

Protocolo de manejo sostenible de frutos y semillas de cacay (*Caryodendron orinocense*) en la Jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA)

Sustainable Management Protocol for orinoconut fruits and seeds (*Caryodendron orinocense*) in the Jurisdiction of the Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico – CDA

Proyecto "Cadenas de valor de Productos Forestales No Maderables - PFMN"

Convenio de Colaboración No. 0004-2023 y (23-139 numeración Instituto Humboldt), celebrado entre Fundación Swisscontact y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Elaborado por:

Samanta Castro Sanabria
Ingeniera Forestal, Investigadora Asistente I Centro Colecciones y Gestión de Especies del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, scastro@humboldt.org.co

Mónica Andrea Florez Pulido
Bióloga, Investigadora Asistente III Centro Colecciones y Gestión de Especies del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, mflorez@humboldt.org.co

Cindy Milena Vargas Caicedo
Estudiante de Ingeniería Forestal, Pasante del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, cmvargasc@udistrital.edu.co

Yeferson David Gutiérrez Santamaria
Ingeniero Forestal, Contratista del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, yefersodavid9627@gmail.com

Supervisora: María Claudia Torres Romero, Investigadora Adjunta, Centro Colecciones y Gestión de Especies del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Fundación Swisscontact

Bogotá, D.C., 2025

Participación

Manifestamos un reconocimiento y agradecimiento a todas las personas que mediante sus valiosos aportes y guianza hicieron posible el presente trabajo: Yeferson David Gutiérrez Santamaria, Anderson Urrea, Erick Pinilla, William Cruz, Nohemi Aldana, Manuel Salamanca, Jeferson Cocinero y Antonio Donato.

Trabajo de campo

En el desarrollo del trabajo de campo, destacamos la participación de: Yeferson David Gutierrez Santamaria, Antonio Donato y Erick Pinilla.

En el seguimiento de la producción de frutos agradecemos de manera especial la disposición y colaboración de: Jeferson Cocinero, William Cruz y Erick Pinilla.

Elaboración de cartografía

Samanta Castro Sanabria y Cindy Milena Vargas Caicedo, Instituto Humboldt

Revisión

María Claudia Torres Romero, Instituto Humboldt

Resumen

Históricamente, los bosques de la amazonia colombiana han sufrido procesos de degradación, fragmentación, pérdida de hábitat y deforestación. De hecho, se estima que, en el norte y oriente amazónico colombiano en los departamentos de Guainía, Guaviare y Vaupés, se perdieron 18304 hectáreas de bosques en el 2022 por causa de la deforestación. Con miras a reducir esta tendencia surge el manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables (PFNM) como una alternativa que genera beneficios económicos para las comunidades locales y también contribuye a la conservación de los bosques y otros ecosistemas naturales. El manejo sostenible consiste en planificar y ejecutar prácticas sostenibles que protejan las funciones de los ecosistemas y la provisión de bienes y servicios derivados de estos, contrarrestando su transformación a otros usos del suelo. En vista de lo anterior y en el marco del proyecto “*Fortalecimiento del manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables*” suscrito entre la Fundación Swisscontact y el Instituto Humboldt, se priorizó la elaboración del Protocolo de Manejo Sostenible de los frutos y semillas de cacay (*Caryodendron orinocense*) en la Jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico - CDA con el propósito de implementar lo establecido en el Decreto 690 de 2021, la Resolución 455 de 2023 de la CDA y en la Resolución 0219 de 2025 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Este protocolo constituye un instrumento técnico clave, que recopila información primaria y secundaria obtenida mediante estudios previos, conocimiento local, inventarios y registros de producción de frutos en el departamento del Guaviare y entrevistas semiestructuradas y talleres de discusión con actores relacionados con el manejo y transformación de la especie. La información abarca aspectos relacionados con los rasgos de la historia de vida del cacay, su distribución, caracterización poblacional, producción de la parte a cosechar, aspectos asociados a la cadena productiva y recomendaciones sobre el manejo y monitoreo. En síntesis, el Protocolo establece los lineamientos de manejo sostenible más adecuados para esta especie en la jurisdicción de la CDA, con el propósito de contribuir al uso de este producto forestal no maderable como una estrategia de conservación de los bosques de la región.

Palabras clave: Amazonía, árbol, Colombia, conservación, cosecha, flora, frutos, semillas, manejo sostenible, PFNM.

Abstract

Historically, the forests of the Colombian Amazon have suffered from degradation, fragmentation, habitat loss, and deforestation. In fact, it is estimated that in the northern and eastern Colombian Amazon, in the departments of Guainía, Guaviare, and Vaupés, 18,304 hectares of forests were lost in 2022 due to deforestation. In an effort to reduce this trend, sustainable management of wild flora and non-timber forest products (NTFPs) has emerged as an alternative that generates economic benefits for local communities while also contributing to the conservation of forests and other natural ecosystems. Sustainable management involves planning and implementing sustainable practices that protect the functions of ecosystems and the provision of goods and services derived from them, countering their transformation into other land uses. In light of the above, and within the framework of the project “*Fortalecimiento del manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables*” signed between Fundación Swisscontact and Instituto Humboldt, priority was given to the development of the Sustainable Management Protocol for the fruits and seeds of orinocnut (*Caryodendron orinocense*) in the jurisdiction of Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico - CDA, with the aim of implementing what is established in Decree 690 of 2021, Resolution 455 of 2023 of the CDA and in Resolution 0219 of 2025. This protocol is a key technical instrument that compiles primary and secondary information obtained through previous studies, local knowledge, field outings, semi-structured interviews with stakeholders related to the species, and participant observation. The information covers aspects related to the life history traits of orinocnut, its distribution, population characterization, harvestable part production, and social and commercial aspects of its value chain. It also includes recommendations for monitoring and follow-up, which helped define the most appropriate sustainable management guidelines for this species within the CDA jurisdiction.

Keywords: Amazon, Colombia, conservation, flora, fruits, seeds, harvest, NTFP, shrub, sustainable management.

Contenido

Resumen	3
Abstract.....	3
1. Introducción, justificación y objeto del Protocolo	8
1.1. Introducción	8
1.2. Justificación.....	9
1.3. Objeto del Protocolo	10
2. Caracterización general de la especie.....	10
2.1. Descripción de la especie Caryodendron orinocense H. Karst.....	10
2.2. Distribución global o nacional.....	14
2.3. Rasgos de historia de vida relevantes para la especie proveedora de PFNM	15
3. Metodología de elaboración del protocolo.....	20
3.1. Identificación de actores de la cadena productiva del PFNM.....	22
3.2. Identificación preliminar de áreas y ecosistemas objeto de manejo sostenible de la especie en la jurisdicción de la respectiva autoridad ambiental.....	22
3.3. Estrategia de participación.....	25
3.4. Métodos para la elaboración de inventarios y análisis de información.....	27
4. Caracterización de las poblaciones de la especie objeto de manejo sostenible	36
4.1. Distribución de la especie y áreas de manejo en la jurisdicción	37
4.2. Abundancia de la especie en el área de estudio.....	37
4.3. Estructura poblacional en el área de estudio.....	38
4.4. Producción de la parte a cosechar.....	44
5. Caracterización de la cosecha y el manejo actual.....	50
5.1. Épocas de cosecha y equivalencia entre lo cosechado y el producto final.....	50
5.2. Descripción del proceso de cosecha y transformación	53
5.3. Prácticas de manejo.....	55
6. Régimen de uso y gobernanza sobre los recursos objeto de manejo sostenible	56
7. Evaluación de la sostenibilidad	57
7.1. Descripción y valoración del impacto de la cosecha.....	57
7.2. Aspectos de la cadena productiva y factores externos que pueden afectar la sostenibilidad	59
8. Lineamientos para el manejo sostenible	59
9. Seguimiento y monitoreo	61
10. Referencias bibliográficas.....	62

Figuras

- Figura 1.** Vista general de un individuo de *Caryodendron orinocense*, luego de tala, roza y quema (A) y vista general de un individuo de cacay al interior de un bosque alto de tierra firme (B) en Calamar, Guaviare. 12
- Figura 2.** Aspecto de la corteza de *Caryodendron orinocense*. (A, D), aspecto de hojas adultas de cacay (B), aspecto de hojas en plántula de cacay (C), glándulas nectararias en la base de la hoja (E señaladas con flecha amarilla) y plántula de cacay en la cual es posible observar dos cotiledones (señalados con flecha amarilla) y las demás son hojas verdaderas (F) 13
- Figura 3.** Flores femeninas de *Caryodendron orinocense*. (A). Fuente. Comité departamental de la cadena de cacay (2024a), flores masculinas de cacay (B). Fuente: www.rbmdigital.com.br, frutos de cacay (C), semillas de cacay y señalado con flecha amarilla el cuesco (D), aspecto interno de semilla de cacay (E). 13
- Figura 4.** Aceite de cacay. Aceite producido por Tacay (A). Fuente: <https://tacay.co/tienda/aceite-de-cacay-de-8-ml/>, Aceite producido por Arlés (B). Fuente: <https://www.arlessas.com/aceite-de-cacay/>, Aceite producido por Inzunai (C) Fuente: <https://www.facebook.com/photo?fbid=978616137601445&set=a.460080269455037>. Aceite producido por Caryo (D) Fuente: <https://caryo.co/cacay-oil/> 14
- Figura 5.** Distribución global y nacional de *Caryodendron orinocense*. Fuente: registros de ejemplares GBIF (2023), herbarios y expertos de la especie a nivel nacional. Puntos con información de árboles de diferentes orígenes (cultivado, dispersos en agroecosistemas, con duda del origen y silvestres), esto debido al gran auge del cacay a nivel nacional en los últimos 10 años (Arles SAS, 2023). División político-administrativa de Colombia del DANE (2020). 15
- Figura 6.** Calendario fenológico de cacay a lo largo del año en la amazonia colombiana. 18
- Figura 7.** Semillas vanas de cacay. Estas semillas son obtenidas de frutos iniciando la época de cosecha en 2024 en Calamar, Guaviare. 19
- Figura 8.** Metodología para la elaboración del PMS de *Caryodendron orinocense* (cacay). Fuente: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt 21
- Figura 9.** Lista de asistencia a taller virtual para socialización del proyecto "Cadenas de valor de PFMN" realizado el 20 de septiembre de 2023. 22
- Figura 10.** Área de estudio donde se realizaron para la elaboración de los protocolos para el aprovechamiento de productos forestales no maderables de la especie *Caryodendron orinocense* en el departamento del Guaviare, municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar. Fuente: Gutiérrez-Santamaria, 2024 25
- Figura 11.** Raúl Gómez de FCDS socializando los proyectos relacionados con *Caryodendron orinocense* en áreas de forestería comunitaria 26
- Figura 12.** Luis Carlos Cuervo socializando el apoyo y avances con la especie cacay por parte de GIZ Probosques a nivel nacional. 27
- Figura 13.** Grupo de trabajo de cacay en taller de socialización de proyecto (A), identificación de sitios y metodología de inventarios y cálculos de producción para *Caryodendron orinocense* (B, C). 27
- Figura 14.** Representación gráfica de las unidades de muestreo realizadas para los inventarios de cacay en el marco de su PMS en la jurisdicción de la CDA. 29
- Figura 15.** Vista desde arriba de la parcela para inventarios de cacay (A). Individuos en el límite de la parcela (B). 30
- Figura 16.** Variables registradas por individuo para adultos y juveniles 2 de *Caryodendron orinocense*. 31
- Figura 17.** Variables registradas para 4 marcos de 1 m² incluyendo las categorías de plántulas y juveniles I de *Caryodendron orinocense*. 33

Figura 18. Veredas donde se realizaron las parcelas de levantamiento de información de <i>Caryodendron orinocense</i> . Fuente: Gutiérrez-Santamaria, 2024	34
Figura 19. Realización de inventarios de <i>Caryodendron orinocense</i> en el departamento del Guaviare. Fotos: Gutiérrez-Santamaria, 2024	34
Figura 20. Boxplot de altura total (m) y DAP (cm) para las categorías de tamaño Juvenil 2, Subadulto y Adulto.	40
Figura 21. Regeneración de cacay en bosques naturales en Calamar, Guaviare.	41
Figura 22. Estructura poblacional de <i>Caryodendron orinocense</i> . Los datos se ajustaron al número de individuos por hectárea a partir del muestreo realizado en 12,25 ha en la jurisdicción de la CDA. No se incluye en la gráfica la categoría de plántulas 1 por la alta mortalidad en esta categoría de tamaño.	42
Figura 23. Comparación de la estructura poblacional realizada en el presente estudio (Instituto Humboldt 2024) y CDA (2022).	43
Figura 24. Proporción de sexos en la población de <i>Caryodendron orinocense</i> a partir del muestreo realizado.	43
Figura 25. Instalación de trampas de frutos para registro de producción de <i>Caryodendron orinocense</i> .	44
Figura 26. Promedio mensual de lluvia (mm) en los municipios de San José del Guaviare, Calamar y Miraflores, Guaviare. Datos tomados de https://es.weatherspark.com/ . En tono rojo, época de cosecha de cacay en la jurisdicción de la CDA.	50
Figura 27. Relación en porcentaje de peso entre fruto verde de cacay a nuez con cutícula	55
Figura 28. Frutos de cacay fisiológicamente maduros y aptos para cosecha. Imagen B tomada de Arles SAS, 2023. En la imagen A se señala la tonalidad blancuzca del pedúnculo del fruto, el cual de acuerdo con información de cosechadores es un criterio para identificar el fruto óptimo para cosecha.	56
Figura 29. Frutos de cacay en diferentes momentos de caída del árbol.	56
Figura 30. Cosecha de cacay.	57

