

MANEJO Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LAS ESPECIES SILVESTRES — ANDIROBA Y COPAIBA —





Centeno Cuéllar, Alexis; Castro Rodríguez, Sandra Yanneth; Curi Soto, Verónica, Hernández Torres Jonás Joaquín y Guerrero Castrillón, Diana Carolina. (2024). Manejo y aprovechamiento sostenible de las especies silvestres andiroba y copaiba. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

© **Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI**

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
2024

ISBN: 978-958-5427-43-3

Reservados todos los derechos

Revisión técnica:

Mireya Patricia Córdoba Sánchez, Bióloga. PhD.
Edgar Otavo Rodríguez, Ingeniero Forestal

Fotografías:

Alexis Centeno Cuellar
David Mauricio Mosquera Narváez
Verónica Curi Soto
Jonás Joaquín Hernández Torres
Paola Aponte Celis

Coordinación de la producción editorial:

Diana Patricia Mora Rodríguez, Jefe de la Oficina de Comunicaciones

Corrección de estilo, diseño e impresión:

Imagen editorial

Disponible en: www.sinchi.org.co

Publicado en 2024 por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

Calle 20 No. 5 – 44.

Bogotá D.C. Colombia.

LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS

Directora General

JAIME ALBERTO BARRERA GARCÍA

Subdirector Científico y Tecnológico

DIEGO FERNANDO LIZCANO BOHÓRQUEZ

Subdirector Administrativo y Financiero

MARÍA SOLEDAD HERNÁNDEZ GÓMEZ

Coordinadora Programa de Sostenibilidad e Intervención

EQUIPO TÉCNICO

Diana Carolina Guerrero Castrillón

Coordinadora de Proyecto

Sandra Yanneth Castro Rodríguez

Investigadora Temática en Productos No Maderables

Alexis Centeno Cuéllar

Investigadora Contratista

Verónica Curi Soto

Investigadora Contratista

Jonás Joaquín Hernández Torres

Sabedor local, organización ASOINTAM





TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	10
PRESENTACIÓN	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. METODOLOGÍA.....	13
3. <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (Andiroba)	15
3.1 Características generales.....	15
3.1.1 Crecimiento y distribución	16
3.1.2 Densidad y estructura de la población	17
3.1.3 Temporadas de floración y fructificación.....	18
3.1.4 Importancia ecológica	18
3.1.5 Usos potenciales	19
3.1.6 Otras aplicaciones	20
3.2 Aprovechamiento sostenible.....	21
3.2.1 Cosecha de las semillas.....	21
3.2.2 Tiempo de recolección de semillas	23
3.2.3 Transformación de semillas a aceite	24
3.3 Manejo sostenible.....	27
3.3.1 Enriquecimiento en las chagras.....	28
3.3.2 Importancia del enriquecimiento.....	28
3.3.3 Siembra de plántulas provenientes del bosque.....	28
3.3.4 Espaciado de siembra	29
4. <i>Copaifera officinalis</i> (Jacq.) L. (copaiba)	31
4.1 Características generales.....	31
4.1.1 Crecimiento y distribución	32
4.1.2 Densidad y estructura.....	33
4.1.3 Temporadas de floración y fructificación.....	34
4.1.4 Importancia de la especie.....	34
4.1.5 Usos potenciales	35
4.1.6 Otras aplicaciones	36
4.2 Aprovechamiento sostenible.....	36
4.2.1 Extracción del aceite.....	36
4.2.2 Filtrado del aceite	39
4.3 Manejo sostenible.....	40
4.3.1 Enriquecimiento con copaiba en las chagras.....	40
5. PLAN DE MANEJO.....	43
5.1 Elaboración del plan de manejo	43
5.1.1 El plan de manejo de <i>Carapa guianensis</i> Aubl. (andiroba) y <i>Copaifera officinalis</i> (Jacq.) L. (copaiba).....	43
5.2 Pautas para prevenir y mitigar los posibles impactos del aprovechamiento.....	44

5.2.1 Monitoreo durante el aprovechamiento.....	44
5.2.2 Manejo adecuado de herramientas de trabajo	44
5.2.3 Manejo adecuado de residuos.....	45
5.3 Manejo agroforestal de las especies.....	46
5.3.1 Manejo agroforestal.....	46
5.3.2 La chagra como sistema agroforestal.....	46
6. REFERENCIAS	47
ANEXOS	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Cobertura y unidad de manejo forestal para el aprovechamiento de las especies <i>Carapa guianensis</i> (Andiroba) y <i>Copaifera officinalis</i> (copaiba). Resguardo de UITIBOC, Área No Municipalizada de Tarapacá, departamento de Amazonas. Fuente: Instituto SINCHI, 2023.....	14
Figura 2.	Árbol de <i>C. guianensis</i>	15
Figura 3.	Fruto de <i>C. guianensis</i>	15
Figura 4.	Distribución geográfica y crecimiento de <i>C. guianensis</i>	16
Figura 5.	Densidad de individuos de <i>C. guianensis</i> en una hectárea	17
Figura 6.	Variación en la densidad de <i>C. guianensis</i> dependiendo del tipo de hábitat.....	17
Figura 7.	Periodo de floración y fructificación de <i>C. guianensis</i>	18
Figura 8.	Importancia ecológica de la especie <i>C. guianensis</i>	19
Figura 9.	Aceite como uso potencial de <i>C. guianensis</i>	20
Figura 10.	Corteza y madera como otros usos potenciales de <i>C. guianensis</i>	21
Figura 11.	Recolección de semillas de <i>C. guianensis</i>	21
Figura 12.	Integrante de resguardo indígena UITIBOC realizando avistamiento a frutos maduros de <i>C. guianensis</i>	22
Figura 13.	Trampas colgantes para la captura de frutos que caen del árbol de <i>C. guianensis</i>	22
Figura 14.	Semilla de <i>C. guianensis</i> infestada por larvas	23
Figura 15.	Semillas recolectadas de <i>C. guianensis</i> durante la cosecha del 2023	23
Figura 16.	Secado de semillas de <i>C. guianensis</i> empleando dos tipos de secadores: domo geodésico y cama africana.....	24
Figura 17.	Molienda de semilla de <i>C. guianensis</i>	25
Figura 18.	Mujeres extrayendo aceite de la semilla <i>C. guianensis</i> con prensa mecánica.....	25
Figura 19.	Prensa expeller para el prensado y extracción de aceite	26
Figura 20.	Plántula de <i>C. guianensis</i>	27
Figura 21.	Germinación de semilla <i>C. guianensis</i>	28
Figura 22.	Espaciado de siembra de <i>C. guianensis</i> en sistemas agroforestales	29
Figura 23.	Árbol de <i>C. officinalis</i>	31
Figura 24.	Fruto de <i>C. officinalis</i>	31
Figura 25.	Distribución geográfica y crecimiento de <i>C. officinalis</i>	32
Figura 26.	Densidad de individuos por hectárea de <i>C. officinalis</i> en los bosques del Área No Municipalizada de Tarapacá.	33
Figura 27.	Estructura poblacional considerando el diámetro de los árboles.....	33
Figura 28.	Temporada de floración y fructificación de los árboles de <i>C. officinalis</i>	34
Figura 29.	Importancia ecológica de <i>C. officinalis</i>	35
Figura 30.	Aceite del tronco de <i>C. officinalis</i>	35
Figura 31.	Aceite exudado del tronco de <i>C. officinalis</i>	36
Figura 32.	Perforación de la corteza del árbol de copaiba para la extracción del aceite	37

Figura 33.	Instalación del tubo de PVC en la perforación hecha al tronco del árbol para la extracción del aceite	37
Figura 34.	Agujero en el tubo a instalar en el tronco, para permitir la salida del aire	38
Figura 35.	Instalación de recipiente para la recolección del aceite extraído del tronco	38
Figura 36.	Instalación de tapón al final del tubo, cuando no se presenta exudado/extracción de aceite	39
Figura 37.	Manejo del árbol de <i>C. officinalis</i>	40
Figura 38.	Desinfección y calentamiento de las semillas.....	41
Figura 39.	Siembra de la semilla en tierra abonada cuando presente radícula.....	41
Figura 40.	Espaciamiento de siembra del árbol de <i>C. officinalis</i> en relación con otros cultivos..	42
Figura 41.	Integrantes de la Asociación de Autoridades Indígenas Tradicionales del Área No Municipalizada de Tarapacá, Amazonas ASOAINAM.	43
Figura 42.	Monitoreo de los árboles durante el aprovechamiento de la cosecha	44
Figura 43.	Limpieza de equipo.....	45
Figura 44.	Equipo de navegación empleado como transporte hacia el área de cosecha y centro de acopio.	45
Figura 45.	Recolección de residuos sólidos en lonas y transportados para un manejo adecuado.....	46
Figura 46.	Sistema agroforestal “chagra”.....	46

Anexo 1. Formato de campo para el monitoreo de producción de semillas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.)

Anexo 2. Formato de campo para el monitoreo de la cosecha de aceite de copaiba (*Copaifera officinalis* (Jacq. L))

Anexo 3. Formato para el monitoreo anual de la poblacional de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) y copaiba (*Copaifera officinalis* (Jacq.l.) L.)

Anexo 4. Monitoreo de la regeneración de andiroba (*Carapa guianensis*) Aubl. y copaiba (*Copaifera officinalis* (Jacq.) L.)

Anexo 5. Formato registro fenológico

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que contribuyeron de forma significativa en los procesos de investigación.

Agradecemos a los integrantes del resguardo indígena UITIBOC pertenecientes a la Asociación de Autoridades Indígenas de Tarapacá Amazonas (ASOAINAM), en especial a Fausto Borraez, Jair Rincón Ipuchima, Berlandi Gabino y a toda la comunidad del Área No Municipalizada de Tarapacá, departamento de Amazonas, quienes contribuyeron de manera significativa al desarrollo de la investigación.

Adicionalmente, a Jonás Joaquín Hernández, líder del comité de recolección y transformación por sus valiosos aportes sobre el manejo de *Carapa guianensis* (andiroba) y *Copaifera officinalis* (copaiba), y por su apoyo en las actividades en campo y de transformación del producto; a Nohora del Águila, Milton Yaguenez, Lucas y Jean Ochavano por su valioso apoyo en las actividades de campo.

De igual forma, a la Gobernación del departamento de Amazonas, entidad que apoyó el desarrollo de la investigación realizada en las comunidades de Cardozo, Quinina Yaco y Alpha Tum Sacha del Área No Municipalizada de Tarapacá.

