos de aceites para el mercado nacional. También es importante mencionar, que la colaboración y retroalimentación entre las entidades gubernamentales y privadas, es fundamental para asegurar el éxito de un eventual programa de aprovechamiento, no solo a través del intercambio de información relevante, sino también para plantear y desarrollar tal programa dentro de las reglamentaciones y parámetros legales del país.

Dentro de la información analizada, hay varios aspectos que merecen especial atención. Los diferentes “tipos” de palmas reconocidas por los indígenas o campesinos, como el ya mencionado híbrido de *Oenocarpus bataua* y *Oenocarpus bacaba* documentado por Balick (1981), deben ser más profundamente estudiados, para así identificar cuáles son sus características y si presentan alguna ventaja relacionada con su aprovechamiento. En relación a esto, se deben establecer bancos de germoplasma que contengan estos diferentes fenotipos. Otro aspecto a tener en cuenta en futuras investigaciones, es la sostenibilidad de un eventual programa de extracción, que permita la regeneración natural de las poblaciones, permitiendo una oferta regular de frutos. Para esto se pueden realizar modelos de extracción, como el realizado con *Oenocarpus bataua* por Montaña y Zenteno (s.f., citado por Miranda *et al.* 2008), para calcular la cosecha óptima de una determinada población. También, es importante profundizar en los estudios a largo plazo de la fenología de estas plantas, en particular, a nivel de una misma población; esto sería de gran utilidad, teniendo en cuenta los patrones reproductivos y la marcada asincronía en la fructificación que por ejemplo *Oenocarpus bataua* y *Acrocomia aculeata* exhibieron (Gonzales, 2002; Amim, 2006; Rojas, 2008; Rojas-Robles & Stiles, 2009; Teles, 2009; Cifuentes *et al.*, 2010); esta información es básica, para establecer un plan de extracción óptimo y en dado caso, argumentar un eventual programa de domesticación. En el caso específico de *Acrocomia aculeata* y *Attalea butyracea*, las prioridades de investigación son muchas, ya que la información existente de estas palmas, especialmente de la segunda, es muy pobre. En realidad todos los aspectos tenidos en cuenta en este trabajo, deberían ser estudiados, sin embargo, es claro que esto es difícil, ya que

requiere un mayor interés por parte de la comunidad científica, mayor financiación, tiempo y dedicación. No obstante, hay algunos aspectos cruciales, para comenzar un programa de aprovechamiento de tipo extractivista, sin la necesidad de contar con toda la información de la especie. El rendimiento de la planta, es un factor fundamental que se debe conocer; se debe tener en cuenta las diferentes poblaciones y el rango de distribución de la palma, ya que los valores de rendimiento probablemente variarán entre un lugar y otro. Sería muy importante poder reconocer cuáles factores son los que afectan significativamente el rendimiento de una y otra población. La fenología, es otro aspecto muy importante a estudiar dentro de cada población o región, ya que esto permitiría planificar el programa de aprovechamiento de acuerdo a los patrones reproductivos, o en dado caso desarrollar alternativas de producción durante los periodos no productivos. Además de esta información netamente biológica, es fundamental enriquecer el conocimiento tradicional que se tiene de estas plantas. Hay que tener en cuenta que las comunidades locales que llevan utilizando estas palmas por generaciones, son en realidad los mayores expertos en ellas. Por esto, otro tema prioritario que se debe tratar con estas plantas, en términos de investigación, es un trabajo etnobotánico profundo y muy amplio, ya que esto, podría dirigir y facilitar las futuras iniciativas de investigación en otros temas.

En conclusión, es muy importante ahondar en la gran mayoría de temas relacionados con los tres tipos de conocimiento contemplados en este trabajo, para poder contar con la suficiente información que soporte un eventual programa de aprovechamiento y comercialización. Asimismo, otro aspecto importante, y esto implica a las tres palmas aceiteras, es enfocar correctamente los recursos ya existentes, ya sean científicos, logísticos o económicos, con el fin de conectar cada uno de los eslabones presentes en una cadena de producción-comercialización y así poder aprovechar las grandes bondades que estas palmas pueden ofrecer al país.