Tablas

Tabla 1. Información general y experiencias relacionadas <i>Caryodendron orinocense</i> (cacay).	23
Tabla 2. Información bibliográfica clave para identificación de áreas en Jurisdicción CDA.	24
Tabla 3. Localidades de salida de reconocimiento para la identificación de áreas de manejo sostenible de <i>Caryodendron orinocense</i> en jurisdicción de la CDA	24
Tabla 4. Salida de reconocimiento para la identificación de áreas de manejo sostenible de <i>Caryodendron orinocense</i> en jurisdicción de la CDA.	24
Tabla 5. Áreas donde puede hallarse el cacay en estado silvestre.	28
Tabla 6. Categorías de tamaño iniciales definidas para <i>Caryodendron orinocense</i> en la jurisdicción de la CDA.	31
Tabla 7. Visión de los estados fenológicos del árbol de cacay.	32
Tabla 8. Parcelas de <i>Caryodendron orinocense</i> realizadas en el departamento de Guaviare.	33
Tabla 9. Porcentaje de área a inventariar con respecto al área de la unidad de manejo como alternativa cuando no se cumple con el error de muestreo.	36
Tabla 10. Comparación de abundancias de cacay en otros estudios de la jurisdicción de la CDA y otras localidades.	37
Tabla 11. Categorías de tamaño o edad finales definidas a partir del análisis de datos y observaciones en campo para <i>Caryodendron orinocense</i> .	40
Tabla 12. Porcentaje de aporte de las categorías de tamaño al crecimiento poblacional de cacay.	42
Tabla 13. Comparación de proporción de hembras y machos en la población con otros estudios.	44
Tabla 14. Datos de producción asociada a la edad de los árboles de cacay a partir de revisión bibliográfica.	45
Tabla 15. Estados fenológicos de las hembras de cacay ideales para realización de inventarios.	46
Tabla 16. Regresión lineal establecida para la relación entre el DAP (cm) y el peso total cosechado (kg) de cacay.	46
Tabla 17. Detalle de medición y cálculo de DAP (cm) y CAP (cm)	47
Tabla 18. Cálculo de peso total cosechado (kg) al año por árbol de cacay.	48
Tabla 19. Rangos de tamaño de cacay a partir del DAP (cm) y valor mínimo, promedio y máximo de peso anual cosechado (kg) a partir del modelo de inferencia generado con la regresión lineal.	48
Tabla 20. Comparación de otros valores de referencia de la producción de cacay.	49
Tabla 21. Época de cosecha de cacay en la Jurisdicción de la CDA. En tono verde oscuro los meses de pico de cosecha y en verde claro época de menor cosecha.	50
Tabla 22. Factores que determinan las épocas de cosecha de cacay en la jurisdicción de la CDA.	51
Tabla 23. Estados del fruto de cacay para producción de semillas o aceite.	51
Tabla 24. Comparación de equivalencias de producto cosechado y productos finales de cacay a partir de diferentes estudios.	52
Tabla 25. Actuales prácticas de manejo para el cacay en la jurisdicción CDA.	55
Tabla 26. Régimen de uso y gobernanza sobre el cacay en la jurisdicción CDA.	56
Tabla 27. Descripción y valoración del impacto de la cosecha de cacay en la jurisdicción de la CDA.	57
Tabla 28. Aspectos de la cadena productiva y factores externos que pueden afectar la sostenibilidad de la cosecha de cacay.	58
Tabla 29. Lineamientos para el manejo sostenible de cacay en la jurisdicción CDA.	60
Tabla 30. Variables para el monitoreo por parte de usuarios a los que se les haya otorgado el acceso al manejo sostenible de cacay.	60
Tabla 31. Ejemplo del registro de variables de monitoreo para un usuario con acceso al manejo sostenible de cacay.	60
Tabla 32. Ejemplo de cronograma de actividades para el manejo sostenible de cacay.	61

1. Introducción, justificación y objeto del Protocolo

1.1. Introducción

Colombia, reconocido como uno de los países megadiversos del mundo, alberga aproximadamente el 10% de la biodiversidad terrestre global (Arias-G y Cárdenas-López, 2007). Esta vasta biodiversidad se refleja en una amplia gama de Productos Forestales No Maderables (PFNM), que incluyen alimentos, medicinas, artesanías, y materiales de construcción. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), los PFNM se definen como "*bienes de origen biológico distintos de la madera y la fauna, obtenidos de la flora silvestre, incluidos los hongos, que forman parte de los ecosistemas naturales*" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 2021). Estos productos son reconocidos a nivel internacional por su papel en el desarrollo sostenible y la silvicultura tropical, además de ser una alternativa viable frente a la deforestación y degradación de los bosques (López-Camacho y Murcia-Orjuela, 2020). En años recientes, los PFNM han ganado prominencia debido a su potencial como ingredientes naturales en las industrias alimenticias, farmacéuticas, cosméticas, y otras, ofreciendo oportunidades económicas sustanciales a las comunidades locales que habitan áreas boscosas o ecosistemas naturales.

En el contexto del proyecto "*Fortalecimiento del manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables*", ejecutado por el Instituto Humboldt y suscrito con la Fundación Swisscontact, se pretende mejorar la competitividad de las cadenas de valor de seis especies proveedoras de PFNM a nivel nacional. Entre estas especies se encuentran el corozo (*Bactris guineensis*), naidí (*Euterpe oleracea*), cacay (*Caryodendron orinocense*), moriche (*Mauritia flexuosa*), agraz (*Vaccinium meridionale*) y camu camu (*Myrciaria dubia*). El proyecto incluye la elaboración de Protocolos de Manejo Sostenible (PMS) para cada especie, enfocados en áreas bajo la jurisdicción de cinco Autoridades Ambientales: Corporación Autónoma Regional del Cesar - Corpopesar, Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó - Codechoco, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico - CDA, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía – Corpoamazonia respectivamente.

De acuerdo con lo establecido en el Decreto 690 de 2021 el Protocolo de Manejo Sostenible (PMS) es un documento técnico que establece directrices para el manejo sostenible de la flora silvestre y los PFNM y debe ser adoptado vía acto administrativo por la respectiva Autoridad Ambiental. Este PMS se enfoca en las semillas y frutos de la especie Cacay (*Caryodendron orinocense*) en la jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA). Su propósito es compilar y sistematizar conocimientos sobre esta especie, mediante información primaria y secundaria, así como observaciones y trabajo de campo en la jurisdicción de la CDA. El documento cubre la caracterización de las poblaciones naturales, la producción silvestre de frutos y semillas, la caracterización de la cosecha, recomendaciones de manejo, evaluación de la sostenibilidad, y el seguimiento y monitoreo necesarios para garantizar la conservación de la especie y la provisión de ingresos económicos para los actores de la cadena de valor asociados a este PFNM.

1.2. Justificación

La región amazónica de Colombia, la cual incluye los departamentos de Vaupés, Guaviare y Guainía bajo la jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico (CDA), es reconocida por su vasta biodiversidad y su importancia económica y cultural para las comunidades locales (Arias-G y Cárdenas-López, 2007). En esta región, la riqueza vegetal es notable, con alrededor de 7.000 especies identificadas, de las cuales aproximadamente 1.500 tienen usos reconocidos, destacando el gran potencial de los productos forestales no maderables (PFNM) (Cárdenas & López, 2000).

El enfoque etnobotánico ha sido crucial para comprender la relación entre las plantas y las comunidades humanas, revelando una diversidad de usos que abarcan desde lo alimenticio hasta lo cultural (Cárdenas y López, 2000). La recolección y comercialización de los PFNM no solo proporcionan medios de vida sostenibles para las comunidades indígenas y rurales, sino que también fomentan la conservación de los bosques al reducir la presión sobre los recursos maderables (Arias-Gy Cárdenas-López, 2007). Este enfoque sostenible es esencial para preservar el ecosistema amazónico y asegurar la provisión continua de sus bienes y servicios, garantizando así la sostenibilidad ambiental y el bienestar socioeconómico de las comunidades locales.

Entre las especies de gran importancia económica y cultural en la región amazónica se encuentra *Caryodendron orinocense*, conocida localmente como cacay. Este árbol nativo es valorado por las comunidades locales por sus múltiples usos, que incluyen su fruto como fuente alimenticia, la extracción de aceite y su madera (Montero-González, et al., 2016). Las poblaciones amazónicas han desarrollado métodos tradicionales para conservar la semilla, tostándola y han aprovechado el aceite comestible extraído de las semillas, lo que ha despertado un creciente interés comercial debido a sus características (Ávila y Díaz-Merchán, 2002). Además, el residuo sólido post-extracción, conocido como torta, es utilizado en la alimentación animal debido a su alto contenido de proteína (Erazo-Rivadeneira, 2001). Estas múltiples aplicaciones subrayan la necesidad de un protocolo de manejo sostenible que garantice la conservación de la especie y el aprovechamiento responsable de sus recursos, asegurando así la sostenibilidad ambiental y el beneficio económico para las comunidades locales.

En las últimas décadas, el interés global por los Productos Forestales No Maderables (PFNM) ha crecido considerablemente, impulsado por preocupaciones ambientales y la búsqueda de estrategias para aliviar la pobreza y conservar el medio ambiente (FAO, 1999). Las iniciativas que fomentan el uso y manejo sostenible de la biodiversidad amazónica resultan fundamentales para garantizar la conservación y el uso racional de sus recursos. En este contexto, la investigación y divulgación sobre especies como el cacay, que incluyen aspectos como el manejo postcosecha, las formas de transformación y las alternativas de cultivo, son esenciales para promover su comercio de manera sostenible, contribuyendo así al desarrollo económico local y a la preservación del ecosistema amazónico (Ávila y Díaz-Merchán, 2002).

La implementación de un Protocolo de Manejo Sostenible (PMS) para el cacay, en línea con las directrices del Decreto 690 de 2021, la Resolución 455 de 2023 de la CDA y la Resolución 219 de 2025, es fundamental para asegurar tanto la conservación de la especie como su uso sostenible. Este protocolo permitirá a los productores acceder legalmente a la cosecha de frutos y semillas, promoviendo al mismo tiempo el desarrollo económico local. Además, fomentará la preservación del ecosistema amazónico al establecer prácticas que equilibren la cosecha y transformación de los recursos con la conservación ambiental. Al adoptar estos lineamientos, se busca no solo proteger la biodiversidad, sino también garantizar la sostenibilidad a largo plazo de los recursos forestales no maderables, beneficiando a las comunidades locales y fortaleciendo las economías rurales en la Amazonia colombiana.

1.3. Objeto del Protocolo

Elaborar el Protocolo de Manejo Sostenible para las semillas de la especie cacay (*Caryodendron orinocense*) en la jurisdicción de CDA en el marco de la implementación del Decreto 690 de 2021, la Resolución 455 DE 2023 de la CDA y la Resolución 219 de 2025.

2. Caracterización general de la especie

2.1. Descripción de la especie *Caryodendron orinocense* H. Karst.

Sinónimos reportados para la especie: No reporta.

Nombres comunes: El cacay (*Caryodendron orinocense*) es conocido por diversos nombres comunes que reflejan la diversidad cultural y lingüística de las regiones donde se encuentra. En Perú, es llamado Inchi y metohuayo (González y Torres, 2010). En Ecuador, se le conoce como cacay, ñambi, y maní de árbol. En Venezuela, se le denomina palo de nuez, nuez de Barquisimeto (González-Torres, 2017). Otros nombres comunes reportados por González y Torres (2010) y Arles SAS (2023) son nuez de Barinas, tacay, tagni, kahai, kofan, nuez del Orinoco, abay, ñambi, maní de árbol, iracana, castanha de porco, almendro, nuez do porco, palo de nuez y orinoconut en inglés.

En distintas regiones de Colombia, se le conoce por varios nombres, según Bernal et al. (2016): **Amazonas:** Inchi Cacay, Maní, Palo Maní. **Antioquia:** Inchi Tacay, Almendro, Guayabo de León. **Caquetá:** Inchi Maní. **Guaviare:** Inchi Cacay. **Meta:** Inchi Tacay, Almendro, Cacay, Maní, Castaño, Iricana, Taqui, Tocay, Arrayana, Cumaná, Hambí. **Valle del Cauca:** Cacay. **Vaupés:** Tacay, Cacay.

Estado de Conservación: Esta especie se encuentra categorizada en Preocupación Menor (LC) según las categorías y criterios de la lista Roja de UICN (UICN, 2024) y no se encuentra en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES. A nivel nacional su estado de conservación es No Evaluada (Bernal, et al., 2016).