Por último, a todo el equipo de investigación del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, cuyo esfuerzo, dedicación y compromiso enriqueció el contenido de este documento.

La fuente de financiación corresponde a los recursos de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías (SGR), a través de los cuales se financió el proyecto “Fortalecimiento de alternativas productivas basadas en el aprovechamiento sostenible de los recursos del bosque por comunidades locales del departamento del Amazonas, BPIN Nro. 2020000100269” de la línea programática promoción de la cultura de la innovación empresarial, del emprendimiento y del desarrollo tecnológico en torno a los focos priorizados para el Amazonas.

PRESENTACIÓN

Los bosques, por su diversidad ecosistémica, riqueza biológica y oferta de bienes y servicios ambientales, se constituyen en una parte esencial de los medios de subsistencia de las comunidades que hacen aprovechamiento de estos.

Los Productos Forestales No Maderables (PFNM) son aquellos productos diferentes a la madera: flores, hojas, frutos, entre otros, que son extraídos y recolectados por comunidades como estrategia de diversificación de las actividades productivas que propenda por una seguridad alimentaria y una estrategia de conservación de los recursos. El aprovechamiento y manejo sostenible de los PFNM se reconoce como una alternativa en el manejo forestal sostenible, y como una forma de mitigar el conflicto entre la conservación ecológica y los aspectos económicos, sociales y culturales de las comunidades que dependen de los bosques.

La andiroba (*Carapa guianensis*) y la copaiba (*Copaifera officinalis*) son especies vegetales proveedoras de PFNM, que pueden recolectarse de forma silvestre (bosque nativo o secundario) o manejarse en sistemas agroforestales o producirse a través de plantaciones forestales. De su semilla y tronco se obtiene aceite y oleoresina, ingredientes naturales, que son empleados por lo locales con fines medicinales “curativos”.

El manejo y aprovechamiento de estas especies, puede proveer opciones económicas para los pobladores (colonos, campesinos e indígenas) al incrementar sus ingresos y ofrecer oportunidades de desarrollo. Sin embargo, este tipo de aprovechamiento debe fundamentarse en el conocimiento detallado de la biología, ecología, la producción y el impacto que podría generar el uso de estas especies.

Así, este documento proporciona brevemente, características de cada especie en aspectos biológicos, ecológicos, productivos y de transformación, con guías para el monitoreo y seguimiento durante el aprovechamiento, como también de estrategias de manejo en modelos de enriquecimiento. Igualmente, cuenta con orientaciones de planificación que pretenden el aprovechamiento sostenible y controlado a largo plazo de los recursos que provee el bosque.

Este trabajo, además, presenta de forma sintética los resultados de la investigación científica y del saber de las comunidades acerca del uso y manejo de las especies andiroba y copaiba en el bosque amazónico, además, provee a los trabajadores del bosque, una serie de pautas sobre cómo realizar un manejo y aprovechamiento sostenible.

LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS
Directora general

1. INTRODUCCIÓN

El uso sostenible de los bosques naturales es una estrategia de conservación, pero su intervención sin el conocimiento y desarrollo tecnológico para el aprovechamiento de estos impide que se logre dicho objetivo. Por esta razón, el aprovechamiento sostenible debe fundamentarse en el conocimiento detallado de la biología, ecología y el impacto que podría generar el uso de las especies.

En la Amazonia colombiana, la especie *C. guianensis* (andiroba) ha sido y es actualmente utilizada por comunidades indígenas, como fuente de productos forestales no maderables (PFNM), debido a que representa una oportunidad para ser usada económicamente de manera sostenible. En este sentido, se utiliza el aceite extraído de las semillas con fines curativos, en cosmética y en el sector alimenticio. Por otra parte, se considera una fuente alimenticia para muchas de las especies animales que son objeto de caza en la selva.

Así mismo, la especie *C. officinalis* (copaiba), es empleada por las comunidades indígenas; sin embargo, se registra como una especie poco común en el Área No Municipalizada de Tarapacá, en donde se encuentran únicamente individuos aislados en zonas de vegas inundable. De la especie se obtiene aceite u oleoresina de su tronco, que es utilizado con fines curativos, principalmente como antiparasitario y su corteza también es aprovechada como cicatrizante.

La Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía–*Corpoamazonía*, mediante Resolución 0028 del 2013, otorgó a la Asociación de Autoridades Tradicionales Indígenas de Tarapacá Amazonas-ASOAINAM del resguardo indígena UITIBOC del Área No Municipalizada de Tarapacá, autorización por un periodo de cuatro (4) años para el aprovechamiento forestal persistente de las especies de productos no maderables de andiroba y copaiba

Al respecto, el Instituto SINCHI brinda apoyo y acompañamiento a las asociaciones para la elaboración de planes de manejo de las especies silvestres, con el fin de mejorar la productividad de los sistemas productivos, transformación y comercialización de materias primas y productos con un primer nivel de transformación. A partir de este acompañamiento, en conjunto con ASOAINAM, se realizan actividades para la elaboración de los protocolos de manejo de andiroba y copaiba.

Con base en lo anterior, este manuscrito se presenta como una herramienta didáctica destinada a brindar a las comunidades del Área No Municipalizada de Tarapacá del departamento de Amazonas, un conocimiento más profundo acerca de la biología, ecología, así como el aprovechamiento y manejo sostenible de las especies.

Parte de la información contenida en esta guía se ha obtenido mediante la colaboración estrecha con las comunidades que conforman el resguardo indígena UITIBOC del Área No Municipalizada de Tarapacá. Esta información ha sido esencial en la formulación de lineamientos de manejo, aprovechamiento y monitoreo de PFNM derivados de andiroba y copaiba en estos territorios.

2. METODOLOGÍA

Área de manejo y aprovechamiento: El área de aprovechamiento no maderable de las especies andiroba y copaiba, se encuentra dentro del resguardo UITIBOC, ubicado en el Área No Municipalizada de Tarapacá, departamento del Amazonas, fue legalmente constituido en el año 2010, mediante Acuerdo 225 del 26 de octubre de 2010 del INCODER, conformado por aproximadamente 887 personas (Salazar & Riaño, 2016).

Unidad de Manejo Forestal (UMF): Esta corresponde a una superficie total de 629,55 hectáreas distribuidas en cinco (5) zonas, de las cuales 544,72 hectáreas equivalente al 86,56% serán para aprovechamiento de andiroba y 84,83 hectáreas que corresponde al 13,47% serán destinadas para aprovechamiento de copaiba distribuida en cuatro (4) zonas, zona 1 (32,17 ha), zona 2 (3,56 ha), zona 3 (47,3 ha) y zona 4 (1,8 ha) (**Figura 1**).

Parcelas de muestreo: Se establecieron parcelas de 0,1 hectáreas, de forma rectangular de 10m *100 dividida cada 10 m, marcando todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) > 10 cm (Cárdenas et al., 2004; Vallejo et al., 2005). La ventaja del tamaño de esta parcela se debe al bajo costo en su establecimiento; permite registrar la variación de la estructura y composición del bosque y medir el impacto del aprovechamiento sobre el ecosistema de la zona (Campbell et al., 2002; Orrego et al., 2003). Para el establecimiento de las parcelas, se tuvo en cuenta que las rutas de entrada sean de fácil acceso, para realizar de manera práctica los monitoreos.

A cada uno de los árboles encontrados se les tomó la ubicación geográfica con el GPS (-Sistema de Geoposicionamiento Global), determinando los atributos estructurales establecidos en la metodología de levantamiento forestal estándar (Vallejo et al., 2005). La marcación de los individuos se realizó con números consecutivos en placas metálicas adheridas a estos.

Monitoreo fenológico: Se tomaron registros a cada individuo seleccionado, mediante visualización directa y con binoculares, para identificar y valorar los estadios fenológicos y productivos asociados y propuestos por Fournier (1974) y Opler et al., (1980) como: botón floral, flor abierta, fruto inmaduro, fruto maduro, caída de hoja y brote de hoja. Posteriormente se construyó el calendario fenológico de andiroba y copaiba.

Caracterización de cosecha: Para conocer los pesos del fruto entero, semillas, cápsula y número de semillas, se tomó el peso promedio del fruto entero, el peso promedio de la cápsula, el peso promedio de las semillas y la cantidad promedio de las semillas en cada fruto. Para obtener estos datos se tomaron como máximo 10 frutos y semillas de 5 a 10 árboles, teniendo en cuenta la metodología de Cornelissen et al., (2003) y Harguindeguy et al., (2013).

Para la caracterización de la cosecha de copaiba, se tuvo en cuenta los métodos de extracción del aceite utilizado en Perú, Brasil y Colombia (Coimbra et al., 2018; Ortiz y Otavo 2012; Pinto et al., 2010).

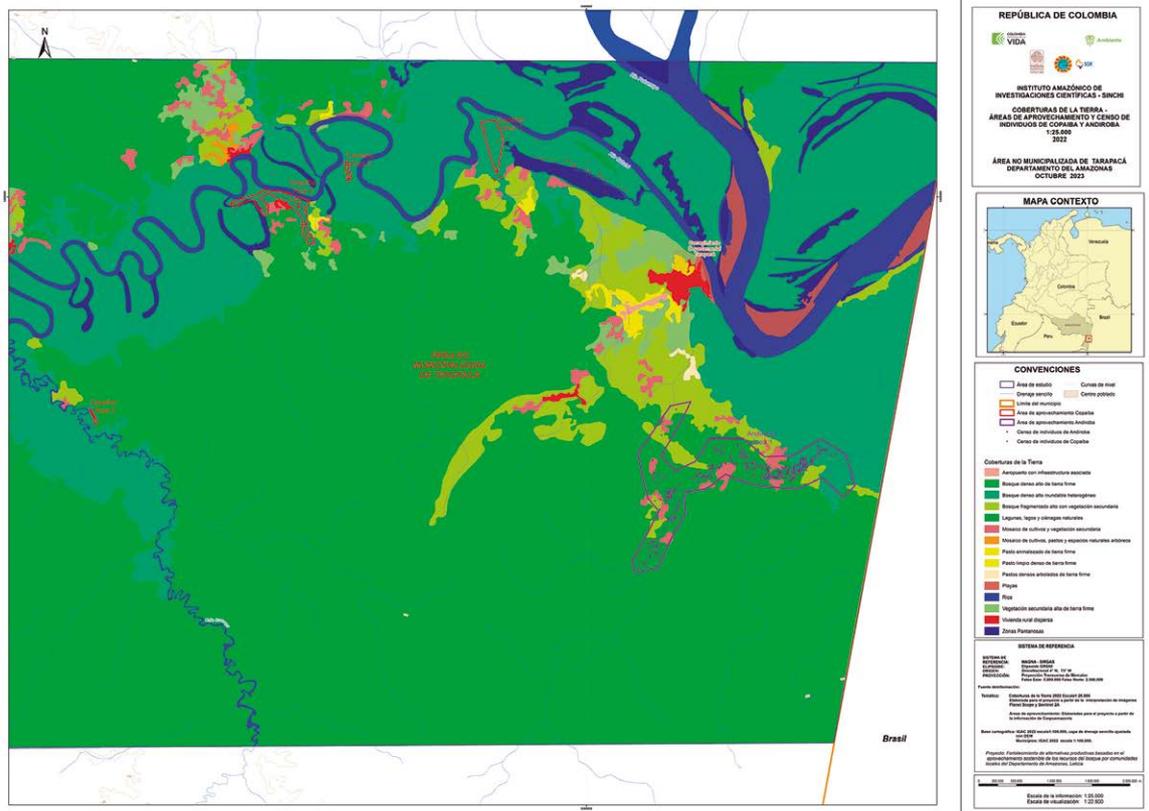


Figura 1. Cobertura y unidad de manejo forestal para el aprovechamiento de las especies *Carapa guianensis* (andiroba) y *Copaifera officinalis* (copaiba). Resguardo de UITIBOC, Área No Municipalizada de Tarapacá, departamento de Amazonas. Fuente: Instituto SINCHI, 2023.