Bibliografía

- Amim, G.M. 2006. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. - Arecaceae: bases para o extrativismo sustentável. **Tesis Doctoral**. Universidade Federal do Paraná.
- Arvelález, A., Mieres, A., Hernández, C.E. 2008. Diseño experimental aplicado a la extracción de aceite de la almendra del corozo (*Acrocomia aculeata*). Revista Técnica. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia. Vol. 31. No. Especial Maracaibo. Pp. 122-129

- Balick, M.J. 1979. Amazonian Oil Palms of Promise: A Survey. *Economic Botany*, Vol. 33, No. 1, pp. 11-28
- Balick, M. J. 1980. The Biology and economics of the *Oenocarpus* - *Jessenia* (Palmae) complex: A promising Tropical Oilseed crops. Botanical Museum. Harvard University. Cambridge, Massachusetts. Pp. 404
- Balick, M.J. 1981. *Jessenia bataua* and *Oenocarpus* species: Native Amazonian Palms as New Sources of Edible Oil. American Oil Chemist's Society. Pp. 141-155
- Balick, M. J., Gershoff, S. N. 1981. Nutritional Evaluation of the *Jessenia bataua* Palm: Source of High Quality Protein and Oil from Tropical America. *Economic Botany*. Vol. 35 (3). Pp. 261-271
- Balick, M.J. 1988. *Jessenia* and *Oenocarpus*: neotropical oil palms worthy of domestication. FAO Plant Production and Protection Paper. 88. Pp. 191.
- Belén-Camacho, D.R., López, I., García, D., González, M., Moreno-Álvarez, M.J., Medina, C. 2005. Evaluación físico-química de la semilla y del aceite de corozo. (*Acrocomia aculeata* Jacq.) *Grasas y Aceites*. Vol. 56. Fasc. 4. Pp. 311-316.
- Berger, N., Rodrigues, V. da E. 2005. Artisan oil extraction methods for oleaginous cultures of the Santarém District, Pará State, middle Amazon, Brazil. Conference on International Agricultural Research for Development. Pp. 4
- Bernal, R., Galeano, G., García, N., Olivares I. L., Cocomá C. 2010. Uses and Commercial Prospects for the Wine Palm, *Attalea butyracea*, in Colombia. *Ethnobotany Research & Applications*. Vol. 8. Pp. 255-268
- Benjumea, P.N., Agudelo, J.R., Corredor, L. 2003. Biodiesel de aceite de palma: una alternativa para el desarrollo del país y para la autosuficiencia energética nacional. *Revista Facultad de Ingeniería*. No. 28. Pp. 50-61.
- Bora, P.S., Rocha, R.V.M. 2004. Macaiba palm: Fatty and aminoacids composition of fruits. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. Pp. 158-162
- Braun, A. 1968. Venezuelan Palms: The Cultivation of Palms in the Tropics. *Principes*. Vol. 12. Pp. 49-63
- Briceño J.V., Navas P.B. 2005. Comparación de las características químicas, físicas y perfil de ácidos grasos de los aceites de seje, oliva, maíz y soja. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)*. Vol. 31. Pp. 109-119.
- Calderón E. 1946. Introducción al estudio del aceite de seje. **Trabajo de grado de Química Farmacéutica**. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Pp. 13