Descripción: El cacay (*Caryodendron orinocense*) pertenece a la familia botánica Euphorbiaceae. Es un árbol notable por su tamaño y características botánicas. En su hábitat natural dentro del bosque, puede alcanzar alturas de hasta 40 metros y diámetros de hasta 80 cm (**Figura 1**). En condiciones de cultivo, su tamaño disminuye, alcanzando hasta 25 metros de altura y un diámetro de hasta 40 cm. El sistema radicular del cacay es alorrido, es decir, posee una raíz principal débil y poco profunda que alcanza aproximadamente un metro, mientras que las raíces laterales se extienden de manera amplia en la parte superficial del suelo, encontrándose la mayoría de las raíces dentro del primer metro bajo la superficie (Erazo-Rivedeneira, 2001). Muchos árboles adultos presentan raíces superficiales visibles (Orduz y Rangel, 2002). **Tallo** es recto y cilíndrico con base acanalada (Montero-González, et al., 2016). **Corteza** característica verdosa, lisa (Gentry, 1993), según Arles SAS e IAvH (2021) esta especie muda de corteza para eliminar plantas parásitas, nidos de insectos u hormigas que pueden hacerle daño (**Figura 2A** y **Figura 2D**), su **copa** es densa y semiesférica (Orduz y Rangel, 2002), sus **hojas** macrófilas, es decir, grandes (**Figura 2B**), son simples, elípticas, con margen entero, alternas, con un tamaño aproximado de 30 cm de largo por 30 cm de ancho. Estas hojas son coriáceas, sostenidas por un pecíolo de 3 a 5.5 cm de longitud y presentan un margen entero. En la base de las hojas, justo arriba del pecíolo, el cacay **posee glándulas nectaríferas** (Gentry, 1993) (**Figura 2E**) epidérmicas que secretan un líquido azucarado. Cada hoja tiene nueve nervaduras a cada lado de la nervadura central, y el árbol mantiene su follaje durante todo el año, renovando sus hojas constantemente sin llegar a perderlas completamente (Martínez, 1979 citado por Arles SAS, 2023; Jiménez y Bernal, 1992).

El cacay es una especie **dioica**, es decir, que presenta individuos con flores estaminadas (masculinas) y separadamente individuos con flores pistiladas (femeninas). Las flores están dispuestas en inflorescencias con 1 a 6 raquis, cada uno con 4 a 12 yemas florales (Arlés SAS, 2023). Las **inflorescencias masculinas**

son racimos terminales de hasta 20 cm de longitud y las **inflorescencias femeninas** son espigas terminales según Erazo-Rivadeneira (2001) y según Orduz y Rangel (2002) panículas terminales (Arlés SAS, 2023). Las flores son pequeñas, de color blanco verdoso (Arlés SAS, 2023).

Las **flores “masculinas”** son subsésiles, es decir, poseen un pedúnculo muy corto, generalmente con 3 sépalos y 4 estambres manifiestos, anteras ovadas, binoculares, ovario rudimentario y 4 lóculos; por otro lado, las **flores “femeninas”** contienen entre 5 y 6 sépalos, ovario globular con 3 lóculos (Arlés SAS, 2023).

Los frutos del cacay se desarrollan en racimos que cuelgan en el exterior de la copa del árbol, posee un fruto tricarpelar (APINAP, s.f.) que son **cápsulas ovals dehiscentes**, es decir, está cápsula se abre de manera natural para liberar sus semillas. En términos generales el fruto está compuesto por tres partes: (1) el epicarpio o exocarpio o cáscara verde (**Figura 3C**), (2) endocarpio o cuesco leñoso formado por varios carpelos (generalmente 3) que se unen formando cavidades o lóculos leñosos donde se encuentran las semillas (**Figura 3D**) y (3) **las semillas** o también llamadas nueces que pueden ser de 2 a 4 y se encuentran recubiertas por una testa dura de color marrón oscura con una pulpa blanca y un alto contenido de aceite (Ávila y Díaz-Merchán, 2002) (**Figura 3E**). De acuerdo con mediciones tomadas en este estudio las semillas tienen en promedio de ancho $17,58 \pm 0,81$ mm, de grosor $13,64 \pm 1,24$ mm y de largo $23,01 \pm 2,19$ mm.

Cada fruto pesa entre 18,09 (APINAP, s.f.) y 45 gramos (Cormacarena, en proceso de publicación), aunque es importante resaltar que el peso del fruto depende de la cantidad de tiempo que lleve caído del árbol. De acuerdo con un estudio realizado en Caquetá se encontró que la pérdida de peso del fruto colectados entre 8 y 12 días después de caer es hasta de un 55% (Cormacarena, en proceso de publicación). De acuerdo con las mediciones realizadas en este estudio un kilogramo de frutos está compuesto por entre 25 y 26 unidades, concordando con lo reportado también por Kahai (s.f.) y APINAP (s.f.).

Una descripción práctica para identificar la especie en campo es: Árbol de hasta 25 metros de altura, con corteza lisa, verdosa (**Figura 2A y Figura 2D**). Hojas simples, alternas, con borde entero (**Figura 2B**), con dos glándulas nectaríferas en la base de la hoja, sin estípula. Inflorescencias “masculinas” en racimos terminales e inflorescencias “femeninas” en panículas terminales, ambas de color blanco verdoso, (**Figura 3A y 3B**), frutos cápsulas con un “cuesco” leñoso. La cáscara (pericarpio) de los frutos va cambiando desde verde brillante, pasando por tonalidades opacas, amarillas hasta color marrón. Los frutos suelen desprenderse del árbol en la tonalidad verde o verde opaco, en esta tonalidad alcanzan la madurez fisiológica (**Figura 3C**) (Arlés SAS e IAvH, 2021). Los frutos por lo general poseen tres semillas.



Figura 1. Vista general de un individuo de *Caryodendron orinocense*, luego de tala, roza y quema (A) y vista general de un individuo de cacay al interior de un bosque alto de tierra firme (B) en Calamar, Guaviare. Fuente: Castro, S.

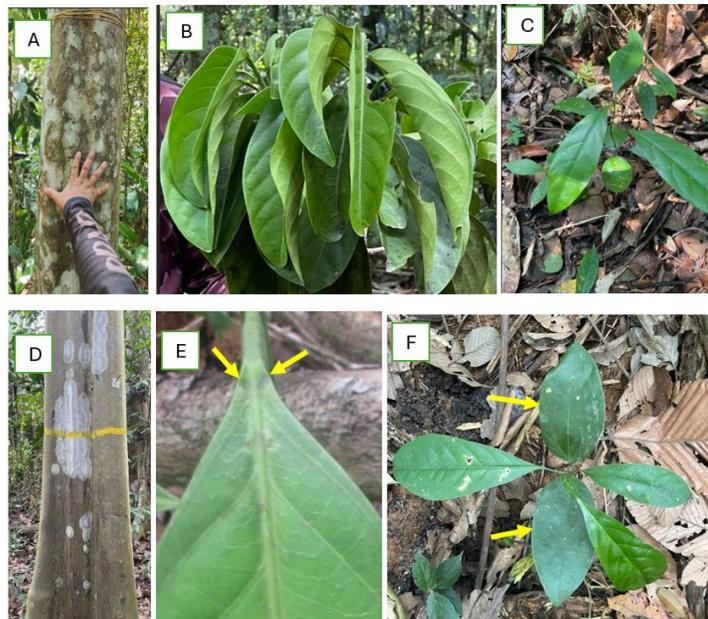


Figura 2. Aspecto de la corteza de *Caryodendron orinocense*. (A, D), aspecto de hojas adultas de cacay (B), aspecto de hojas en plántula de cacay (C), glándulas nectararias en la base de la hoja (E señaladas con flecha amarilla) y plántula de cacay en la cual es posible observar dos cotiledones (señalados con flecha amarilla) y las demás son hojas verdaderas (F). Fuente: Castro, S.



Figura 3. Flores femeninas de *Caryodendron orinocense*. (A). Fuente. Comité departamental de la cadena de cacay (2024a), flores masculinas de cacay (B). Fuente: www.rbmdigital.com.br., frutos de cacay (C), semillas de cacay y señalado con flecha amarilla el cuesco (D), aspecto interno de semilla de cacay (E). Fuente: Castro, S.

Usos

El cacay es una especie versátil que ofrece una amplia variedad de aplicaciones, abarcando desde su semilla hasta la planta entera. A continuación, se detallan algunos de los usos más importantes de esta planta, según Ávila y Díaz-Merchán, 2002):

Planta completa: En sistemas agroforestales, el cacay se utiliza como árbol de sombra, especialmente en cultivos de café, proporcionando beneficios ecológicos y agrícolas. **Tronco:** La madera del cacay, conocida por sus buenas propiedades mecánicas, se emplea en ebanistería. Además, es utilizada tradicionalmente como fuente de leña y para la producción de carbón vegetal. **Fruto:** El endocarpio del fruto tiene un alto poder calórico, lo que lo hace útil como combustible. **Semilla** es utilizada para **alimentación animal** (Losada-Aguilar, et al., 2017). La cual es mezclada con melaza, sales mineralizadas y benzoato de sodio, la semilla del cacay se utiliza en la fabricación de concentrado para cerdos de engorde y otros animales domésticos. También para **consumo humano** por sus propiedades nutricionales (Rincón, et al., 2020; Lozano-Garzón, et al., 2023). La nuez del fruto maduro es comestible (Pérez, et al., 1999) y puede consumirse cruda, tostada, frita, hervida o molida para preparar bebidas y dulces. Según Pérez, et al. (2001) y Radice, et al. (2014) las semillas de esta especie son ricas en ácidos grasos poliinsaturados, específicamente ácido linoleico, también contienen β -sitosterol, campesterol, estigmasterol, escualeno y vitamina E, compuestos que le atribuyen de propiedades antioxidantes significativas (Medeiros, et al., 2020) y poseen minerales esenciales como hierro y calcio (Padilla, et al., 1996; Reckin, 1983). Diferentes estudios como los realizados por Padilla, et al. (1996) y Greffa, et al. (2018) han reportado que la harina de esta especie posee propiedades funcionales similares a la harina de soja, además puede ser utilizada como proteína alternativa gracias a su alta digestibilidad perfil nutricional por la presencia de albúminas (51%), prolaminas (23%) y globulina (16%) (Losada-Aguilar, et al., 2017). Para **uso industrial:** El alto contenido de aceite en las semillas del cacay las convierte en una fuente potencial para la producción de aceite utilizado en cosméticos (Pérez, et al., 2001; Alfaro, et al., 2000; Garzón, et al., 2023), medicina y cocina.

Recientemente, el mayor valor del cacay radica en el aceite extraído de su almendra, que contiene entre un 41 y 59% de aceite. Este aceite es rico en **ácidos grasos poliinsaturados** como omega 6 y omega 9 (Pérez, et al., 2001; Medeiros, et al., 2020; Mosquera, et al., 2023; García y Basso, 2012; Delgado-Soriano, et al., 2022), que representan aproximadamente el 75% de su composición. Estos ácidos grasos son beneficiosos para la salud (Arboleda, et al., 2007), ya que ayudan a prevenir la acumulación de colesterol en las venas y arterias, superando el contenido de ácidos grasos poliinsaturados de otros aceites tradicionales como el de soja, coco y oliva (Ávila y Díaz-Merchán, 2002). Respecto al **uso cosmético** el cacay tiene propiedades como el alto contenido de vitamina E, que ayuda a mantener los tejidos y órganos contra los efectos nocivos de los radicales libres, que son responsables del proceso de envejecimiento. Por tal razón el aceite de cacay puede emplearse, en el crecimiento del cabello, los geles de ducha estimulantes, las cremas hidratantes para eliminar brillos de la piel, condicionadores capilares, repelentes de la polución, las cremas corporales para

pieles secas, es decir, los dentífricos y geles de baño con propiedades antisépticas, entre otros productos (Alcalde, 2006; Arles SAS, 2023). Autores como Arboleda, et al. (2007) y Medeiros, et al. (2020) también han registrado que los extractos de esta especie poseen **actividad antiviral y antibacterial** gracias a su composición de compuestos fenólicos, taninos, aminoácidos y triterpenos.



Figura 4. Aceite de cacay. Aceite producido por Tacay (A). Fuente: <https://tacay.co/tienda/aceite-de-cacay-de-8-ml/>, Aceite producido por Arlés (B). Fuente: <https://www.arlessas.com/aceite-de-cacay/>, Aceite producido por Inzunai (C) Fuente: <https://www.facebook.com/photo?fbid=978616137601445&set=a.460080269455037>. Aceite producido por Caryo (D) Fuente: <https://caryo.co/cacay-oil/>

2.2. Distribución global o nacional

El cacay es un árbol nativo y originario de la cuenca amazónica y de la Orinoquía (Cárdenas y Ramírez, 2004; Cormacarena, en proceso de publicación) (**Figura 5**). En términos generales se presenta en bosques húmedos tropicales y en zonas de transición hacia bosques muy húmedos tropicales (Ávila y Díaz-Merchán, 2002; Arles SAS e IAvH, 2021).

En cuanto a su distribución geográfica global, es posible hallar esta especie en Ecuador, Perú y Venezuela. En Colombia, se encuentra principalmente en **las estribaciones de la cordillera oriental, en los piedemontes llanero y putumayense y llanura amazónica norte** (Cárdenas y Ramírez, 2004; Montero-González, et al., 2016; Erazo-Rivadeneira, 2001). Se halla en las vegas de los ríos específicamente en el Ariari, Guaviare, Meta y Vaupés, así como por el río Caquetá (desde la cordillera hacia el suroriente) y sus afluentes dentro del departamento del Amazonas (Cisneros-Torres y Díaz-Hernández, 2006; APINAP, s.f.). Se reporta en los departamentos de Amazonas, Antioquia, Caquetá, Cauca, Cundinamarca, Guainía, Guaviare, Meta, Putumayo y Valle del Cauca, en altitudes que van desde los 350 hasta los 1300 metros sobre el nivel del mar (Ávila y Díaz-Merchán, 2002; Arles SAS & IAvH, 2021).

Es importante resaltar que debido a la importancia comercial que han adquirido los frutos y las semillas de esta especie durante los últimos 8 años, se han establecido cultivos para su producción principalmente en el departamento del Meta en los municipios de Cumaral, Puerto Gaitán, Puerto Lleras, Acacias, Restrepo, San Martín y Macarena (Arles SAS e IAvH, 2021). Sin embargo, es importante resaltar que en el departamento del Guaviare también se identifican cultivos de cacay a una menor escala, de acuerdo con información dada por diferentes actores en los talleres de socialización realizados.