3. *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba)

3.1. Características generales

En Colombia, la especie *C. guianensis* es conocida con otros nombres como: andiroba tangare, masábalo, güino, cedro macho, maco, y pialde. Este árbol ejerce un dominio dentro del bosque; se caracteriza por su rápido crecimiento y alcanza alturas que pueden superar los 30 metros. Su tronco es recto y robusto, de forma cilíndrica, con raíces tabulares grandes, medianamente profundas (Borja y Lasso, 1990). La copa del árbol es densa y de amplia extensión, con una forma irregular y sus hojas son compuestas, alternas y paripinadas con folíolos oblongos agrupados en los extremos de las ramas. Las inflorescencias se presentan en panículas terminales, con flores masculinas y femeninas pequeñas de color blanco a crema (**Figura 2**), (Ferraz et al., 2002; SINCHI, 2016).

El fruto es una cápsula tetragona ovoide de 7 a 10 cm de diámetro, con 4 válvulas que contienen de 4 a 6 semillas por valva (Teixeira, 2016). Sus semillas son globulares con lados angulares, miden de 3 a 6,5 cm de longitud, y pesan en promedio 20g (Figura 3).



Figura 2. Árbol de *C. guianensis*.



Figura 3. Fruto de *C. guianensis*.

3.1.1. Crecimiento y distribución

Esta especie se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1400 m de altitud, en zonas con precipitaciones anuales entre 1900 y 3000 mm y temperaturas entre 20°C y 35°C. En Colombia, su distribución abarca diversos departamentos, incluyendo Amazonas, Antioquia, Caldas, Cauca, Chocó, Nariño, Santander y Valle.

En la Amazonia colombiana la especie ha sido registrada en los sectores del río Caquetá, el trapezio amazónico, Cahuinarí, Tarapacá y Guaviare (Montero et al., 2016). En particular, en el Área No Municipalizada de Tarapacá, es frecuente encontrar esta especie a lo largo de las márgenes del caño Cardozo en la comunidad del mismo nombre.

Esta especie por lo general crece en suelos ácidos y arcillosos, particularmente en bosques muy húmedos, estacionalmente inundados. Es común encontrarla en márgenes de ríos, pantanos y quebradas, así como en valles aluviales (Shanley et al., 2012). Sin embargo, también se encuentra en bosques de tierra firme y en terrenos con pendiente moderada. Ocasionalmente se localiza en rodales de pequeña a mediana extensión (**Figura 4**) (SINCHI, 2016).

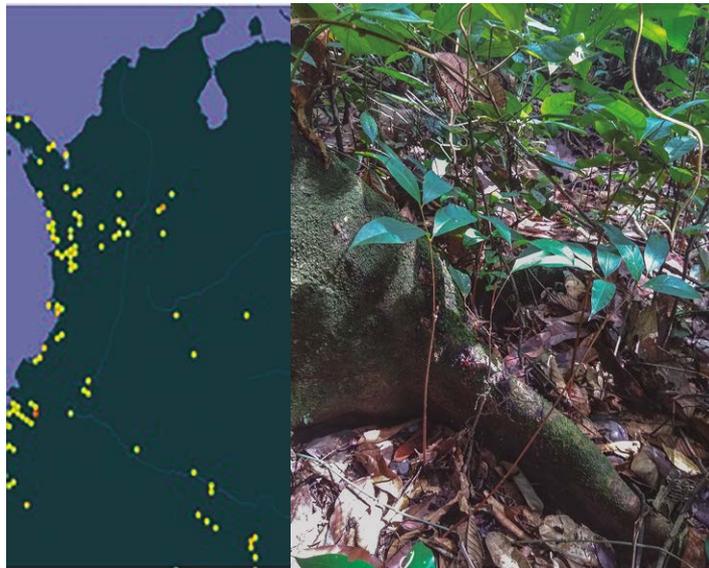


Figura 4. Distribución geográfica y crecimiento de *C. guianensis*

Regeneración

Es considerada como una especie subheliófila (no requiere exposición directa y constante al sol), ya que al principio de su crecimiento es tolerante a la sombra, presentando un buen desarrollo en el sotobosque, pero luego necesita una alta demanda de luz para un mayor crecimiento.

3.1.2. Densidad y estructura de la población

En los bosques del Área No Municipalizada de Tarapacá se ha observado que la especie presenta una densidad de 17.14 individuos por hectárea. Su estructura poblacional presenta distribución normal, donde los árboles padres son los de mayor cantidad, mientras que los árboles hijos y abuelos presentan baja densidad de individuos (**Figura 5**).

18 árboles por hectárea

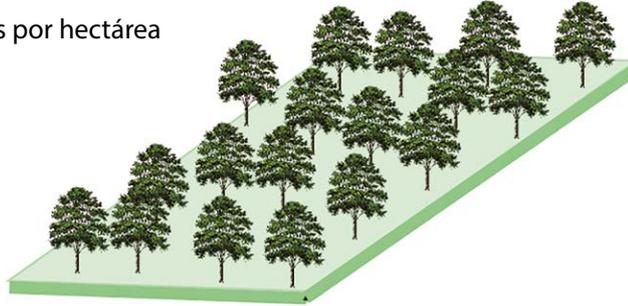


Figura 5. Densidad de individuos de *C. guianensis*. en una hectárea

Se ha reportado que...

La densidad de Andiroba puede variar ampliamente dependiendo del tipo de hábitat. En zonas inundables la densidad es mucho mayor que en tierra firme (**Figura 6**).

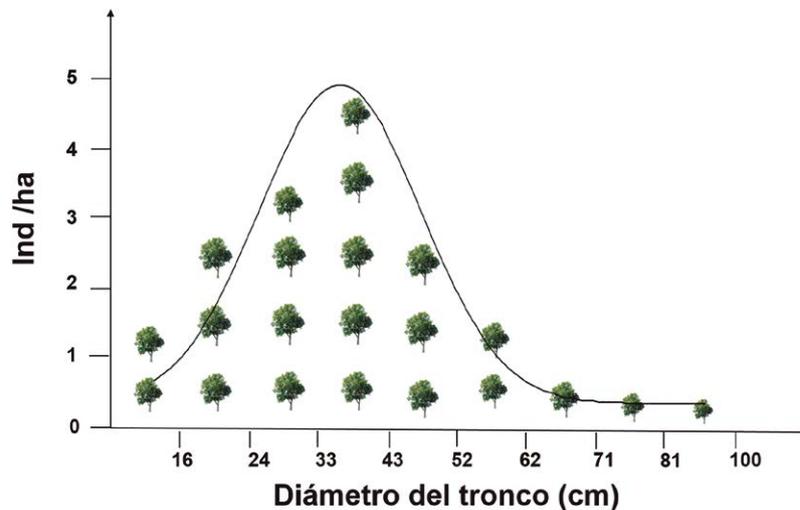


Figura 6. Variación en la densidad de *C. guianensis* dependiendo del tipo de hábitat

3.1.3. Temporadas de floración y fructificación

Los periodos de floración y fructificación son altamente variables, ya que cada tres años se presentan picos de producción de flores y frutos más altas de lo normal. De acuerdo con los resultados obtenidos del estudio, en el Área No Municipalizada de Tarapacá, la mayor floración tiene lugar en los meses de noviembre y diciembre, mientras que la fructificación comienza desde enero hasta junio con un pico alto en marzo y abril (**Figura 7**).

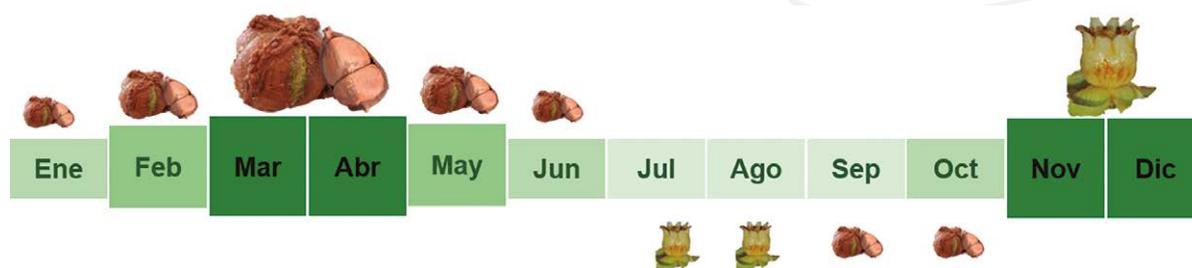


Figura 7. Periodo de floración y fructificación de *C. guianensis*.

La dispersión de la semilla ocurre principalmente porque caen por su propio peso (barocoria), por corrientes de agua (hidrocoria), por aves y roedores. Algunos mamíferos pequeños como los agutíes (*Dasyprocta* sp.) entierran las semillas, las cuales en su mayoría son olvidadas y resultan germinando con éxito (Tonini et al., 2009)

La polinización se lleva principalmente por la acción de los insectos, que son atraídos por los aromas y sustancias azucaradas que segregan los nectarios. Entre los polinizadores conocidos se encuentran las polillas y las abejas. En la Amazonia colombiana la abeja del género *Trigona* (Hymenoptera: Apoidea) se ha identificado como polinizador (Morales, 1997).