- Castaño, N., Cárdenas, D., Otavo, E. 2007. Ecología, aprovechamiento y manejo sostenible de nueve especies de plantas del departamento del Amazonas, generadoras de productos maderables y no maderables. Convenio marco de cooperación interadministrativo No. 002/2005. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi. Pp. 265
- Cifuentes, L., Moreno, F., Arango, D.A. 2010. Fenología reproductiva y productividad de *Oenocarpus bataua* (Mart.) en bosques inundables del Chocó Biogeográfico, Colombia. Biota Neotropical. Vol. 10 No. 4. Pp. 101-109
- Clay, J.W. 2004. Palm Oil. En: World Agriculture and the Environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices. Island Press. (The Center of Resource Economics). 571 p.
- Clement, C.R., Weber, J.C., van Leeuwen, J., Astorga Domian, C., Cole, D.M., Arévalo Lopez, L.A., Argüello, H. 2004. Why extensive research and development did not promote use of peach palm fruit in Latin America. Agroforestry Systems Vol. 61. Pp. 195–206.
- Clement, C.R., Lleras Pérez, E., van Leeuwen, J. 2005. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. Agrociencias, Montevideu, 9(1-2): 67-71.
- Collazos, M.E. 1987. Fenología y poscosecha de Mil Pesos. *Jessenia bataua* (Mart) Burret. **Trabajo de grado de Ingeniería Agronómica.** Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Pp. 123
- Conservación Internacional-Bolivia. 2007. Transformación del fruto del Majo (*Oenocarpus bataua*): Recomendaciones para su aprovechamiento sostenible. Guía para Técnicos Extensionistas. Conservación Internacional-Bolivia. Pp. 1-28.
- Cordero, J., Aleman, W., Torrellas, F., Ruiz, R., Nouel, G., Maciel De Souza, N., Espejo, M., Sanchez, R., Molina, E. 2009. Características del fruto de la palma yagua (*Attalea burtyraceae*) y su potencial para producción de aceites. Bioagro. Vol. 21. No. 1. Pp. 49-55.
- Devia J. E., Lopez A., Saldarriaga O. L. 2002. Productos promisorios del fruto de la Palma de Vino. Revista Universidad EAFIT. Número 126, pp. 67-80.
- Fedepalma, s.f. Visión de la palmicultura Colombiana al 2020. Federación Nacional de Cultivadores de Palma. Disponible en: <http://www.fedepalma.org/vision.htm>. Fecha de consulta 12 de Julio de 2011

- Fedepalma, 2008. Anuario Estadístico 2008. Federación Nacional de Cultivadores de Palma. Disponible en: http://www.fedepalma.org/document/2008/area_cultivada.pdf. Fecha de consulta 12 de Julio de 2011
- Forero, L.E., Balick, M.J. 1985. Ficha Técnica e Informe de Grupos de Trabajo (*Jessenia bataua*). Informe del Seminario - Taller Sobre Oleaginosas Promisorias. PIRB, CIID - COLCIENCIAS - FUNBOTANICA - ACAC – SECAB. Pp. 52 - 72
- Galeano, G., Bernal, R. 1983. Evaluación económica de las palmas existentes en la finca Los Álamos, San Sebastián de Buenavista. Manuscrito inédito. Pp. 1-15
- Galeano, G., Bernal R. 2010. Palmas de Colombia. Guía de Campo. Editorial Universidad nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias-Universidad nacional de Colombia, Bogota. 688 p.
- Gómez, D., Lebrun, L. Paymal, N., Soldi, A. 1996. Palmas útiles en la provincia de Pastaza, Amazonia ecuatoriana. Serie, Manuales de plantas útiles amazónicas. Ediciones Abya-Yala. Vol. 1. Pp. 70
- Gonzalez, H. 2002. Fenología de *Euterpe precatoria* y *Oenocarpus bataua*. Investigaciones silviculturales para el aprovechamiento sostenible de algunas poblaciones vegetales del medio Atrato. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Hernández, C., Mieres, A. 2005. Extracción y purificación de la almendra del fruto de la palma de corozo (*Acrocomia aculeata*). Revista Ingenieria UC. Vol. 12. No. 1. Pp. 68-75
- Lleras E., Coradin L. 1983. La palma macauba (*Acrocomia aculeata*) como fuente de aceite combustible. Palmeras poco utilizadas de América Tropical: informe de la reunion de consulta organizada por FAO y CATIE. FAO workshop on underutilized palms of tropical America. pp. 102-112.
- Lleras, E. 1985. *Acrocomiam* um gênero com grande potencial. Boletín: Palmeras útiles de América tropical. Pp. 3-5
- Lleras, E., Coradin, L. 1985. Palmeras nativas como oleaginosas: situación actual y perspectivas para América Latina. Informe del Seminario - Taller sobre Oleaginosas Promisorias. PIRB, CIID - COLCIENCIAS - FUNBOTANICA - ACAC – SECAB.
- Lleras E., Coradin L. 1988. Neotropical Oil Palms. En: The Palm-Tree of Life. biology, utilization and conservation. Symp. Soc. Econ. Bot., New York 1986. Bronx, New York. New York Botanical Garden. Pp. 282