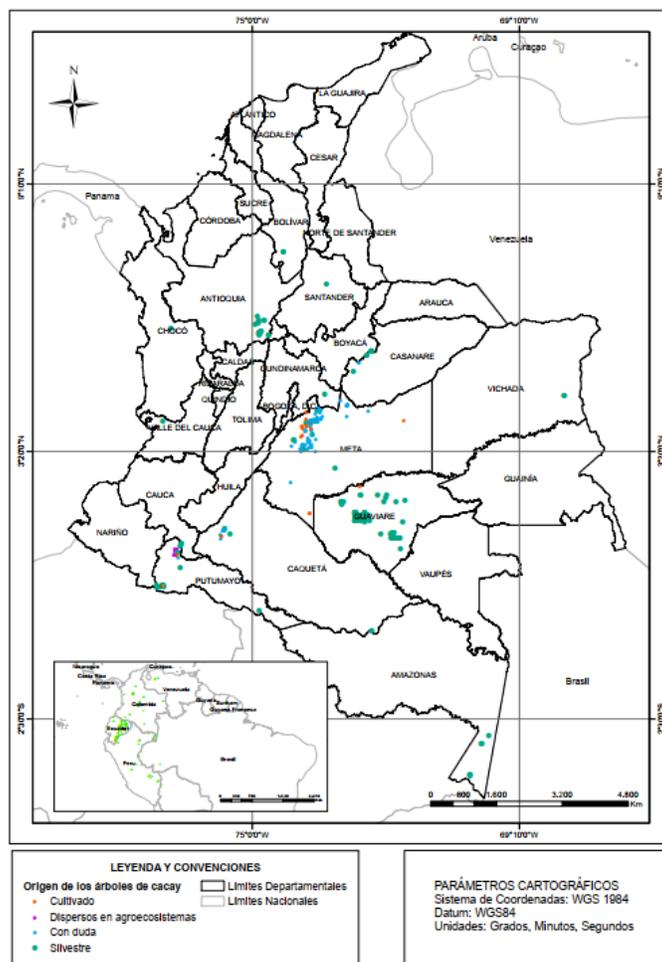


Figura 5. Distribución global y nacional de *Caryodendron orinocense*. Fuente: registros de ejemplares GBIF (2023), herbarios y expertos de la especie a nivel nacional. Puntos con información de árboles de diferentes orígenes (cultivado, dispersos en agroecosistemas, con duda del origen y silvestres), esto debido al gran auge del cacay a nivel nacional en los últimos 10 años (Arles SAS, 2023). División político-administrativa de Colombia del DANE (2020).

2.3. Rasgos de historia de vida relevantes para la especie proveedora de PFSM

Ciclo de vida

De acuerdo con Benítez, et al. (2023) y las observaciones en campo el ciclo de vida de esta especie comprende tres grandes etapas plántulas, juveniles y adultos. Los criterios para definir cada categoría de tamaño para cacay se presentan con mayor detalle en la **sección 4.3.** del presente documento. Su ciclo de vida según Cormacarena (en proceso de publicación), inicia rápidamente pues las semillas de esta especie en el medio natural germinan entre una o dos semanas después de caer del árbol. Pabón (1982) reporta que en condiciones naturales las semillas inician su proceso de germinación a los 6 días. Su regeneración natural es abundante, sin embargo, por competencia intraespecífica o por recursos (luz), ataque de insectos (Cormacarena, en proceso de publicación), entre otros, un número reducido de plántulas logran pasar a ser juveniles y aún menos adultos, sin embargo, datos precisos sobre las tasas de mortalidad en las diferentes categorías de tamaño en bosques naturales de esta especie aún son limitados.

Crecimiento

En condiciones naturales el crecimiento de esta especie es de tipo sexual, es decir, nace a partir de semillas y su crecimiento está determinado por la presencia de luz (Erazo-Rivadeneira, 2001; Gonzales-Coral, 2007), por esta razón, esta especie es conocida por **competir eficazmente por la luz** en el denso entorno selvático de la Amazonia. Bajo condiciones de alta competencia lumínica, puede alcanzar alturas de hasta 35 metros, desarrollando una copa ramificada que, en condiciones óptimas, puede formar un plano uniforme. En contraste, cuando se cultiva de manera aislada o sin competencia, su tamaño se reduce considerablemente, alcanzando hasta 15 metros de altura, con una copa esférica de hasta 12 metros de diámetro. Su densa cobertura foliar limita el crecimiento de otras plantas bajo su sombra (Gonzales-Coral, 2007; Erazo-Rivadeneira, 2001). Según Pabón (1992) esta especie puede alcanzar entre 6 y 8 metros los 7 años de edad, correspondiente a un crecimiento de 8,3 cm/mes.

Se encuentra en áreas con precipitaciones anuales de entre 2000 y 5000 mm, temperaturas que oscilan entre los 12 y 30°C, y una humedad relativa del 70 al 90% (Ávila y Díaz-Merchán, 2002; Arles SAS & IAvH, 2021). Crece preferentemente en suelos con buen drenaje, alta fertilidad y que no sean propensos a inundaciones permanentes (Ávila y Díaz-Merchán, 2002; Arles SAS & IAvH, 2021), suelos ácidos con baja saturación de bases, alta concentración de aluminio y bajo contenido de fósforo (Kahai, s.f.) y prospera en depresiones y llanuras bajas, así como en suelos aluviales situados a lo largo de las márgenes de grandes ríos (Gonzales-Coral, 2007; Erazo-Rivadeneira, 2001). Esta especie es capaz de soportar períodos cortos de sequía e inundaciones no prolongadas (Montero-González, et al., 2016), aunque tiene una tolerancia limitada a condiciones extremas de humedad o falta de agua (APINAP, s.f.).

Sexualidad y Polinización

El cacay presenta **una reproducción dioica**, con flores unisexuales (Cisneros-Torres y Díaz-Hernández, 2006) y en diferentes individuos, es decir, presenta árboles “masculinos” productoras de polen y árboles “femeninos” productores de frutos (Calle-Díaz y Murgueitio-Restrepo, 2020), que se distinguen por sus respectivas inflorescencias. La producción de sus frutos se da por polinización cruzada, la cual es realizada principalmente por insectos (entomófila) y en menor medida por el viento (anemófila)

Se han registrado 27 especies de insectos involucrados en este proceso de polinización, destacando la familia Vespidae, donde se ha notado que las abejas se trasladan entre los árboles masculinos y femeninos, facilitando así la fertilización (Erazo-Rivadeneira, 2001; Arles SAS & IAvH, 2021). Según Calle y Murgueitio (2020), esta especie también es polinizada además por moscas y avispa. La producción de polen comienza entre 60 y 120 días después del inicio de la floración, y las flores femeninas alcanzan su desarrollo completo a los 60 días, lo cual se indica por el cambio de color en los carpelos (Jiménez & Bernal, 1992).

Gremio

Esta especie crece y se desarrolla bajo sombra, por esta razón, está adaptada a crecer bajo el dosel denso y alto de los bosques (Arles SAS & IAvH, 2021). Diferentes autores como Montero-González, et al. (2016); Erazo-Rivadeneira (2001) la han catalogado como una especie heliófita. Sin embargo, según las descripciones de gremios ecológicos de especies forestales establecidas por Linares-Prieto (2000) esta especie presenta características tanto de **heliófita durable** como de **esciófita parcial**.

Como heliófita durable se destaca que su ciclo de vida es largo y posee una capacidad fotosintética intermedia y baja en condiciones de sombra. Su patrón de reproducción se detiene cuando se encuentra en condiciones de mucha sombra e inicia una vez establece su copa y alcanza el dosel superior. Por otro lado, como esciófita parcial se resalta la necesidad de altas tasas de iluminación para el paso de etapas intermedias a maduras, además de poseer semillas medianas a grandes, dispersadas principalmente por mamíferos, además sus plántulas no prosperan ni se desarrollan en espacios abiertos con altas temperaturas. Finalmente,

la densidad de su madera es alta estimada en $0,72 \text{ g/cm}^3$ (Sarango-Lapo, 2021), demostrando un patrón de asignación de recursos orientado a conformar estructuras más sólidas y duraderas que las heliófitas.

Una característica común tanto para las heliófitas durables como esciófitas parciales es la presencia de cotiledones fotosintéticos también presentes en las plántulas de cacay, los cuales le sirven para almacenar reservas alimenticias y de esta manera soportar condiciones adversas como la sombra. El cacay presenta una germinación epigea, es decir, que los cotiledones emergen por encima del suelo.

Longevidad e inicio de producción

Con respecto a la longevidad de la especie, según Arles SAS e IAvH (2021); Calle-Díaz y Murgueitio-Restrepo (2020); Kahai, s.f.; Ortega Álvarez, (2014); García-Urrea y Martínez-Tamara (2017) un árbol de cacay en su hábitat natural puede durar entre 80 y 100 años. Por otro lado, según la información dada por recolectores en campo, el inicio de su producción se estima entre los 8 y 10 años cuando inicia su primera floración en condiciones silvestres cuando alcanza el nivel alto del dosel y en plantaciones según Cormacarena (en proceso de publicación) inicia a los 5 años y según Kahai (s.f.) entre los 6 y 8 años. Algunos autores reportan que al inicio de la edad productiva su producción es incipiente y se estabiliza entre los 10 (Cormacarena, en proceso de publicación) y 12 años (Montero-González, et al., 2016). Así mismo, según Kahai (s.f.) en cultivos con material vegetal proveniente de injertos su producción inicia entre los 3 y 4 años. Según Kahai (s.f.) producción de frutos de esta especie conforme va aumentando con su edad.

Dispersión

El fruto del cacay se desprende del árbol y cae al suelo, donde es consumido por una variedad de fauna silvestre. Especies como el puerco de monte o cajuche (*Tayassu pecari*), el guatín o picure (*Dasyprocta fuliginosa*), la lapa (*Cuniculus paca*), el chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), la danta (*Tapirus terrestris*) y el mono aullador (*Alouatta seniculus*) se alimentan de estos frutos. Esta interacción no solo proporciona alimento a estas especies, sino que también facilita la dispersión de las semillas del cacay. Al consumir los frutos y desplazarse por su entorno, estos animales contribuyen a la dispersión de las semillas, ayudando en la restauración de los ecosistemas degradados en la Orinoquía y la Amazonía (Pabón, 1982; González-Torres, 2017; Calle-Díaz y Murgueitio-Restrepo, 2020). También se reporta que la especie es dispersada por las corrientes de agua (Calle-Díaz y Murgueitio-Restrepo, 2020).

Fenología

Sobre la biología floral del cacay, se tiene que la floración en los árboles “masculinos”, comienza con la aparición de yemas terminales y axilares que forman espigas o raquis, las cuales están protegidas por estípulas. La antesis de las flores masculinas inicia aproximadamente 27 días después de la emergencia de la inflorescencia, alcanzando su máximo desarrollo entre 29 y 30 días después del inicio. La viabilidad de las flores masculinas es breve, oscilando entre 1 y 3 días. Tras completar su ciclo, que dura alrededor de 87 días, la inflorescencia se torna amarillenta y finalmente cae (Erazo-Rivadeneira, 2001).

En contraste, las flores femeninas del cacay se desarrollan en yemas terminales y, al igual que las masculinas, están protegidas por estípulas en su primer estado de desarrollo. La inflorescencia femenina tiene una duración aproximada de 41 días. La antesis de las flores femeninas ocurre alrededor de 30 días después de la emergencia de la inflorescencia, momento en el cual el estigma se abre en sus tres partes y cambia de un color verde claro a un blanco verdoso con una textura granulosa durante un periodo de 11 días. La polinización y fecundación de las flores femeninas tienen lugar en los 6 días siguientes al inicio de la antesis, con un cambio de color del estigma de marrón a café oscuro que marca el inicio de la formación del fruto, el cual tarda un periodo estimado de 6 meses (Erazo-Rivadeneira, 2001).

La floración y fructificación del cacay varía según la región (Arles SAS e IAvH, 2021). En Ecuador se

reporta que la floración ocurre de abril a junio (EcoFondo, 2015) y en Colombia, se ha observado que esta puede variar según la localidad, sin un patrón uniforme en el país (Pabón, 1982). Según Arles SAS e IAvH (2021) esta variabilidad en la fenología del cacay refleja las **adaptaciones específicas a las condiciones ambientales** locales y la influencia de factores ecológicos en su ciclo reproductivo.

Montero-González, et al. (2016) ha establecido que la floración en la amazonia colombiana se produce predominantemente en **octubre, noviembre y diciembre** y su fructificación se concentra principalmente entre enero y marzo, con un **mayor pico en los meses de febrero y marzo (Figura 6)** (comunicaciones personales tomadas de encuestas realizadas en el marco del presente estudio) y en otros casos extendiéndose hasta mayo (Arles SAS e IAvH, 2021), con una producción que comienza baja en los primeros años y aumenta a medida que el árbol desarrolla su copa. Su producción es escalonada o asincrónica (Gonzales-Coral, 2007; Arles SAS, 2023).



Figura 6. Calendario fenológico de cacay a lo largo del año en la amazonia colombiana.