Nota ecológica

Dentro de una posible estrategia de dispersión, la fructificación de andiroba se sincroniza con el periodo de lluvias e inundaciones de los bosques en el Área No Municipalizada de Tarapacá, para que sus frutos sean dispersados por hidrocoria, ya que las semillas flotan debido a su alto contenido en aceite y se transportan hacia nuevas zonas

3.1.4. Importancia ecológica

Tonini et al., (2009) menciona la importancia ecológica de andiroba debido a su gran tamaño, pues el árbol en su totalidad sirve de refugio para diferentes animales como: aves, serpientes y mamíferos. Así mismo, provee el substrato para herbáceas epífitas como bromelias y orquídeas, y sirve de alimento para pequeños mamíferos como *Dasyprocta* sp (agutíes) y *Tayassu pecari*, (cerdo de monte) (**Figura 8**).

La especie posee un gran potencial para enriquecer los bosques naturales. Se puede emplear en sistemas agroforestales y para recuperación de áreas húmedas degradadas. Por tanto, resulta fundamental en los esfuerzos de enriquecimiento comercial en la selva del Amazonas, ya que, al ser una especie nativa de la región, presenta desarrollo satisfactorio.

Es una especie de uso múltiple brinda la oportunidad de generar ingresos al productor a través del aprovechamiento sostenible, tanto en madera de alta calidad como de productos no maderables debido a la posibilidad de extraer aceite de sus semillas, que luego se comercializa para la fabricación de productos cosméticos y medicinales (Shanley et al., 2012).

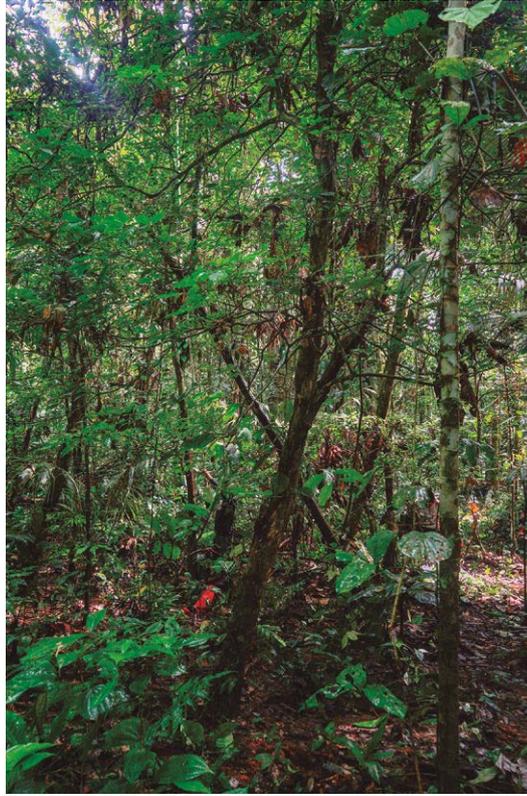


Figura 8. Importancia ecológica de la especie *C. guianensis*.

3.1.5. Usos potenciales

Andiroba posee varios usos, siendo uno de ellos la utilización del aceite extraído de las semillas con fines curativos, debido a que se le atribuyen propiedades antiinflamatorias. En la región amazónica, este aceite es uno de los remedios naturales más ampliamente empleados. Se utiliza para tratar esguinces de tobillos y como repelente de mosquitos. Además, en la medicina veterinaria, se aplica para sanar heridas infectadas en animales. A nivel comercial, el aceite se utiliza en la elaboración de productos cosméticos (**Figura 9**).



Figura 9. Aceite como uso potencial de *C. guianensis*

Componentes principales del aceite de andiroba

El aceite posee andirobina, un fitoquímico que pertenece a los limonoides. Contiene ácidos grasos esenciales como el ácido oleico, el ácido esteárico, el ácido palmitoleico y el ácido linoléico. También contiene miliacina que tiene un alto contenido en vitamina A, C y E. Igualmente, contiene un alto contenido en alfa-hidroxiácidos. Todos estos componentes hacen del aceite el ingrediente ideal para la elaboración de productos cosméticos por sus propiedades hidratantes y promotoras de la producción de colágeno en la piel.

Estos componentes solo se encuentran en su forma más pura en el aceite de andiroba, especialmente cuando se trata de un aceite prensado en frío, sin ningún tipo de adulteración, es decir, un aceite 100% puro y sin mezclas

3.1.6. Otras aplicaciones

La especie tiene un valor significativo por su corteza y su madera. La corteza contiene un alcaloide llamado carapina, útil en tratamientos para afecciones como diarrea, infecciones bacterianas, reumatismo y tumores (**Figura 10**).

La madera es altamente apreciada por su combinación de ligereza y robustez, durabilidad y naturaleza aceitosa, que la protege contra el ataque de termitas y gusanos. Debido a su tonalidad dorada y su calidad superior, la madera se considera equivalente en prestigio a la *Swietenia macrophylla* (Caoba) y se utiliza en la construcción de muebles y estructuras para viviendas (Ferraz, 2002; Carvalho, 2014).



Figura 10. Cortez y madera como otros usos potenciales de *C. guianensis*.

3.2. Aprovechamiento sostenible

3.2.1. Cosecha de las semillas

En el Área No Municipalizada de Tarapacá, la recolección de las semillas inicia desde finales del mes de febrero hasta finales del mes de mayo. Las semillas se recogen del suelo bajo el árbol, o se extraen manualmente del fruto recién caído. En algunas ocasiones la recolección se realiza directamente del árbol mediante el ascenso a la copa una vez los frutos comienzan su apertura. Sin embargo, los recolectores locales prefieren recoger las semillas del suelo (**Figura 11**).

Las actividades de recolección se llevan a cabo por integrantes del resguardo indígena Uitiboc que hacen parte del comité de recolección.



Figura 11. Recolección de semillas de *C. guianensis*.



Para la recolecta de semillas, es fundamental conocer los ciclos fenológicos de las especies, ya que estos periodos se encuentran relacionados con variables climáticas como las precipitaciones, temperatura y humedad. De esta manera cambios climáticos globales y locales pueden influir de alguna manera en la producción de flores, frutos y follaje, implicando variaciones en la cosecha de las semillas (Figura 12).

Figura 12. Integrante de resguardo indígena UITIBOC realizando avistamiento a frutos maduros de *C. guianensis*

En el Área No Municipalizada de Tarapacá, la mayor fructificación se produce en el mes de mayo, temporada en la que se presentan las lluvias e inundación en la zona, por tanto, los frutos son llevados por el agua hacia otros sitios, evitando que puedan ser aprovechados por la comunidad. En este sentido, la utilización de trampas colgantes podría ser un método alternativo de recolección en estos bosques (**Figura 13**).



Figura 13. Trampas colgantes para la captura de frutos que caen del árbol de *C. guianensis*

Después de recolectadas las semillas son seleccionadas, descartando aquellas que presentan hongos o que estén infestadas por la larva de taladrador (**Figura 14**).

Posteriormente, estas son transportadas en canastos o en lonas, por trochas desde el bosque hasta el centro de acopio donde son pesadas y seleccionadas.



Figura 14. Semilla de *C. guianensis* infestada por larvas

3.2.2. Tiempo de recolección de semillas

En esta actividad se dedica un tiempo 4 a 5 horas diarias, de 2 a 3 días por semana, durante los meses de fructificación de la especie.



Figura 15. Semillas recolectadas de *C. guianensis*. durante la cosecha del 2023

Cantidad de semillas que se pueden llegar a recolectar durante la cosecha

Durante la cosecha, los recolectores obtienen aproximadamente entre 1.1 t a 3.4 t de semillas en las 544 ha que se identificó como área de oferta del recurso, en las comunidades alto, medio y bajo Cardozo en el Área No Municipalizada de Tarapacá (**Figura 15**).

3.2.3. Transformación de semillas a aceite

El proceso de extracción del aceite presenta varios pasos a seguir:

• Secado, triturado o molienda

Una vez las semillas son recolectadas y llevadas al centro de acopio, estas son lavadas y desinfectadas. Posteriormente, inicia el proceso de secado empleando un secador solar tipo cama africana o domo geodésico, compuesto por tablas, tubos de PVC y plástico transparente (**Figura 16**).

Luego del primer secado (tres días), se realiza una segunda selección de las semillas sanas. A continuación, las semillas son trituradas o molidas empleando un molino de martillo a fin de obtener partículas pequeñas de las semillas, facilitando de esta forma su secado (**Figura 17**).

Las semillas trituradas son regresadas al secador por un periodo de 3 a 4 días para eliminar el agua restante hasta que alcancen una humedad del 5%.



Figura 16. Secado de semillas de *C. guianensis* empleando dos tipos de secadores: domo geodésico y cama africana

Importancia del tamaño de las partículas de las semillas molidas

El tamaño de las partículas es fundamental para el correcto secado y la disminución del tiempo de todo el proceso de transformación.

Se ha observado que, mediante el triturado de las semillas sin el empleo de criba en el molino, se obtiene un tamaño de partículas adecuadas para ser arrastrado por el tornillo de la prensa expeller. De esta manera, se tiene como resultado partículas de las semillas que oscilan entre 0,4 a 1,5 cm tamaño ideal para que se disminuya el tiempo de secado, y por lo tanto, el tiempo en el proceso de transformación.



Figura 17. Molienda de semilla de *C. guianensis*.

• Prensado para extraer el aceite de las semillas trituradas

Cuando las semillas trituradas se encuentran en el punto óptimo de secado, pasan a la prensa mecánica para extraer el aceite. Esta prensa tiene una capacidad de 45 kg a 100 kg por hora.

En este proceso, se emplean herramientas mecánicas para optimizar el rendimiento y la calidad del producto final o intermedio. Los rendimientos obtenidos al emplear este tipo de equipo, se puede llegar a extraer 1 litro de aceite de 3 kilogramos de semillas (**Figura 18**).



Figura 18. Mujeres extrayendo aceite de la semilla *C. guianensis*. con prensa mecánica



Figura 19. Prensa expeller para el prensado y extracción de aceite

Prensa expeller

La prensa tipo expeller tiene una capacidad de procesamiento de 45 kg a 100 Kg de semilla o pulpa deshidratada por hora (Figura 19). Esta prensa es utilizada por los trabajadores locales del Área No Municipalizada de Tarapacá en el proceso de aprovechamiento de las semillas de andiroba y entre otras semillas oleaginosas.

Se sabe que...