- Mesa-González, M.S., L.E. Romero-Cayachoa. 2008. Comparación de la biología reproductiva y ecología de la polinización de *Attalea butyracea* y *Attalea insignis* (Palmae) en Casanare Colombia. **Trabajo de grado de Biología**. Facultad de Biología. Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano (UNITROPICO), Yopal. Pp. 77
- Minagricultura. 2005. La cadena de las oleaginosas en Colombia: Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agrocadenas Colombia. Documento de Trabajo No. 62. Pag. 30
- Mingorance, F., Minelli, F., Le Du, H. 2004. El cultivo de la palma africana en el Chocó: Legalidad ambiental, territorial y derechos humanos. Human Rights Everywhere. Primera edición. Pp. 180
- Miranda, J., Montaña, F., Zenteno, F., Nina, H., Mercado, J. 2008. El Majo (*Oenocarpus bataua*): una alternativa de biocomercio en Bolivia. TRÓPICO - PNBS - FAN. Ediciones TRÓPICO. La Paz, Bolivia. Pp. 99
- Montúfar, R., Laffargue, A., Pintaud, J-C., Hamon, S., Avallone, S., Dussert, S. 2010. *Oenocarpus bataua* Mart. (Arecaceae): Rediscovering a Source of High Oleic Vegetable Oil from Amazonia. Journal of American Oil Chemists Society. Vol. 87. Pp. 167–172
- Narváez, A., Stauffer, F. 1999. Products Derived from Palms at the Puerto Ayacucho Markets in Amazonas State, Venezuela. Palms. Vol. 43. No.3. pp. 122-129
- Núñez-Avellaneda, L.A., Rojas-Robles, R. 2008. Biología reproductiva y ecología de la polinización de la palma milpesos *Oenocarpus bataua* en los Andes colombianos. Caldasia. Vol. 30. No. 1. Pp. 101-125
- Olivares, I.L. 2009. Producción de hojas y fenología de la palma de vino (*Attalea butyracea*) en Nilo, Cundinamarca, Colombia. **Trabajo de grado de Biología**. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Bogota. 29 pp.
- Ospina, M.L., Ochoa, D. 2001. La Palma Africana en Colombia. Apuntes y Memorias Volumen 1. Publicación de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite. Segunda Edición. 232 p.
- Pereira, F. 2007. Estudo das características físico-químicas dos oleos da amêndoa e polpa da macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.), Lodd. ex Mart). **Trabajo de grado de maestría**. Facultad de Agronomía. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Pp. 52