Adicionalmente, es importante destacar que **no todos los árboles florecen y fructifican anualmente**, pues el cacay es una especie **vecera**, es decir que no produce de manera uniforme todos los años. De hecho, se han reportado árboles que durante dos años seguidos producen, otros que durante dos años seguidos no producen y otros que producen un año de por medio (Cormacarena, en proceso de publicación y observaciones en campo). Esta condición, según Cormacarena (en proceso de publicación) no registra una causa específica, aunque algunos conocedores lo asocian a factores climáticos o falta de suficientes nutrientes en el suelo.

Lo anterior implica que puede haber años de cosecha muy abundantes y otros muy escasos o incluso nulos. Es importante destacar que en temporadas de baja productividad **también se presentan abortos masivos** y esto fortalece aún más su condición de especie vecera (Arles SAS e IAvH, 2021). Adicionalmente, según observaciones en campo e información dada por los recolectores al inicio de la época de producción los primeros frutos caídos presentan **semillas vanas (Figura 7)**.



Figura 7. Semillas vanas de cacay. Estas semillas son obtenidas de frutos iniciando la época de cosecha en 2024 en Calamar, Guaviare.

Propagación sexual

Con el fin de lograr una mayor tasa de germinación de semillas de esta especie, Kahai (s.f.) recomienda coleccionar semillas del fruto fresco (cosechado cada dos días durante la época de cosecha). Adicionalmente Cormacarena (en proceso de publicación) reportan que las semillas de los frutos maduros tienden a perder aceleradamente su viabilidad, por tanto, deben ser sembradas en el menor tiempo posible o almacenarlas en un lugar aireado para que no pierdan humedad, tolerando hasta 8 días de almacenamiento en temperaturas entre 12 y 13 °C (García, et al., 2008).

La propagación sexual del cacay se realiza mediante la siembra de semillas en una cama almaciguera con sustrato que puede ser una mezcla de arena y cascarilla de arroz quemada (Kahai, s.f.), enterrándolas a una profundidad de aproximadamente 2 cm y ubicados en surcos distanciados entre 5 y 10 cm entre sí (Kahai, s.f.). Las semillas presentan **germinación epigea**, por lo que es fundamental asegurar que no se rompa el hipocótilo al emerger del suelo, por esto se recomienda ubicar la semilla arriba para permitir la entrada de agua y así facilitar su germinación (Kahai, s.f.). Alternativamente, las semillas pueden sembrarse directamente en bolsas de 2 kg de capacidad, utilizando un sustrato adecuado (Gonzalez y Torres, 2010) que puede ser sustrato compuesto de tierra negra, materia orgánica descompuesta e inoculada, cascarilla de arroz y limo de río, también recomiendan durante el proceso de preparación agregar melaza y cal dolomita. Las plantas deben regarse regularmente debido a que son muy sensibles a la sequía, otra alternativa es añadir una capa de cascarilla de arroz (capa de 1 cm de ancho) en la parte superior de la bolsa para conservar la humedad (Kahai, s.f.).

La germinación de las semillas de cacay inicia en promedio a los 15 días de la siembra. El crecimiento de las plántulas es rápido, alcanzando aproximadamente 30 cm en dos meses y aproximadamente un metro de altura en el primer año. Una vez que las plántulas han alcanzado los 40 cm de altura o tienen más de 4 hojas verdaderas, pueden ser trasladadas a su sitio definitivo (Erazo-Rivadeneira, 2001). Es importante resaltar que las semillas pierden rápidamente su viabilidad y pueden conservarse durante un máximo de 30 días si se almacenan en un lugar aireado y fresco (González y Torres, 2010).

De acuerdo con diferentes ensayos de propagación, Kahai (s.f.) sugieren que la escarificación e hidratación de la semilla con solución de agua limpia con fungicida durante 15 minutos de la semilla como tratamiento pre-germinativo ha sido exitoso para acelerar su germinación y prevenir el ataque de diferentes patógenos.

Propagación asexual

La propagación asexual del cacay se realiza principalmente mediante el método de injerto por púa terminal. El patrón utilizado debe ser de la misma especie y tener una altura de 60 cm y un diámetro de 1 cm en los primeros 10 cm de la base del tallo. El injerto debe tener un diámetro igual al del patrón en la base de la vareta. Este método ha mostrado ser efectivo para la propagación del cacay (González y Torres, 2010). Según Kahai (s.f.) la cicatrización del injerto dura 90 días desde la injertación. Una vez salen los brotes del injerto se dejan exclusivamente los de la parte superior y los demás se eliminan, solo en el caso en el que los superiores sean débiles o no broten se deben dejar los inferiores. Una vez han pasado 4 meses de la injertación y el injerto haya alcanzado aproximadamente los 40 cm, la planta está apta para recibir el sol, endurecer su tallo y para el proceso de aclimatación, este último proceso tiene una duración de 50 días y una vez completado, la planta está lista para ser trasplantada al terreno definitivo.

En contraste, la propagación por estacas no ha tenido resultados satisfactorios. Aunque las estacas tratadas con hormonas de crecimiento como el ácido indolbutírico (AIB) pueden formar callos, no desarrollan raíces ni producen hojas viables, las cuales tienden a morir (Erazo-Rivadeneira, 2001).

Según Orduz y Rangel (2002) esta especie es muy promisoriosa para planes de restauración ecológica y reforestación, no solo por su valor ecológico sino también por el valor económico que posee. Sin dejar de lado, el carácter dioico de la especie, donde se requieren individuos hembras y machos para su óptima reproducción. Adicionalmente, es importante resaltar la exitosa acogida que ha tenido esta especie incluyéndola en arreglos silvopastoriles y agroforestales con cacao y caucho (Cormacarena, en proceso de publicación).

3. Metodología de elaboración del protocolo

La metodología detallada de elaboración del PMS del *Caryodendron orinocense* (cacay) se presenta en la **Figura 8**.

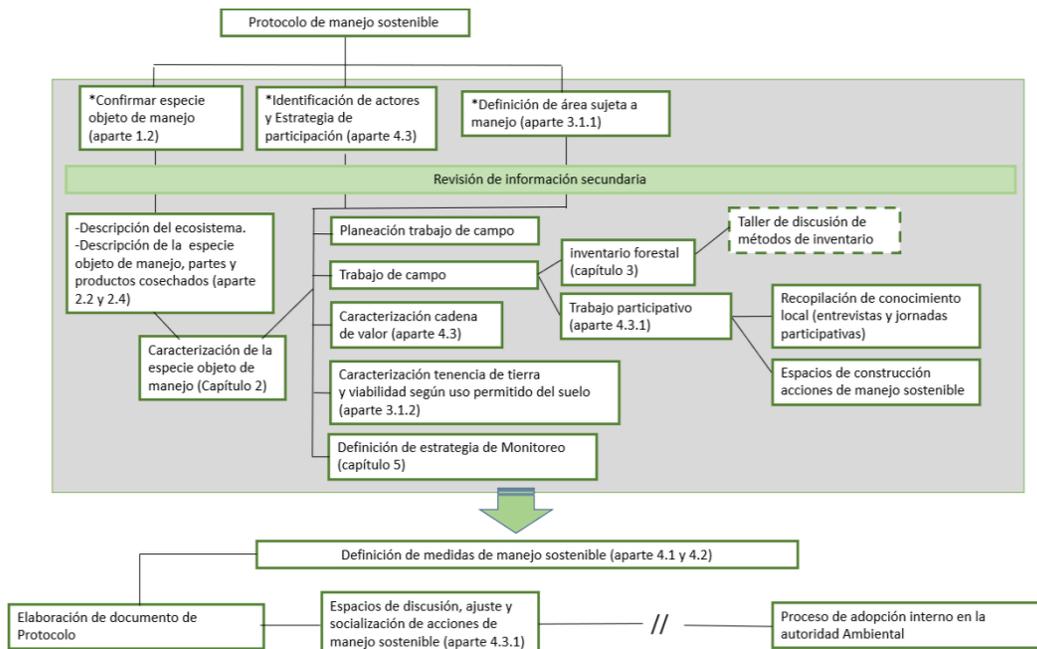


Figura 8. Metodología para la elaboración del PMS de *Caryodendron orinocense* (cacay). Fuente: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

En términos generales, la metodología de elaboración del PMS se desarrolló en cuatro fases: i) Fase de preparación, ii) Trabajo de campo, iii) Análisis de la información y iv) socialización del PMS, estas serán descritas a continuación:

i. Fase de preparación

Esta fase tuvo como objetivo recopilar la mayor cantidad de información primaria y secundaria del cacay disponible en el área de estudio. Inicialmente, se realizó la revisión de literatura e investigaciones sobre la especie en bases de datos especializadas como ScienceDirect, Scielo, Elsevier, Scopus, y en repositorios Institucionales del Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, Agrosavia, GIZ, entre otras, con el fin de obtener información general sobre su distribución, biología, ecología, etc. Seguido de esto, con el fin de dar un contexto sobre el proyecto e iniciar la preparación de un espacio de socialización presencial se realizó un taller virtual el día 20 de septiembre de 2023 que contó con la participación de profesionales de la Subdirección de Normatización y Calidad Ambiental y enlace Fundación para la Conservación y Desarrollo Sostenible y CDA. En este taller se acordó la socialización de actores identificados que trabajan con cacay en la jurisdicción de esta Corporación, con el fin de convocarlos a un taller presencial en el municipio de San José del Guaviare e iniciar con las actividades del Convenio. Esta fase de preparación también incluyó la provisión de información por parte de la CDA relacionada para esta especie con los inventarios del Plan de Ordenación Forestal del departamento del Guaviare con el fin de identificar posibles áreas para realización de inventarios.

Tema	Articulación IAvH y CDA para Protocolos de <u>cacay</u> y moriche				
Fecha	20 sept/ 23	Hora	2:00 pm	Lugar	Virtual
Área o Programa responsable	Centro de Colecciones y Gestión de Especies de Interés				

No.	Nombre	Entidad o Dependencia	Cargo	Correo Electrónico	Teléfono	Tipo de asistencia		Firma
						Presencial	Virtual	
1	Samanta Castro Sanabria	CCGEI	Investigadora	scastro@humboldt.org.co	3104784527		x	SCS
2	YEFERSON DAVID GUTIERREZ SANTAMARIA	CDA-GUAVIARE	PROFESIONAL APOYO	yefesondavids9627@gmail.com	3208731329		x	David G.
3	Julio Alvarado	CDA-SNCA	SNCA	jalvaradosquera@gmail.com	3192133217		x	Julio A.
4	POLO A SUÁREZ GÓMEZ	CDA - SNCA	PROFESIONAL DE APOYO	polosugo@gmail.com	3214467635		x	POLOSUGO
5	Gabriel Polo García	FCDS - CDA	Profesional Forestal	ingabrielpolo@yahoo.es	3183830031		x	GPG
6	fernando Caviedes	amazonia.ja.cda	img forestal	fecap2604@gmail.com	3123848182		x	FCP
7	Maria Claudia Torres Romero	Humboldt	Investigadora	ctorres@humboldt.org.co	3115422281		X	MCTR

Figura 9. Lista de asistencia a taller virtual para socialización del proyecto "Cadenas de valor de PFM" realizado el 20 de septiembre de 2023.

ii. Trabajo de campo

Esta fase incluyó una salida de reconocimiento realizada en febrero de 2024 al área de estudio con el acompañamiento del Ingeniero Forestal David Gutiérrez, contratista del proyecto encargado de realizar contacto con los actores locales y la realización de los inventarios de esta especie.

Es importante resaltar, que esta salida de reconocimiento también incluyó espacios de socialización con cosechadores de cacay de diferentes localidades y la realización de entrevistas semiestructuradas y observación participante para documentar acciones relacionadas con la comercialización del fruto, épocas de cosecha, frecuencia de recolección, procesos de transformación, medidas de manejo implementadas, entre otros aspectos.

3.1. Identificación de actores de la cadena productiva del PFSM

La identificación de actores de la cadena productiva de las semillas de Cacay en la jurisdicción de CDA recoge información primaria sobre la especie, considerando el conocimiento y experiencia de los cosechadores, transformadores, intermediarios, entre otros. Para identificar sus perspectivas y expectativas del manejo sostenible y de la actividad económica derivada de su cosecha y comercialización en la región.

En términos generales, los actores identificados corresponden a concedores locales, productores y comercializadores de cacay asociados como Cooperativa Sachacalamar, Cooperativa Multiactiva Familias del Chiribiquete en el Guaviare (COOMAGUA) e independientes, empresas compradoras y transformadoras del cacay como Agroindustrias del Bosque SAS, Kahai, Tacay – Industrias Natural Oils SAS, entre otros investigadores de distintas instituciones como GIZ, Fundación para la Conservación y Desarrollo Sostenible (FCDS) y profesionales de la CDA.

La identificación de los actores anteriormente mencionados inició con la consolidación de una base de datos que incluía información general de cada actor (**Tabla 1**).

Nombre y apellidos	Institución/Asociación	Teléfono de contacto	Correo electrónico	Departamento	Municipio	Experiencia directa con cacay - Breve ¿qué está haciendo? ¿Dónde?	Experiencia indirecta con cacay - Breve ¿qué está haciendo? ¿Dónde?
--------------------	------------------------	----------------------	--------------------	--------------	-----------	---	---

Tabla 1. Información general y experiencias relacionadas *Caryodendron orinocense* (cacay).

De manera complementaria, la base de datos también fue nutrida con actores identificados en las salidas de campo y en el espacio de socialización realizado en San José del Guaviare. La agenda y participantes de estos talleres se detallan en la sección 3.3 del presente documento. La base de datos consolidada para el cacay en la jurisdicción de la CDA se encuentra en el **Apéndice A**.