100 kg de semilla producen aproximadamente 18 litros de aceite. Se estima que, procesando 1.148 kg de semillas recolectados en temporada de cosecha se obtendría 216 litros de aceite.

• Filtrado del aceite

Después de obtener el aceite, este es filtrado empleando un filtro prensa con el objetivo de eliminar las partículas restantes al momento del prensado. Posteriormente, el aceite obtenido es envasado y comercializado localmente o a empresas del interior del país que elaboran productos cosméticos.

3.3. Manejo sostenible

Es necesario tener en cuenta algunas actividades que influyen sobre el aumento de la productividad, sin generar un mayor impacto sobre la especie y el ecosistema, por ello es importante emplear las buenas prácticas de cosecha:

- El cuidado de las plántulas es fundamental para que en el bosque siempre existan árboles de esta especie (**Figura 20**).
- En ningún momento se deben talar los árboles.
- La cosecha de las semillas se debe realizar en el pico de producción, evitando hacerlo al inicio y al término de la fructificación.
- Se recomienda dejar en cada planta aprovechada de manera uniforme, aproximadamente el 40% de los frutos o semillas, con el objetivo de fomentar la reproducción sexual y el mantenimiento de las especies faunísticas que obtengan su alimento de dichas plantas.
- En los años de baja producción, posteriores a los años semilleros, se debe reducir la intensidad de recolección o aprovechamiento, dejando en cada planta, al menos el 50% de órganos reproductores que favorezcan la reproducción sexual.
- Es necesario realizar limpieza del tronco de los árboles mediante el corte de lianas, con lo cual se beneficia su el desarrollo.



Figura 20 Plántula de *C. guianensis*.

3.3.1. Enriquecimiento en las chagras

Al realizar este tipo de prácticas se mezclan actividades culturales de siembra propias de las comunidades indígenas, con actividades de producción que proveen un valor económico y ecológico, beneficiando a las comunidades y al bosque.

3.3.2. Importancia del enriquecimiento



Figura 21. Germinación de semilla *C. guianensis*

Germinación de las semillas

Las semillas de andiroba (Figura 21) presentan una viabilidad del 80%. Se obtiene una germinación de 90 a 93 % en semillas frescas. La germinación es hipógea (la plántula emergente crece bajo la superficie del suelo, en lugar de hacerlo sobre la superficie) y se inicia de 12 a 15 días después de la siembra y se completa a los 27 días.

3.3.3. Siembra de plántulas provenientes del bosque

Las semillas germinadas en el bosque o plantines producto de la regeneración natural, se siembran directamente a poca profundidad en el área de la chagra seleccionada. Tanto la semilla con raíz emergente o las plántulas deben de estar sanas. Para la siembra de plántulas, se debe contemplar que sean vigorosas y de tamaño uniforme. El cuello de la planta debe permanecer al mismo nivel del suelo. Se abren hoyos con dimensiones mínimas de 30cm*30cm*30cm; al abrir los hoyos se debe separar la capa superior del suelo que es la más fértil de la parte inferior; finalmente al plantar, la capa superficial debe colocarse en el fondo del hoyo, completando con el suelo de baja fertilidad.

Cuidados durante la siembra

Si se planea llevar a cabo la siembra con plántulas trasladadas, es crucial mantener un régimen de riego diario, para garantizar que el sustrato nunca se seque por completo. Después de las primeras semanas, el régimen de riego puede reducirse a la mitad, manteniendo el sustrato húmedo, pero sin llegar a saturarlo.

Se aconseja mantener una reserva de plántulas en buen estado, aproximadamente 20% del total, para su eventual replantación. Pasadas 7 a 8 semanas desde la siembra, se procede a realizar una revisión de la zona para identificar las plantas con una mortalidad superior al 5%, esto debe hacerse en el mismo periodo de lluvia, para evitar el desarrollo desigual de las plantas.

3.3.4. Espaciado de siembra

Teniendo en cuenta algunos ensayos de siembra con andiroba (*C. guianensis*. Aubl.) en sistemas agroforestales, es recomendable una distancia de siembra de 3m x 5 m (doble hilera) y 16 m entre doble hilera (densidad de 350 plántulas o semillas germinadas/ha aproximadamente). Si se trata de la siembra de la semilla es importante tener en cuenta que estas necesitan sombra para su óptimo desarrollo.

Entre las hileras de andiroba (*C. guianensis*. Aubl.), pueden estar otras especies vegetales de interés que hacen parte de la chagra. No obstante, se debe de tener en cuenta la distribución de estas dentro de la chagra para aplicar el modelo (**Figura 22**).

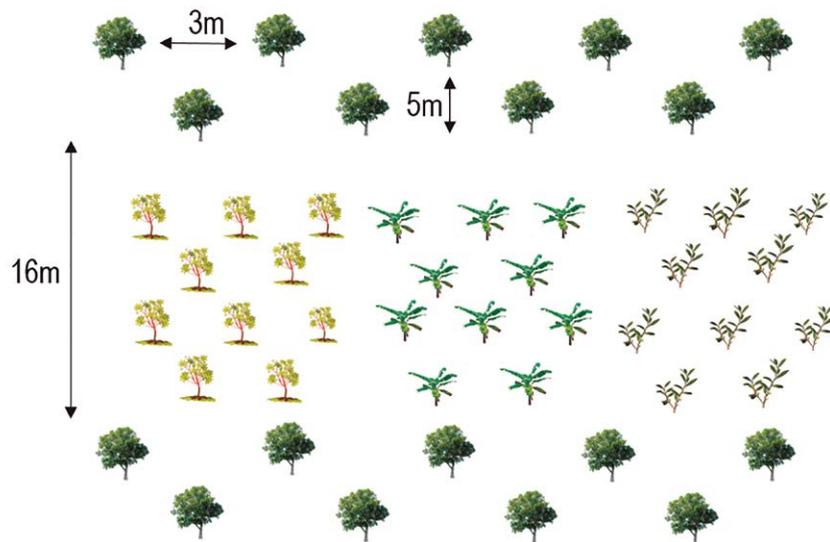


Figura 22. Espaciado de siembra de *C. guianensis*. en sistemas agroforestales

Manejo de la plantación

Es fundamental realizar conteo de plántulas vivas y muertas y generar registros cada mes con el fin de determinar la tasa de mortalidad y crecimiento en diámetro del tallo y altura total.

4. *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (copaiba)

4.1. Características generales

En Colombia, la especie es conocida como bálsamo de copaiba, copaiva y copay. Es una especie de hábito arbóreo de crecimiento lento, que puede alcanzar hasta los 40 m de alto y 120 cm de diámetro. Su tronco es recto, grueso y cilíndrico, generalmente sin aletas. Presenta corteza externa de color café oscuro a rojiza, con lenticelas y desprendimiento papiráceo, y corteza interna aromática de color rojo claro a rosado, con exudado translúcido, resinoso que fluye lento (López et al., 2006).

El follaje es denso e irregular, presentando hojas compuestas, alternas, paripinnadas, con hasta 12 pares de folíolos, opuestos a sub-opuestos muy brillantes por el haz (**Figura 23**). Sus inflorescencias se presentan en panículas terminales, con flores pequeñas de color blanquecino (López et al., 2006; Hartman y Kester en 1972)



Figura 23. Árbol de *C. officinalis*.



Figura 24. Fruto de *C. officinalis*.

Los frutos son vainas casi dehiscentes (se abren o rompen para liberar sus semillas maduras), un poco alargadas, de color rojizo oscuro a marrón en la madurez. Generalmente contiene una semilla por fruto. Las semillas son elípticas, con cubierta seminal dura, color negro. Presenta un arilo carnoso comestible (Figura 24).

4.1.1. Crecimiento y distribución

La especie copaiba se encuentra presente en bosques deciduos, sabanas de arbustos, bosques de galería y bosques de tierras bajas. Se desarrolla de manera silvestre en suelos de tierra firme y se puede cultivar en climas tropicales, secos y húmedos. Esta especie crece desde los 50 m hasta los 1200 m de altitud, con precipitación media anual de 800 a 2500 mm y una temperatura promedio entre 16 °C y 26 °C (Rigamonte et al., 2004). En Colombia la distribución se encuentra principalmente en la Amazonia y parte de la Orinoquia (**Figura 25**).

En la Amazonia colombiana, crece en los bosques de tierra firme y a orillas de lagos y caños. En el Área No Municipalizada de Tarapacá es una especie poco común y se encuentran únicamente individuos aislados en zonas de vegas inundables, a orillas de lagos y ríos (López et al., 2006)

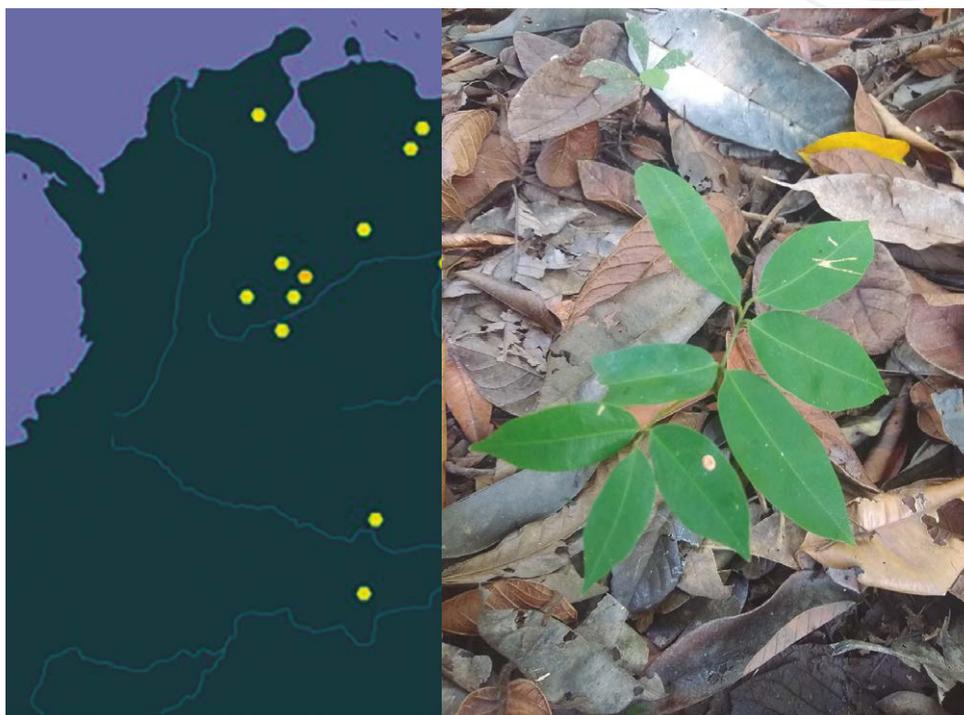


Figura 25 Distribución geográfica y crecimiento de *C. officinalis*.