- Pérez-Rincón, M.A. s.f. Los agrocombustibles: ¿sólo canto de sirenas? análisis de los impactos ambientales y sociales para el caso colombiano. 22 p.
- Peters, C.M. 1992. The Ecology and Economics of Oligarchic Forests. *Advances in Economic Botany: Non-timber Products from Tropical Forests: Evaluation of a conservation and development strategy*. Vol. 9. Pp. 15-22
- Ríos, A., Martínez, M., Murillo, R., Cortez, H. 1996. Conocimientos generales sobre la palma de Milpesos. Universidad Tecnológica del Chocó D.L.C. Cartilla No.1 pp. 1-16
- Ríos, A., Martínez, M., Murillo. 1997. Proceso de germinación, trasplante y características del fruto de la palma de milpesos *Jessenia bataua*. Universidad Tecnológica del Chocó D.L.C. Cartilla No. 2. Pp. 1-16.
- Ríos, A. 1998. Evaluación de la calidad del aceite de la palma *Jessenia bataua* de la región del Pacífico colombiano. Informe técnico. Memorias. Taller de Colombia sobre palmas amazónicas. Noviembre 12 -14 de 1997. Centro de Investigaciones Macagual.
- Ríos, A., Martínez, M., Murillo, R., Cortez, H. 1998. Caracterización del fruto y evaluación del proceso de germinación de la palma de milpesos “*Jessenia bataua*” de la región del Pacífico colombiano. Informe técnico. Memorias. Taller de Colombia sobre palmas amazónicas. Noviembre 12 -14 de 1997.
- Ríos, A., Martínez, M., Murillo, R. 1998. Proceso de extracción artesanal y características del aceite de la palma de Milpesos *Jessenia bataua*. Universidad Tecnológica del Chocó D.L.C. Cartilla No. 2. Pp. 1-16.
- Rojas, M.delR. 2008. Fenología, frugivoría, dispersión de semillas y distribución espacial de la palma *Oenocarpus bataua* en tres fragmentos de bosque subandino de Colombia. **Tesis doctoral**. Facultad de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. CD-ROM
- Rojas-Robles, R., Stiles, F.G. 2009. Analysis of a supra-annual cycle: reproductive phenology of the palm *Oenocarpus bataua* in a forest of the Colombian Andes. *Journal of Tropical Ecology*. Vol. 25 pp. 41-51.
- Ruíz, R.R., Alencar J. da C. 2004. Comportamento fenológico da palmeira pataua (*Oenocarpus bataua*) na reserva forestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*. Vol. 34. No. 4. Pp. 554-558

- Scariot, A. 1987. Biología Reproductiva de *Acrocomia aculeata* (Jacquin) Loddiges ex Martius (Palmae) no Distrito Federal. **Trabajo de grado de maestría**. Universidade de Brasilia. Pp. 107.
- Scariot, A.O., Lleras, E., Hay, J.D. 1991. Reproductive Biology of the Palm *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. *Biotropica*. Vol. 23(1). Pp. 12-22.
- Scariot, A., Lleras, E., Hay, J.D. 1995. Flowering and Fruiting Phenologies of the Palm *Acrocomia aculeata*: Patterns and Consequences. *Biotropica*. Vol. 27. No. 2. Pp. 168-173
- Sundram K., Sambanthamurthi R., Tan Y.A. 2003. Palm fruit chemistry and nutrition. *Asia Pacific Journal Clin Nutr*. Review article ;12 (3): 355-362
- Teles, H. 2009. Caracterização de ambientes com ocorrência natural de *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. Ex Mart. e suas populações nas regiões centro e sul do estado de Goiás. **Trabajo de grado de maestría**. Facultad de Agronomía de la Universidade Federal de Goiás. Pp. 137.
- Teoh C.H. s.f. Temas esenciales de sostenibilidad en el sector del aceite de palma: Un documento de discusión para consultas con las múltiples partes interesadas (encargado por el Grupo Banco Mundial). IFC. World Bank Group. Pp. 60
- Uribe, A., Velásquez, P., Montoya, M. 2008. Ecología de poblaciones de *Attalea butyracea* (Arecaceae) en un área del bosque seco tropical (Las Brisas, Sucre, Colombia). *Actualidades Biológicas*. Vol. 23. No. 74. Pp. 33-39
- Vallejo, D. s.f. Especies promisorias. *Oenocarpus bataua*. Seje. Colombia Amazónica. Corporación Colombiana para la Amazonía -Araracuara-. Separata. Separata 1. Pp. 1-19