El **Apéndice A** se presenta dos pestañas, la primera denominada “Actores activos” donde se relacionan los actores que asistieron a los diferentes talleres realizados y/o jornadas de campo para realización de inventarios, y la segunda denominada “Otros actores” quienes se identificaron teniendo en cuenta investigaciones recurrentes con cacay, transformadores y comercializadores de productos elaborados con cacay.

3.2. Identificación preliminar de áreas y ecosistemas objeto de manejo sostenible de la especie en la jurisdicción de la respectiva autoridad ambiental

Métodos

Las fases desarrolladas para la identificación de áreas de manejo sostenible de Cacay (*C. orinocense*) en la jurisdicción de la CDA fueron:

a. Revisión de información secundaria:

Esta fase incluyó la revisión de bibliografía relacionada con estudios (**Tabla 2**), investigaciones e inventarios en el Norte y Oriente Amazónico, con el fin de identificar la ocurrencia de la especie en los diferentes municipios de la jurisdicción y sus requerimientos biológicos y ecológicos.

Nombre	Fuente	Municipios o localidades reportadas
Especies promisorias de la amazonia. Conservación, manejo y utilización del germoplasma	Erazo-Rivadeneira, 2001	Vertiente oriental de la cordillera oriental. Piedemonte caquetense, putumayense, llanero en la selva amazónica
Plantas útiles y su incorporación a los sistemas productivos del departamento del Guaviare (Amazonia colombiana)	Cárdenas y Ramírez, 2004	Amazonia norte
Obtención de aceite de la nuez de <i>Caryodendron orinocense</i> originaria del departamento del Caquetá en la planta piloto de la Universidad de la Salle	Cisneros-Torres y Díaz-Hernández, 2006	Sur de Villavicencio y Amazonía (Vegas de ríos Guaviare y Vaupés)
Fichas técnicas de especies de uso forestal y agroforestal de la amazonia colombiana	Montero-González, et al., 2016	Estribaciones de la cordillera oriental, amazonia norte y piedemonte de los llanos orientales
Árboles nativos para predios ganaderos. Especies focales del proyecto Ganadería Colombiana Sostenible	Calle-Díaz y Murgueitio-Restrepo, 2020	Piedemonte de la cordillera oriental desde Putumayo hasta Arauca (en la Amazonia)
Inventarios del Plan de Ordenación Forestal del departamento del Guaviare en el Bloque 1, Bloques Norte A, Norte B, Occidente A y Occidente B.	CDA, 2022	San José del Guaviare y Calamar

Tabla 2. Información bibliográfica clave para identificación de áreas en Jurisdicción CDA.

b. Taller de socialización, priorización de áreas para inventarios y salidas de reconocimiento

Una vez revisada la información secundaria sobre las áreas con presencia de cacay en la jurisdicción de la CDA, esta fue contrastada en el taller presencial realizado el 19 de octubre de 2024 en el municipio de San José del Guaviare que contó con la participación de las diferentes Cooperativas y cosechadores independientes que trabajan con esta especie. En este orden de ideas, la priorización de áreas para inventarios tuvo como **principal insumo** la información recolectada en el ejercicio de cartografía participativa realizada en el taller anteriormente mencionado; también se tuvieron en cuenta inventarios realizados por parte de otras instituciones en esta misma región. Producto de este taller se identificaron las localidades descritas en la **Tabla 3**:

No.	Municipio	Detalle localidades
1	Calamar	Sector La Esmeralda
2		Sector La Cristalna Baja
3	Retorno	Sector San Isidro
4	San José del Guaviare	Sector Chuapal
5		Sector Tortuga
6		Sector Manaviri
7		Sector Capricho – El Dorado
8		Núcleo Cachicamo – Occidental de San José y Buenos aires 3 y San Antonio alto

Tabla 3. Localidades de salida de reconocimiento para la identificación de áreas de manejo sostenible de *Caryodendron orinocense* en jurisdicción de la CDA

Así mismo, durante la salida de reconocimiento, espacios de socialización y realización de inventarios se realizaron entrevistas semiestructuradas para indagar y documentar la presencia de cacay en esta jurisdicción (*Tabla 4*).

Salida	Fecha	Municipios visitados
1	Febrero – marzo de 2024	San José del Guaviare y Calamar
2	Abril - mayo de 2024	San José del Guaviare y Calamar

Tabla 4. Salida de reconocimiento para la identificación de áreas de manejo sostenible de *Caryodendron orinocense* en jurisdicción de la CDA.

Cabe resaltar que producto de las salidas de reconocimiento y el taller realizado, no se identificaron actores clave que trabajaran con esta especie en los departamentos de Guainía y Vaupés, razón por la cual se priorizó el departamento de Guaviare para la realización de inventarios de esta especie.

Áreas de manejo sostenible de *Caryodendron orinocense*

Las áreas de manejo de esta especie se identificaron en el departamento del Guaviare en los municipios de San José y Calamar (**Figura 10**) en el área de influencia de asociaciones comunitarias como Cooperativa Multiactiva Coomagua y Cooperativa Sachacalamar y de otros cosechadores independientes ubicados en un Resguardo Indígena en el municipio de Calamar y/o dentro de Zona de Reserva forestal de la amazonía de Ley 2 de 1959 que limita con el Parque Nacional Serranía del Chiribiquete. Las coberturas donde se encuentra esta especie corresponden a bosques primarios conservados, bosques de galería, bosques altos de tierra firme o vegetación secundaria o en transición.

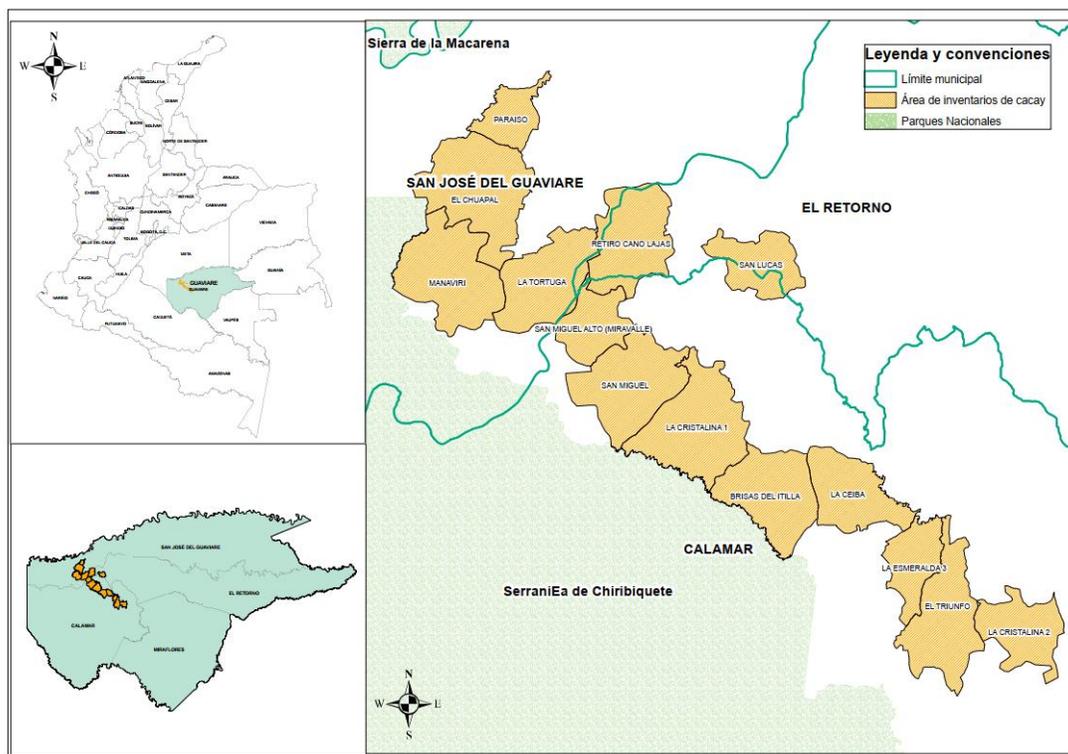


Figura 10. Área de estudio donde se realizaron para la elaboración de los protocolos para el aprovechamiento de productos forestales no maderables de la especie *Caryodendron orinocense* en el departamento del Guaviare, municipios de San José del Guaviare, El Retorno y Calamar. Fuente: Gutiérrez-Santamaria, 2024.

3.3. Estrategia de participación

Teniendo en cuenta que el PMS debe considerar el conocimiento empírico o tradicional de los actores locales sobre el cacay (*C. orinocense*), su uso, requerimientos ecológicos y biológicos, así como, su participación activa en la identificación de áreas para el manejo sostenible, trabajo de campo (inventarios, jornadas de observación participantes, seguimientos fenológicos, experimentos de cosecha, etc), en el mes octubre de 2024 se realizó un taller de socialización del proyecto para validar la presencia de poblaciones representativas de cacay y generar contactos con actores locales relacionados con la especie para realizar inventarios.

Taller de socialización de proyecto “Cadenas de valor de Productos Forestales No Maderables (PFNM)”

Este taller fue desarrollado el día 19 de octubre de 2023 en el auditorio del Hotel El Aeropuerto en San José del Guaviare y tuvo como objetivo socializar con los actores Institucionales relacionados con el manejo de cacay en la jurisdicción de la CDA el proyecto "Cadenas de valor de Productos Forestales No Maderables", con especial énfasis en la elaboración del **Protocolo de Manejo Sostenible (PMS)**. Esta socialización buscó involucrar a los diferentes actores y dar inicio a las actividades establecidas en el Convenio. A continuación, se presentan los temas tratados en el taller:

Contexto Decreto 690 de 2021 sobre el Manejo Sostenible de la Flora Silvestre y los Productores Forestales No Maderables

La investigadora del Instituto Humboldt María Claudia Torres presentó la agenda del taller, dio un contexto sobre el Convenio en curso entre el Instituto y la Fundación Swisscontact, donde precisó los objetivos y las seis especies con las que se trabajarán los Protocolos de Manejo Sostenible. Así mismo, socializó la experiencia del Instituto adelantando estos protocolos de manejo y estudios técnicos con otras especies a nivel nacional y dio un contexto general sobre el Decreto 690 de 2021 a todos los asistentes, haciendo énfasis en la utilidad del protocolo de manejo para facilitar trámites de legalidad a productores y cosechadores y en su contenido.

Contexto de la CDA en el Manejo Sostenible de Flora Silvestre y los Productos Forestales no Maderables

El ingeniero forestal David Gutiérrez profesional de la CDA socializó con los asistentes las solicitudes de aprovechamientos forestales relacionadas con Productos Forestales No Maderables (PFNM) presentadas hasta la fecha ante la Seccional Guaviare de la Corporación. Dentro de las cuales se destacan las solicitudes realizadas por ASOPROCEGUA para las especies asaí, seje y moriche, COOMAGUA para las especies asaí y seje. Adicionalmente, se destaca un proyecto en curso por parte de la Corporación para la elaboración de los protocolos de manejo para seje, asaí y bejuco mamure. Cabe destacar que **para la fecha del taller la CDA no cuenta con solicitud de permisos o autorizaciones** para el manejo sostenible de cacay.

Por otro lado, la CDA actualizó la reglamentación relacionada con el aprovechamiento de PFNM en su jurisdicción bajo la Resolución 455 de 2023.

Socialización de proyectos relacionados con cacay por parte de la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible – FCDS

Raúl Gómez de la FCDS (**Figura 11**) socializó con los asistentes el trabajo que viene realizando la Fundación en el marco de la formulación de la propuesta de manejo sostenible de la especie cacay con usuarios potenciales donde se desarrolla forestería comunitaria. Adicionalmente, presentó a grandes rasgos la metodología para definir los lugares donde potencialmente es posible hallar esta especie a partir de

modelos de nicho, información que será de utilidad para definir áreas para realizar inventarios y la caracterización de las poblaciones.



Figura 11. Raúl Gómez de FCDS socializando los proyectos relacionados con *Caryodendron orinocense* en áreas de forestería comunitaria

Socialización de proyectos relacionados con cacay por parte de GIZ Probosques

Luis Carlos Cuervo representante de GIZ Probosques (**Figura 12**) socializó con los asistentes el apoyo y los avances en materia de transformación, poscosecha y mercados que está recibiendo el cacay por parte de GIZ Probosques. Socializó una cartilla enfocada a la evaluación de calidad de la nuez de esta especie y otros eventos como la “ruta del cacay” realizado recientemente que busca conectar a todos los actores involucrados con esta especie principalmente en los departamentos del Meta y Putumayo.



Figura 12. Luis Carlos Cuervo socializando el apoyo y avances con la especie cacay por parte de GIZ Probosques a nivel nacional.

Discusión del plan de trabajo – Identificación de posibles sitios para inventarios y caracterización de poblaciones naturales

La siguiente fase del taller consistió en identificar por medio de cartografía participativa las áreas potenciales para realización de inventarios, caracterización de las poblaciones naturales y registros de producción de frutos. Además de documentar diferentes aspectos biológicos y ecológicos del cacay y de otros actores clave que también se encuentran trabajando con esta especie en la región (**Figura 13**).