Regeneración

La especie tiene un mejor crecimiento en sombra durante su fase juvenil; sin embargo, después necesita sol para alcanzar la altura y diámetro de un adulto productivo. Perteneció al grupo sucesional secundaria tardía a clímax, encontrándose también en áreas abiertas de vegetación secundaria.

4.1.2. Densidad y estructura

La especie presenta una densidad de individuos muy baja. Como resultado de los estudios adelantados en los bosques del Área No Municipalizada de Tarapacá, se evidenció un registro de 1,4 individuos por ha. (**Figura 26**).

La estructura poblacional, considerando el diámetro de los árboles, muestra predominancia de individuos adultos con diámetros que oscilan entre 19 y 52 cm, siendo escasos tanto los individuos jóvenes como los de edad avanzada (**Figura 27**).

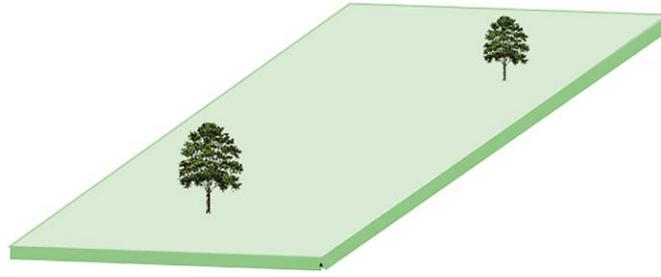


Figura 26 Densidad de individuos por hectárea de *C. officinalis* en los bosques del Área No Municipalizada de Tarapacá.

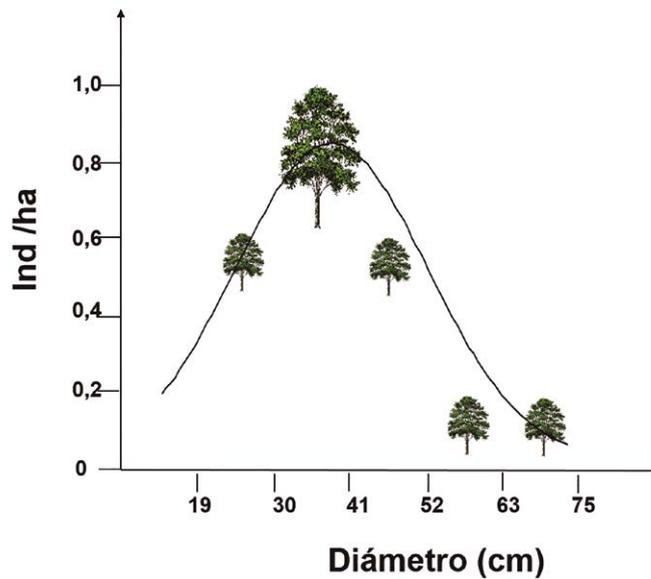


Figura 27 Estructura poblacional considerando el diámetro de los árboles

Se ha reportado que...

La baja densidad de copaiba puede ser debido al ahogamiento de sus plántulas en los bosques inundables donde habita. Se conoce que, si la plántula alcanza 1 m de altura, existe una mayor probabilidad de supervivencia.

4.1.3. Temporadas de floración y fructificación

De acuerdo con los resultados obtenidos en los bosques del Área No Municipalizada de Tarapacá, la copaiba florece durante los meses de noviembre y diciembre, y el proceso de fructificación se extiende desde enero hasta junio, alcanzando su punto máximo en los meses de mayo y junio (**Figura 28**).



Figura 28. Temporada de floración y fructificación de los árboles de *C. officinalis*

Las semillas son dispersadas por zoocoria (mecanismo de dispersión de semillas que involucra a los animales como agentes de transporte), principalmente por aves y pequeños mamíferos (Herrero et al., 2011). En zonas inundables también pueden ser dispersadas por el agua, y posiblemente por peces.

Las abejas son los principales polinizadores, entre ellas *Apis mellifera* y *Trigona spp.* en los bosques amazónicos (Flores, 1997).

Nota ecológica

En los bosques del Área No Municipalizada de Tarapacá, las semillas de copaiba se producen en época de lluvia, ocasionando que se entierren y germinen dentro del agua, lo que puede influir en la supervivencia y reclutamiento de las nuevas plántulas.

4.1.4. Importancia de la especie

La copaiba es un árbol que puede vivir hasta 400 años, lo que implica una gran importancia ecológica para el bosque, ya que, durante el tiempo de vida provee de refugio y alimento a pequeños mamíferos y aves, manteniendo equilibrio en los ecosistemas de bosques primarios y bosques secundarios por mucho tiempo (**Figura 29**).

Igualmente, esta especie es importante para las comunidades humanas que habitan en los bosques, ya que es proveedor de madera de buena calidad, y del aceite “curador” que es ampliamente utilizado por los habitantes para sanar diversas enfermedades. Igualmente, el aceite es comercializado para su transformación en la industria cosmética y de medicina naturista.



Figura 29. Importancia ecológica de *C. officinalis*.

4.1.5. Usos potenciales

El principal uso de esta especie se centra en el aceite, el cual es obtenido de su tronco, y es tradicionalmente empleado por las comunidades del Amazonas con fines terapéuticos (**Figura 30**). Este aceite se ha utilizado en el tratamiento de diversas afecciones, como heridas, llagas, hemorroides, infecciones urinarias, parásitos, bronquitis, psoriasis, y como agente antiartrítico y antirreumático. Además, se utiliza para aliviar dolores musculares.



Figura 30. Aceite del tronco de *C. officinalis*.

Tradicionalmente las comunidades en el Área No Municipalizada de Tarapacá usan la corteza del tronco de copaiba como cicatrizante, cocinándola en agua y lavando la herida; la infusión de la corteza es ingerida para la artritis. El aceite se usa como antidiarréico y antiparasitario, tomando una cucharadita 3 o 4 veces al día en agua caliente o tibia.

4.1.6. Otras aplicaciones

El aceite extraído del tronco se emplea también como combustible para lámparas caseras (**Figura 31**). Las industrias farmacéutica y química lo usan como fijador en la producción de barniz, perfumes y pinturas, o como insumo en la elaboración de diferentes cosméticos como jabones, cremas y champús en las líneas de productos naturales. Además, la madera es usada en construcción civil como vigas, ripas, marcos de puertas, mangos de herramientas, carrocerías, laminados, torneados y construcción naval. La madera es de muy buena calidad, semidura a semipesada. Es trabajable y de buena durabilidad (Carnevale, 1983).

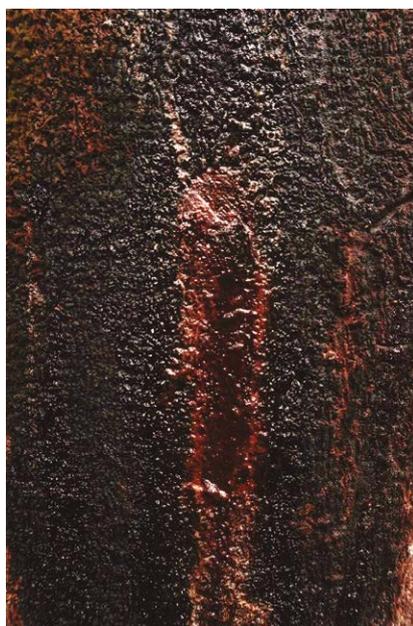


Figura 31. Aceite exudado del tronco de *C. officinalis*.

4.2. Aprovechamiento sostenible

4.2.1. Extracción del aceite

Previo al proceso de extracción del aceite, se realiza la limpieza del tronco, eliminando lianas y bejucos. El procedimiento consiste en perforar el tronco del árbol a la altura del pecho, mediante la utilización de un barreno que puede ser de 1" o de $\frac{3}{4}$ " (**Figura 32**).



Figura 32. Perforación de la corteza del árbol de copaiba para la extracción del aceite

La perforación se realiza con una leve inclinación hasta llegar al centro del tronco, para ello se tiene en cuenta la mitad del valor total del diámetro a la altura del pecho (DAP).

Luego se introduce un tubo de PVC de 30 cm de largo y de $\frac{3}{4}$ " si la broca es de 1" o de $\frac{1}{2}$ " si la broca es de $\frac{3}{4}$ ". En la parte inferior del tubo se ubica una manguera de caucho de aproximadamente 50 cm para que el aceite destile en un recipiente plástico (**Figura 33**).



Figura 33. Instalación del tubo de PVC en la perforación hecha al tronco del árbol para la extracción del aceite



Figura 34. Agujero en el tubo a instalar en el tronco, para permitir la salida del aire.

El tubo utilizado cuenta con un pequeño agujero en la parte superior, para evitar que el aire ingresado al momento de la perforación obstaculice la salida del aceite (Figura 34).

Al final del tubo, se instala un recipiente para recolectar el aceite. Este elemento es protegido con un plástico y cinta de enmascarar para evitar filtraciones de agua en caso de lluvias en el lugar (Figura 35).



Figura 35. Instalación de recipiente para la recolección del aceite extraído del tronco

Cuando no fluye aceite al momento de la perforación, se procede a colocar un tapón de rosca y se asegura con cinta teflón para evitar filtración del aceite (Figura 36). Pasadas 24 horas se revisa para verificar si existe destilación del aceite. La revisión se puede realizar cada tres días durante 15 días, después de ese tiempo es poco probable que se obtenga aceite.



Figura 36. Instalación de tapón al final del tubo, cuando no se presenta exudado/extracción de aceite

Una vez el aceite es extraído del tronco, el orificio del individuo es sellado y/o rellenado con un tapón elaborado a partir de residuos de madera del bosque. Este procedimiento se aplica a todos los árboles que han sido perforados, incluso aquellos de los cuales no se obtuvo aceite. De esta manera se evita la muerte de individuo por pudrición del tronco.

4.2.2. Filtrado del aceite

El aceite extraído presenta una baja cantidad de impurezas y su consistencia es fluida y translúcida. Sin embargo, se recomienda realizar el proceso de filtrado empleando el filtro prensa, posteriormente, el aceite es envasado y comercializado en el comercio local y nacional.

Aspectos que tienen en cuenta los recolectores para extraer el aceite de copaiba

Para la extracción del aceite, los cosechadores consideran el DAP del árbol (Figura 37). En este sentido, un árbol con un DAP < 40 cm no es óptimo para la perforación, ya que se considera que el individuo aún es joven y es poco probable que contenga una cantidad considerable de aceite.