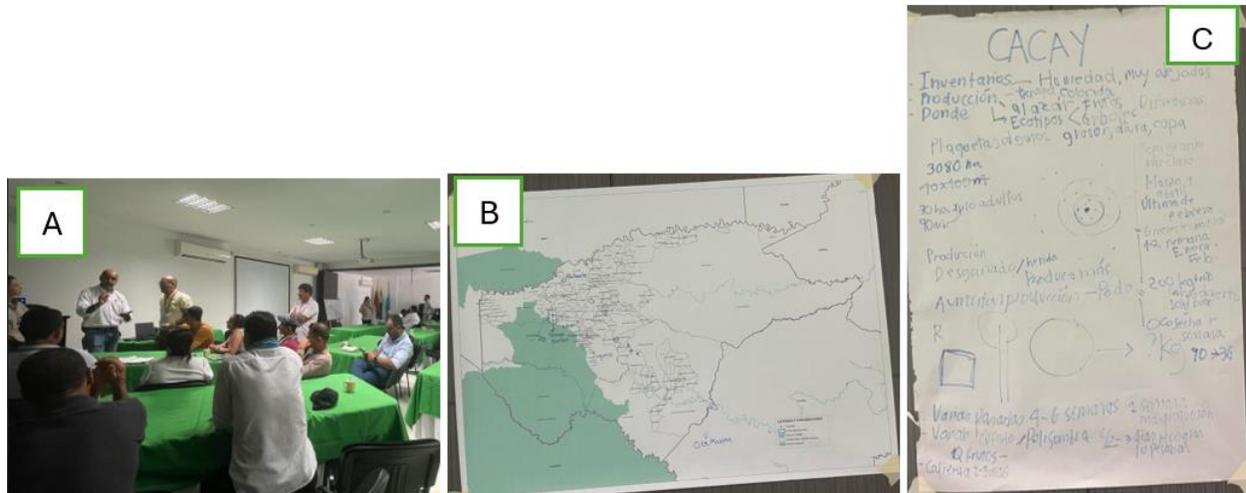


Figura 13. Grupo de trabajo de cacay en taller de socialización de proyecto (A), identificación de sitios y metodología de inventarios y cálculos de producción para *Caryodendron orinocense* (B, C).

Taller de socialización de proyecto “Cadenas de valor de Productos Forestales No Maderables (PFNM)” a profesionales de la CDA

Los días 10 de abril y 10 de septiembre de 2024 se llevaron a cabo dos talleres de socialización de los avances de la caracterización poblacional y registro de producción de cacay en la jurisdicción de la CDA en el marco de la elaboración de su protocolo de manejo sostenible con profesionales de la Dirección Guaviare y Normatización y calidad ambiental y de la Corporación. Estas socializaciones también incluyeron información general sobre el Decreto 690 de 2021 y un contexto general sobre la ruta de adopción del Protocolo por parte de la CDA.

Taller de socialización del protocolo de manejo sostenible de cacay (*Caryodendron orinocense*) y retroalimentación por parte de actores relacionados

El día 26 de septiembre del 2024 se realizó la socialización del Protocolo de manejo sostenible - PMS de cacay en la jurisdicción de la CDA a los diferentes actores relacionados con la cosecha, transformación, comercialización e investigación de la especie. En el marco de este taller se realizó una retroalimentación y comentarios por parte de los actores relacionados con el cacay en la jurisdicción de esta Corporación, con miras a generar un PMS participativo y acorde a las prácticas realizadas actualmente por la comunidad local, además que incluya el conocimiento de estos relacionado con la efectividad de prácticas de manejo, viabilidad en su implementación, así como las acciones de seguimiento y monitoreo.

3.4. Métodos para la elaboración de inventarios y análisis de información

En estado silvestre es posible encontrar el cacay silvestre (no sembrado) en dos tipos de áreas descritas a continuación (Tabla 5):

	Áreas con árboles de cacay dispersos	Áreas con árboles de cacay agrupados en bosque natural
Descripción	Son áreas en las que se presentan árboles de cacay en una baja densidad (pocos individuos), aunque por lo general cercanos entre sí. Aplica para áreas específicas como solares de casas, en cultivos de pancoger o pastos.	Áreas donde el cacay crece relativamente agrupado, es posible observar varios árboles en un continuo de bosque natural.

<p>Imagen de referencia</p>		
<p>Método de inventario o censo</p>	<p>Realización de censo</p> <p>Conteo y medición de todos los árboles de cacay en la unidad de manejo</p>	<p>Realización de parcelas</p> <p>Muestreo estadístico con parcelas a partir de las cuales se extrapola al área total con cacay en la unidad de manejo (por ejemplo, finca)</p>

Tabla 5. Áreas donde puede hallarse el cacay en estado silvestre.

Nota: Es importante resaltar que, si el interesado en solicitar el manejo sostenible de frutos y/o semillas de cacay posee datos de **censo en árboles** ubicados en bosques naturales, también podría presentar su solicitud con esta información.

Trabajo de Campo

En vista de la distribución agregada del cacay, el diseño de muestreo seleccionado fue **un muestreo adaptativo** enfocado en las áreas identificadas por conocedores locales con presencia de rodales de la especie. Según López-Camacho, et al. (en proceso de publicación) este muestreo implica aprovechar las pautas espaciales de la especie y de esta manera obtener información más precisa sobre la abundancia de la especie.

Unidades de muestreo

En los sitios identificados se establecieron **parcelas circulares** con centro aleatorio de radio 28,21 m para un área muestreada de 2500 m² (Metodología adaptada de Benítez, et al., 2023), separadas mínimo 50 metros entre sí. En estas parcelas se midieron variables morfológicas de las categorías de tamaño **definidas inicialmente como juveniles 2 y adultos**, además se registró el género de cada individuo (hembra y macho). En vista de la alta densidad de las clases de tamaño inferiores (plántulas (1,2 y 3) y juveniles I) bajo la proyección de la copa de todos los individuos hembras hallados dentro de la parcela, se ubicaron aleatoriamente 4 marcos de 1 m x 1 m (área=1 m²) y se registró la abundancia para cada una de estas clases (**Figura 14**).

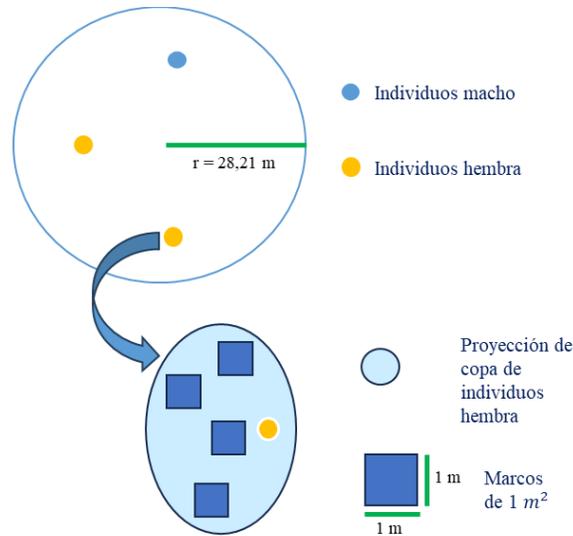


Figura 14. Representación gráfica de las unidades de muestreo realizadas para los inventarios de cacay en el marco de su PMS en la jurisdicción de la CDA.

Establecimiento de parcelas de muestreo

El proceso de establecimiento de las parcelas consiste en definir las áreas con presencia de rodales de cacay donde se establecerán las parcelas. Una vez identificadas se debe ubicar el centro del área, este debe ser seleccionado al azar por una persona y debe estar lejano al borde.

Montaje de parcelas circulares (Ideam, 2021)

Una vez seleccionado el centro del rodal de cacay donde se establecerá la parcela, este corresponderá al centro de la parcela en donde se situará la brújula. A partir de este punto, se localiza la dirección norte (0°), seguida, en sentido de las manecillas del reloj, del punto este (90°), después el punto sur (180°) y finalmente, punto oeste (270°). Para los árboles y juveniles II adultos que se encuentran en el borde, debe validarse la distancia horizontal de 28,21 m (**Figura 15**). El punto central de la parcela se dejó georreferenciado y marcado con pintura amarilla sobre un individuo definido como punto central. Los individuos dentro de la parcela quedaron marcados con pintura o placas de aluminio con el número de la parcela y el identificador del individuo.

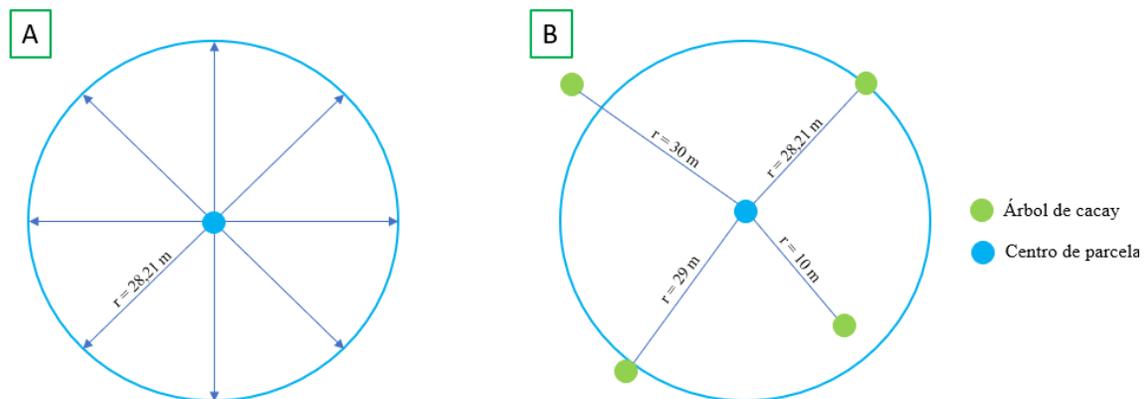


Figura 15. Vista desde arriba de la parcela para inventarios de cacay (A). Individuos en el límite de la parcela (B).

Individuos por medir y registrar en cada parcela

Los individuos por medir y registrar en cada parcela para la realización de este protocolo incluyeron todas las categorías de tamaño de la especie plántulas, juveniles y adultos (**Tabla 6**). Sin embargo, las características del inventario definidas para los interesados en presentar la solicitud una vez adoptado este PMS se encuentran detalladas en el **Anexo 1**.

Categorías de tamaño (plántulas, juveniles, subadultos y adultos)

Para la realización de los inventarios se definieron unas categorías de tamaño iniciales para cacay que se presentan en la **Tabla 6**. Sin embargo, es importante resaltar **que estas categorías de tamaño fueron ajustadas** una vez se revisaron y analizaron los datos de los inventarios completos en la jurisdicción de la CDA, las categorías de tamaño finales se presentan en la **Tabla 11**.

Categoría de tamaño	Diámetro a la altura del pecho (cm)	Altura total (m)	Aparición de estructuras	Imagen de referencia
Plántulas 1	-	-	Solo presenta cotiledones	
Plántulas 2	-	-	Presenta cotiledones y hojas verdaderas	
Plántulas 3	-	Menor o igual a 0,5	Presenta solo hojas verdaderas	
Juvenil 1	-	Mayor a 0,5 y menor o igual a 1,5	-	
Juvenil 2	DAP menor a 10	Mayor a 1,5	-	

Adultos	DAP mayor o igual a 10	Estructuras reproductivas	
---------	------------------------	---------------------------	---

Tabla 6. Categorías de tamaño iniciales definidas para *Caryodendron orinocense* en la jurisdicción de la CDA.

Variables registradas por individuo

Protocolo de manejo sostenible de cacay (<i>Caryodendron orinocense</i>) en el departamento del Guaviare										
Formato de registro de individuos juveniles II y Adultos. Se deben medir todos los individuos de estas clases de tamaño hallados en la parcela										
Fecha:	Vereda y municipio:									
Nombre del predio:	Área del predio:			Área del predio en bosque						
No. Parcela	CAP (cm): Circunferencia del tallo a 1,30 m									
Nombre del Investigador:	ESTADO FENOLÓGICO: Infértil (inf), flor (fl), fruto inmaduro (fi), fruto maduro (fm)									
Coinvestigador 1:	SEXO: Macho, hembra o indeterminado									
Coinvestigador 2:	CLASE DE TAMAÑO: Juvenil II: Altura \geq 1,5 m y DAP < 10 cm									
Coinvestigador 3:	Adulto: DAP \geq 10 cm									
Ind	CAP (cm)	Altura total (m)	Altura fustal (m)	Díam copa 1. N-S (m)	Díam copa 2. O-O (m)	Estado fenológico	Sexo	Clase de tamaño	Individuo adulto asociado	Observaciones
			Solo se toma para adultos	Solo se toma para adultos	Solo se toma para adultos				Solo aplica para Juveniles II	
1	158	23,0	12,0	12	8	Inf	Hembra	Adulto	NA	
2	94	28,0	20,0	6	2	Inf	Macho	Adulto	NA	
3	NA	2,0	NA	NA	NA	NA	NA	Juvenil II	2	

Figura 16. Variables registradas por individuo para adultos y juveniles 2 de *Caryodendron orinocense*.

Las variables estructurales por individuo para adulto y juveniles 2 (Figura 16) se detallan a continuación:

- **ID del individuo:** Hace referencia al identificador del árbol (1,2,3,...)
- **CAP (cm):** Corresponde al valor en centímetros de la circunferencia del tallo medida a 1,3 m del suelo.
- **Altura total (m):** Corresponde a la altura desde el nivel del suelo hasta donde termina la última hoja del árbol.
- **Altura fustal (m):** Corresponde a la altura desde el nivel del suelo hasta donde inicia la primera rama del árbol. Esta variable solo aplica para adultos (Ver **Tabla 6** sobre categorías de tamaño iniciales para cacay)
- **Diámetro de las copas (m):** Se debe tomar el diámetro de las copas en las coordenadas norte-sur y oriente-occidente, proyectando la copa en el decámetro o cinta métrica. Esta variable solo aplica para adultos (Ver **Tabla 6** sobre categorías de tamaño iniciales para cacay).
- **Estado fenológico:** En esta sección se debe indicar si en el momento de la medición esta infértil (no tiene flores ni frutos), flor (si presenta evidencia de flores) o fruto (si presenta evidencia de frutos) (**Tabla 7**).