Es importante perforar el tronco por el lado donde se oculta el sol, es decir, hacia el occidente. Lo anterior se debe a que ese lado corresponde a la parte frontal del árbol, mientras que la parte posterior se encuentra en la dirección en donde nace el sol, es decir, hacia el oriente. Para la extracción no se tiene en cuenta una hora específica, ya que los pobladores locales realizan la cosecha en cualquier momento del día.

Se sabe que...

De cada 10 individuos adultos en promedio, solo uno produce aceite. En el área de estudio, del Área No Municipalizada de Tarapacá, departamento del Amazonas, la producción promedio de aceite por individuo oscila entre 60 ml y 500 ml por año.

4.3. Manejo sostenible

Las actividades de manejo de la especie están estrechamente relacionadas con la extracción del aceite del tronco y se deben considerar las siguientes pautas:

- Evitar la extracción del aceite en los períodos de defoliación, floración y fructificación, ya que en estos momentos plantas necesitan energía, agua y nutrientes para formar nuevos tejidos.
- Realizar la extracción del aceite al final de un período seco y en horas de la mañana cuando la temperatura es más baja, ya que existe mejor hidratación y mayor presión interna de los vasos laticíferos.
- Inspeccionar en los árboles a aprovechados la presencia de hongos, insectos dañinos y podredumbre. Si se detecta, tomar las medidas de control respetuosas con el ambiente para su erradicación
- La cosecha se puede llevar a cabo una vez al mes, o se puede optar por esperar periodos más largos para acumular la mayor cantidad de aceite. La producción varía a lo largo del año. Es recomendable elegir un día fijo del mes para realizar la cosecha de todos los árboles y así comparar rendimientos.
- Es importante realizar limpieza de los árboles con el corte de lianas, para beneficiar su desarrollo.



Figura 37. Manejo del árbol de *C. officinalis*

4.3.1. Enriquecimiento con copaiba en las chagras

Siembra de copaiba en las chagras

Inicialmente, se recolectan las semillas en los meses de fructificación directamente del suelo o mediante el escalamiento del árbol. La extracción de la semilla debe realizarse manualmente, separando primero el arilo y luego poner las semillas a secar bajo sombra, se estima que existe entre 550 y 700 semillas por kg (Flores s.f).

Posteriormente, se realiza la desinfección de las semillas con hipoclorito de sodio al 1% durante 5 minutos. Para romper la latencia de las semillas se puede considerar un procedimiento utilizado por los brasileros en esta especie, el cual consiste en calentar agua hasta su punto de ebullición y poner en contacto a las semillas con el agua durante 10 segundos (**Figura 38**). Pasado este tiempo, las semillas se pasan a agua a temperatura ambiente. Seguidamente, se mantienen en imbibición hasta que se las semillas presenten la radícula.

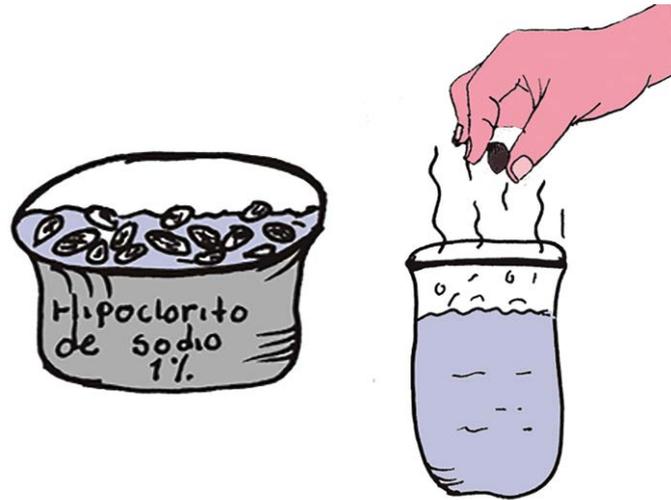


Figura 38. Desinfección y calentamiento de las semillas

Posteriormente, al mostrar las semillas la radícula, se pasan a un almacigo de 2/3 de tierra abonada (**Figura 39**). Las plántulas se encontrarán en el semillero hasta que tengan aproximadamente 1 mes o 10cm de altura, bajo sombra y se regarán todos los días



Figura 39. Siembra de la semilla en tierra abonada cuando presente radícula

Finalmente, se realiza un hoyo de 30cm*30cm*30cm para la siembra de la plántula. Se tiene en cuenta que los cultivos de la chagra lleven meses de establecidos, de forma tal que cuando sea el momento de la siembra de las plantas, exista sombra que beneficie su crecimiento.

Se sabe que...

Se debe establecer las plantaciones al inicio de los períodos de mayor precipitación. La especie presenta tolerancia media al frío, hábito de crecimiento simpodial, con capacidad de autopoda deficiente. No parece existir conocimiento de la relación entre poda y producción de resina.

Espaciamiento de siembra

En mezcla con otros cultivos, las plántulas se deben sembrar con distancia entre copaiba [*C. officinalis*] y otras especies propias de la chagra de 1,5 m a cada lado para un total de distanciamiento entre individuos de copaiba de 3 m, es decir, la siembra queda con un espaciado de 3m*3m. Es importante tener en cuenta la distribución de los cultivos establecidos inicialmente en la chagra para aplicar el modelo (**Figura 40**).

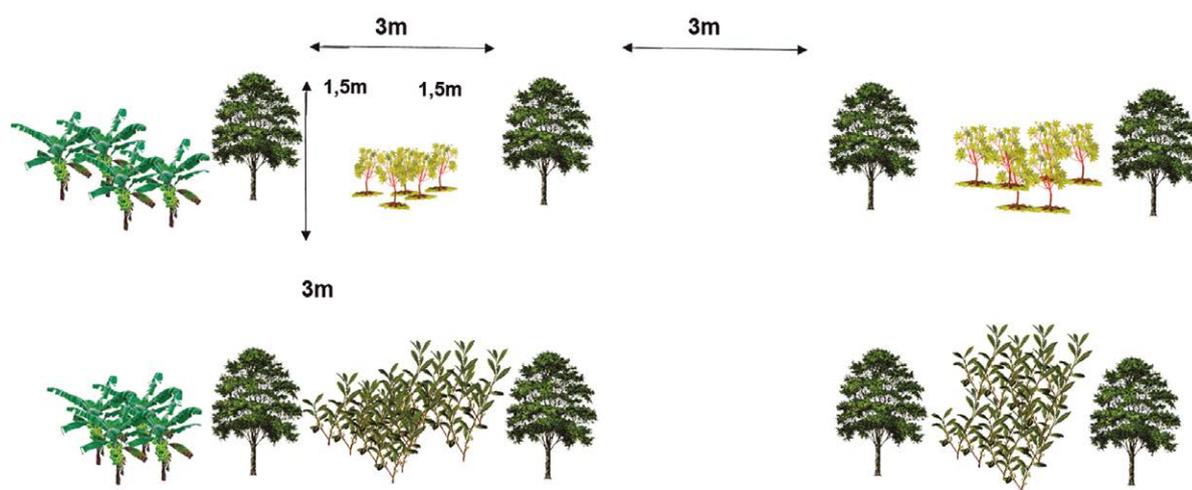


Figura 40. Espaciamiento de siembra del árbol de *C. officinalis* en relación con otros cultivos

Manejo de la plantación

En los primeros años de crecimiento y desarrollo de las plantas, es recomendable la eliminación de especies invasoras y arvenses. Se debe tener en cuenta la aplicación de riego para evitar la pérdida de las plántulas recién sembradas. Se recomienda realizar monitoreo quincenal desde el momento de la siembra hasta el primer año, recolectando información o registro de variables como: número de hojas, número de ramas, longitud del tallo y diámetro del tallo.

5. PLAN DE MANEJO

5.1. Elaboración del plan de manejo

El plan de manejo es un documento que incluye la información biológica, ecológica y productiva de las especies que se pretenden aprovechar. Así mismo, abarca un análisis de los impactos ambientales y sociales con sus respectivas estrategias de prevención y mitigación. Incluye el manejo que se debe proporcionar a las especies y el ecosistema donde se encuentran. Entendiendo que los recursos del bosque deben ser administrados por las comunidades que allí habitan, en conjunto con el gobierno y las entidades ambientales.

5.1.1. El plan de manejo de *Carapa guianensis*. Aubl. (*andiroba*) y *Copaifera officinalis*. (Jacq.) L. (*copaiba*)

Con el fin de realizar el aprovechamiento sostenible de las especies vegetales de interés por parte de la asociación de ASOAJINTAM (**Figura 41**), se realizó el plan de manejo con el apoyo del Instituto SINCHI. En general, este documento incluye un inventario de la oferta de las especies en la zona, así como información sobre tiempos de floración y fructificación, regeneración, producción y las zonas donde es posible hacer enriquecimientos. Además, incluye las buenas prácticas de cosecha y manejo de las especies. De esta manera, se cuenta así con la planificación que, pretende el aprovechamiento sostenible y controlado a largo tiempo.

Igualmente, es responsabilidad de las comunidades hacer buen uso y cuidar los equipos, así como difundir su buen manejo. Por otra parte, llevar registros (**Anexos**), de monitoreo, regeneración y fenológicos; así como, realizar buenas prácticas de cosecha y transformación del producto.



Figura 41. Integrantes de la Asociación de Autoridades Indígenas Tradicionales del Área No Municipalizada de Tarapacá, Amazonas ASOAJINTAM.

5.2. Pautas para prevenir y mitigar los posibles impactos del aprovechamiento

5.2.1. Monitoreo durante el aprovechamiento

Monitoreo durante el aprovechamiento

Es esencial realizar el monitoreo anual sobre la cosecha, la fenología y mortalidad de la especie por edades durante el tiempo de aprovechamiento (Figura 42). Este monitoreo debe incluir aspectos como la producción por árbol y por hectárea, la fenología reproductiva y foliar, las tasas de supervivencia y mortalidad, crecimiento en diámetro del tronco y regeneración de las especies (cambios de abundancia de plántulas, juveniles y adultos en el tiempo).



Figura 42. Monitoreo de los árboles durante el aprovechamiento de la cosecha

5.2.2. Manejo adecuado de herramientas de trabajo

Para garantizar el aprovechamiento exitoso a lo largo del tiempo, es esencial que los operarios utilicen y mantengan los equipos de transformación de manera adecuada (**Figura 43**). Además, participar en las capacitaciones que se brinden sobre el buen manejo de los equipos.



Figura 43. Limpieza de equipo

5.2.3. Manejo adecuado de residuos

Para evitar la contaminación en ríos y caños durante el transporte hacia las áreas de cosecha y centros de acopio (**Figura 44**), se debe considerar implementar el mantenimiento periódico del equipo de navegación para evitar derramamientos de combustibles. Así mismo, disponer de un recipiente de recolección de residuos sólidos, aceites y combustibles usados



Figura 44. Equipo de navegación empleado como transporte hacia el área de cosecha y centro de acopio.

Durante la cosecha, todos los residuos sólidos que se generen deben ser vaciados en una lona o bolsa plástica (**Figura 45**). Por su parte, los residuos líquidos deben estar dispuestos en un recipiente (puede ser una botella grande de plástico de gaseosa), con el fin de evitar la contaminación de los suelos.

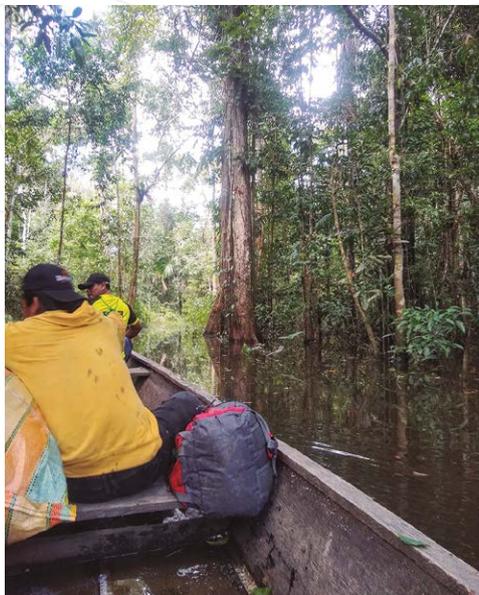


Figura 45. Recolección de residuos sólidos en lonas y transportados para un manejo adecuado

5.3. Manejo agroforestal de las especies

5.3.1. Manejo agroforestal

Es un sistema productivo donde se integran árboles, arbustos, especies de pancoger como yuca (*Manihot esculenta*), plátano (*Musa spp.*), frutales, plantas medicinales y, en algunos casos especies animales en una misma unidad o área productiva, buscando obtener beneficios ambientales, económicos y sociales de forma ecológicamente sustentable.

5.3.2. La chagra como sistema agroforestal

Las chagras son sistemas agroforestales o agrícolas tradicionales implementados por las comunidades indígenas y no indígenas de la región amazónica (**Figura 46**). Se caracterizan por ser sistemas donde predomina la diversidad de especies.



Figura 46. Sistema agroforestal “chagra”

6. REFERENCIAS

- Acuerdo 225 del 2010. (26 de octubre de 2010). Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder).
- Borja A, C., & Lasso B, S. (1990). Plantas nativas para reforestación en el Ecuador. Fundación Natura.
- Campbell, P., Comiskey, J., Alonso, A., Dallmeier, F., Nuñez, P., Beltran, H., ... & Udvardy, S. (2002). Modified Whittaker plots as an assessment and monitoring tool for vegetation in a lowland tropical rainforest. *Environmental Monitoring and Assessment*, 76(1-3), 19-41.
- Cárdenas, D., López Camacho, R., & Acosta, L. E. (2004). Experiencia piloto de zonificación forestal en el corregimiento de Tarapacá (Amazonas). Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas.
- Carnevale, J. E. D. (1983). Exploração dos recursos naturais renováveis, conservação e preservação dos respectivos ecossistemas.
- Carvalho, P. (2014). Andiroba: Carapa guianensis.
- Coimbra, J., Flores, R. I., & Alfaro, W. (2018). Guía de Buenas Prácticas para la Extracción de Aceite de Copaibo Chiquitano (Copaifera Langsdorffii) Valenzuela. Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano.
- Cornelissen, J. H. C., Lavorel, S., Garnier, E., Diaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D. E., ... & Pausas, J. G. (2003). A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51(4), 335-380.
- Ferraz, I. D., Camargo, J. L., & Sampaio, P. d. (2002). Sementes e plântulas de Andiroba (Carapa guianensis Aubl. e Carapa procera D.C.): Aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. *Acta amazônica*, 32(4), 647-661.
- Flores, Y. (s.f.). Cultivo de la copaíba (Copaifera reticulata Ducke). Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos43/cultivocopaiba/cultivo-copaiba.shtml>
- Flores, B. (1997). Comportamiento fenológico de 88 especies forestales de la Amazonia Peruana. INIA.
- Fournier, L. A. (1974). Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba*, 24(4), 422.
- Harguindeguy, N., Díaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., ... & Cornelissen, J. H. C. (2013). New handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 61(3), 167-234.
- Hartman, H., & Kester, D. (1972). *Silvicultura Práctica*. Ediciones Omega.

- Herrero, C., García-Fernández, C., Sist, P. L., & Casado, M. A. (2011). Dinámica de reclutamiento de dos especies arbóreas neotropicales de uso múltiple de baja densidad. *Ecología Vegetal*, 212(9), 1501-1512.
- López Camacho, R., Navarro López, J. A., Montero González, M. I., Amaya Vecht, K., Rodríguez Castañeda, M., & Polania Barboza, A. (2006). Manual de identificación de especies no maderables del corregimiento de Tarapacá, Colombia (No. Doc. 22098). CO-BAC.
- Montero González, M. I., Barrera García, J.A., Giraldo Benavidez, B. y Lucerna Mancera, A.A. (2016). *Fichas técnicas de especies de uso forestal y agroforestal en la Amazonia colombiana*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogota D.C. Colombia
- Morales, M. E. (1997). El género *Carapa* Aubl. (Meliaceae) en Colombia. *Caldasia*, 397-407.
- Opler, P. A., Frankie, G. W., & Baker, H. G. (1980). Estudios fenológicos comparativos de especies de árboles y arbustos en bosques húmedos y secos tropicales en las tierras bajas de Costa Rica. *La Revista de Ecología*, 167-188.
- Orrego, S. A., del Valle, J. I., & Moreno, F. H. (Eds.). (2003). *Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales de Colombia: Contribuciones para la mitigación del cambio climático*. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Centro Andino para la Economía en el Medio Ambiente.
- Ortiz, G., & Otavo, E. (2012). Concepto técnico sobre solicitud de aprovechamiento forestal persistente de productos no maderables de las especies Andiroba (*Carapa guianensis*) y copaiba (*Copaifera officinalis*) en el Resguardo Indígena Uitoto, Tikuna, Bora, Cocama, Inga y otras Uitiboc, corregimiento departamental de Tarapacá.
- Pinto, A., Amaral, P., Gaia, C., & Wanderléia de Oliveira. (2010). Boas Práticas para Manejo Florestal e Agroindustrial Produtos Florestais Não Madeireiros: Açaí, Andiroba, Babaçu, Castanha-do-brasil, Copaiba e Unha-de-gato. IMAZON – SEBRAE.
- Rigamonte-Azevedo, O. C., Wadt, P. G. S., & Wadt, L. D. O. (2004). *Copaíba: ecologia e produção de óleo-resina*. Embrapa Acre-Documentos.
- Salazar, C. A., & Riaño, E. (2016). *Perfiles urbanos en la Amazonia colombiana, 2015*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI. Recuperado de <https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Perfiles%20urbanos%20libro%20web.pdf>.
- Shanley, P., Cymerys, M., Serra, M., & Medina, G. (2012). *Frutales y plantas útiles en la vida amazónica*. FAO/CIFOR/PPI.
- Teixeira, J. (2016). *Potencial ecológico e processo tradicional do manejo comunitário da andiroba (Carapa guianensis Aubl.)*. Universidade de São Paulo.
- Tonini, H., Costa, P. D., & Kamiski, P. E. (2009). *Estrutura, distribuição espacial e produção de sementes de andiroba (Carapa guianensis Aubl.) no sul do estado de Roraima*. *Ciência Florestal*, 19, 247-255.
- Vallejo, M. I., Álvarez, E., Devia, W., Galeano, G., Londoño, A. C., & López, R. (2005). *Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Anexo 5. Formato registro fenológico

FORMATO REGISTRO FENOLÓGICO						
No. De individuos	Flores		Frutos		Caída de las hojas	Brotación de hojas
	Botón	Abiertas	Crecimiento	Maduros		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

**Se tomará registro fenológico a 10 individuos marcados de cada una de las especies en estudio. Para el registro de los datos se tuvo en cuenta la escala de Fournier y Charpertier (1974):

El método emplea una escala que varía entre 0 a 4, en donde:

- 0: Ausencia del evento
- 1: Presencia del evento entre 1 y 25 %
- 2: Presencia del evento entre 26 y 50 %
- 3: Presencia del evento entre 51 y 75 %
- 4: Presencia del evento entre 76 y 100 %



Los bosques, por su diversidad ecosistémica, riqueza biológica y oferta de bienes y servicios ambientales, se constituyen en una parte esencial de los medios de subsistencia de las comunidades que hacen aprovechamiento de estos.

Los Productos Forestales No Maderables (PFNM) son aquellos productos diferentes a la madera: flores, hojas, frutos, entre otros, que son extraídos y recolectados por comunidades como estrategia de diversificación de las actividades productivas que propenda por una seguridad alimentaria y una estrategia de conservación de los recursos. El aprovechamiento y manejo sostenible de los PFNM se reconoce como una alternativa en el manejo forestal sostenible, y como una forma de mitigar el conflicto entre la conservación ecológica y los aspectos económicos, sociales y culturales de las comunidades que dependen de los bosques.

La andiroba (*Carapa guianensis*) y la copaiba (*Copaifera officinalis*) son especies vegetales proveedoras de PFNM, que pueden recolectarse de forma silvestre (bosque nativo o secundario) o manejarse en sistemas agroforestales o producirse a través de plantaciones forestales. De su semilla y tronco se obtiene aceite y oleorresina, ingredientes naturales, que son empleados por lo locales con fines medicinales “curativos”.

El manejo y aprovechamiento de estas especies, puede proveer opciones económicas para los pobladores (colonos, campesinos e indígenas) al incrementar sus ingresos y ofrecer oportunidades de desarrollo. Sin embargo, este tipo de aprovechamiento debe fundamentarse en el conocimiento detallado de la biología, ecología, la producción y el impacto que podría generar el uso de estas especies.



Instituto
amazónico de
investigaciones científicas
SINCHI

ISBN: 978-958-5427-43-3



9 789585 427433