Infértil	Flores femeninas	Flores masculinas	Frutos
----------	------------------	-------------------	--------



Tabla 7. Visión de los estados fenológicos del árbol de cacay.

- **Sexo:** Macho, Hembra o indeterminado, en el caso en el que no se evidenciara presencia de estructuras reproductivas. También la diferenciación entre individuos machos y hembras se realizará con base en el conocimiento local, considerando el historial de cosecha y la presencia o ausencia de regeneración bajo la copa de los individuos adultos.
- **Clase de tamaño:** Corresponde a Juvenil 2 y Adulto de acuerdo con las categorías de tamaño descritas en la **Tabla 6** sobre categorías de tamaño iniciales de cacay.
- **Individuo adulto asociado:** Esta columna solo aplica para la categoría Juveniles 2 (Ver **Tabla 6** sobre categorías de tamaño iniciales de cacay) y de acuerdo con la cercanía al individuo parental indicar el adulto de donde se presume que proviene este individuo.

Protocolo de manejo sostenible de cacay (<i>Caryodendron orinocense</i>) en el departamento del Guaviare						
Formato de registro de Plántulas y Juveniles I. Solo se mide abundancia en 4 marcos de 1 m ²						
Fecha:	Vereda y municipio:					
Nombre del predio:				Área del predio:	Área del predio en bosque	
No. Parcela						CLASE DE TAMAÑO: Plántula I: Solo presenta cotiledones Plántula II: Presenta cotiledones y hojas verdaderas Plántula III: No presenta cotiledones y tiene altura < 50 cm Juvenil I: Altura entre 50 cm y 1,5 m
Nombre del Investigador:	David Gutiérrez					
Coinvestigador 1:	Samanta Castro					
Coinvestigador 2:						
Coinvestigador 3:						
Individuo adulto asociado	Cuadro 1 (1x1 m)	Cuadro 2 (1x1 m)	Cuadro 3 (1x1 m)	Cuadro 4 (1x1 m)	Clase de tamaño	Observaciones
1	8	18	94	14	Plántula I	
1	4	2	0	0	Plántula II	
1	0	0	0	3	Juvenil I	

Figura 17. Variables registradas para 4 marcos de 1 m² incluyendo las categorías de plántulas y juveniles I de *Caryodendron orinocense*.

Para este caso se registra exclusivamente la abundancia de las clases de tamaño de plántulas y juveniles I para cada uno de los 4 marcos de 1 m², tal como se detalla a continuación (**Figura 17**):

- **Individuo adulto asociado:** De acuerdo con la cercanía al individuo parental indicar el adulto de donde se presume que proviene este individuo.

- **Cuadro 1 (1 x 1 m), Cuadro 2 (1 x 1 m), Cuadro 3 (1 x 1 m), Cuadro 4 (1 x 1 m):** Número total de plántulas I, Plántulas II, Plántulas III y Juveniles I hallados en cada uno de los marcos. Es posible que todas las categorías de tamaño no se hallen en los marcos, por esta razón el formato se deja abierto para las clases de tamaño (Ver **Tabla 6** sobre categorías de tamaño iniciales de cacay).

Es importante tener en cuenta que los métodos de inventario **fueron ajustados con el objetivo de facilitar su realización para la presentación de solicitudes por parte de los interesados**. Los métodos de inventario definidos para la especie se encuentran detallados en el **Anexo 1**.

Inventarios estadísticos

Entre febrero y mayo de 2024 se realizaron los inventarios de cacay en la jurisdicción de la CDA, en los municipios de Calamar y San José del Guaviare, Guaviare. Se realizaron un total de 49 parcelas (**Figura 18 y Figura 19**), el detalle de la ubicación de las parcelas se presenta en la hoja denominada “Parcelas” en el **Apéndice B**. En la **Tabla 8** se presentan las parcelas totalizadas y los tipos de predios donde fueron realizadas que corresponden al Resguardo Indígena La Yuquera, predios privados o terrenos baldíos. Las veredas descritas son nombradas de acuerdo con la información de las comunidades locales.

Municipio	Localidad reportada por las comunidades	Número total de Parcelas
San José del Guaviare	Vereda Chuapal	9
	Vereda Tortuga	1
Calamar	Resguardo Indígena La Yuquera	1
	Vereda Cristalina Baja	11
	Vereda La Ceiba	20
	Vereda Patio Bonito	7
TOTAL		49

Tabla 8. Parcelas de *Caryodendron orinocense* realizadas en el departamento de Guaviare.

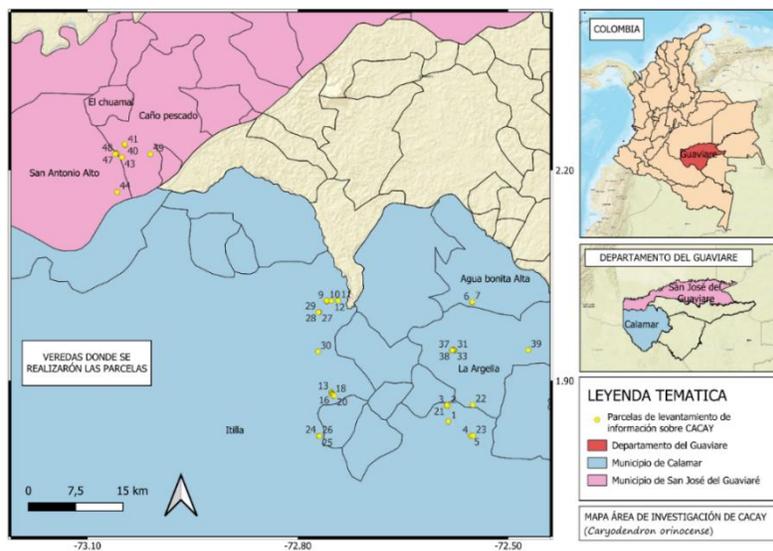


Figura 18. Veredas donde se realizaron las parcelas de levantamiento de información de *Caryodendron orinocense*. Fuente: Gutiérrez-Santamaria, 2024



Figura 19. Realización de inventarios de *Caryodendron orinocense* en el departamento del Guaviare. Fotos: Gutiérrez-Santamaria, 2024

Error de muestreo

Siguiendo lo indicado en el Decreto 690 de 2021 y el Anexo 1 de la Resolución 219 de 2025 el inventario estadístico del PMS debe tener un nivel de confianza del 95% y un error estadístico menor o igual (\leq) al 20% para cualquier variable morfológica o en su defecto cumplir con la intensidad de muestreo señalada en la **Tabla 9**.

Área de estudio	% de área a inventariar con respecto al área de la unidad de manejo	
	Especies con distribución no agregada (< 100 individuos cosechables/ha)	Especies con distribución agregada (≥ 100 individuos cosechables/ha)
Hasta 20	50%	10%
Mayor a 20 y menor o igual a 50	30%	5%
Mayor a 50 y menor o igual a 100	20%	2%
Mayor a 100 y menor o igual a 500	5%	0,5%
Mayor a 500 y menor o igual a 1000	2%	0,2%
Mayor a 1000	1%	0,15%

Tabla 9. Porcentaje de área a inventariar con respecto al área de la unidad de manejo como alternativa cuando no se cumple con el error de muestreo.

Para el caso de cacay, con el número de parcelas realizadas (*i.e.* 49 parcelas) **se cumplió con el error de muestreo establecido** en el Anexo 1 de la Resolución 219 de 2025 por medio de la cual se reglamenta el Decreto 690 de 2021 para las variables No. De individuos (15,2%) y para las variables estructurales de DAP (13,8%), altura total (13,8%), altura fustal (13,2%) y diámetro de copas promedio (13%). El cálculo detallado se encuentra en la hoja denominada “ERROR_MUESTREO” del **Apéndice B**.

Análisis de la información

- a. **Cálculo del error de muestreo:** El cálculo del error de muestreo se realizó siguiendo el proceso documentado por López-Camacho, et al. (en proceso de publicación).
- b. **Abundancias:** Se realizó una revisión y recopilación de estudios de abundancia de la especie en la jurisdicción de la CDA y en otras localidades. Todos los datos fueron estandarizados a densidad (Individuos/hectárea) y debido a que no se tenía acceso a los inventarios para los estudios revisados, se realizó una comparación netamente descriptiva. Los datos fueron comparados con inventarios realizados en el marco del Plan de Ordenación Forestal del Guaviare (2022) adelantado por la CDA y con información dada por cosechadores en los diferentes espacios de socialización del proyecto. Adicionalmente, también se incluyeron datos de densidades en otras localidades como el sur de la Amazonia colombiana y la Amazonia ecuatoriana.
- c. **Categorías de tamaño:** Las categorías de tamaño fueron definidas a partir de la revisión de literatura de la especie y teniendo en cuenta otros inventarios para especies arbóreas como la dada por IDEAM (2018) e IDEAM (2021) para el Inventario Forestal Nacional. Una vez se realizó la primera salida para realización de inventarios, estas categorías de tamaño fueron ajustadas de acuerdo con observaciones en campo (p.e. inclusión de morfología de hojas para la categoría de plántulas). Finalmente, una vez se realizaron los inventarios de cacay en la jurisdicción de la CDA, las categorías de tamaño de plántulas, juveniles y adultos fueron adaptadas y modificadas teniendo en cuenta las alturas de los individuos inventariados, para aceptar esta nueva clasificación se evaluó que las nuevas clases de tamaño clasificadas a partir de la altura total (m) y DAP (cm) tales como juveniles 2, subadultos y adultos presentaran diferencias significativas entre sí a partir de la prueba estadística de comparación de medianas Kruskal-Wallis y la prueba post-hoc de Dunn (p-value adj<0.05). Estas diferencias también fueron contrastadas con análisis boxplot.

- d. **Proporción de hembras y machos:** La proporción de machos y hembras en la población fue obtenida a partir de los datos tomados en este estudio y comparada de manera descriptiva con la reportada en otros estudios principalmente realizados en cultivos.
- e. **Estructura poblacional:** Para el análisis de la estructura poblacional se determinó si había diferencias significativas en el número de individuos en cada clase de tamaño entre parcelas con el fin de tratar todos los individuos de las áreas muestreadas como una población homogénea. Por medio de la prueba estadística de Shapiro-Wilk se determinó la normalidad de los datos de abundancia en todas las categorías de tamaño, obteniendo que los datos no siguen una distribución normal ($p\text{-value} < 0.05$). Teniendo en cuenta esto, por medio de la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis se determinó que no hay diferencias estadísticamente significativas en el número de individuos en cada clase de tamaño entre parcelas ($p\text{-value} > 0.05$) por tanto, las áreas muestreadas fueron tratadas como una población homogénea. Un análisis adicional en esta sección consistió en ajustar las abundancias de las categorías de tamaño más pequeñas (plántulas 1, plántulas 2 y juveniles 1) a la proyección promedio de copas de hembras por hectárea con el fin de no sobreestimar sus abundancias.
- f. **Producción de la parte a cosechar:** La producción de la parte a cosechar se calculó teniendo en cuenta los datos de producción de frutos tomados en el presente estudio a partir del seguimiento a la producción de 8 individuos desde el mes de marzo hasta principios de abril durante la época de cosecha de 2024. Con el seguimiento a estos individuos se determinó la relación entre variables estructurales como Diámetro a la Altura del Pecho - DAP (cm), Altura total (m), área de copa (m^2) y volumen de copa (m^3) con la producción total por individuo en términos de peso total cosechado (kg) durante todo el periodo de seguimiento. A partir de las regresiones lineales realizadas se determinó que la variable estructural que mejor predice la producción por árbol es el DAP (cm). Un ejercicio práctico para el cálculo de la producción de la parte a cosechar se presenta en el **Anexo 1**.
- g. **Definición de rangos de tamaño y producción:** Teniendo en cuenta que la variable estructural que mejor predice la producción del árbol de cacay es el DAP (cm) se generó un modelo que permite inferir el peso total cosechado (kg) a partir de esta variable estructural. Adicionalmente, se tuvo en cuenta información dada por productores locales. Con esta información se definieron los rangos de producción. Para esta especie se determinaron **cinco rangos** de DAP (cm) con su respectiva producción. Considerando que los datos de producción no siguen una distribución normal (según la prueba de Kolmogorov-Smirnov, con $p < 0.05$), los rangos se definieron de la siguiente manera: la mediana del conjunto de datos representó el valor promedio de producción, el valor mínimo correspondió al percentil 5% y el valor máximo al percentil 95% (ver **sección 4.4.**).

Por otro lado, se documentaron producciones de frutos (kg) por árbol en bosques naturales, plantaciones y dispersos en agroecosistemas a partir de revisión bibliográfica e información dada por cosechadores en los diferentes espacios de socialización del presente proyecto. Debido a la incidencia y afectación a la producción de frutos de cacay por causa de factores climáticos, este análisis de producción también fue enriquecido y comparado con datos climáticos obtenidos de IDEAM (2020 y 2024).

- h. **Encuestas semiestructuradas sobre el manejo sostenible de cacay:** Se realizaron 5 encuestas semiestructuradas a actores relacionados con el manejo sostenible del cacay, estas encuestas incluían información sobre el grado de conocimiento de la especie, producción de frutos, semillas y cosecha, usos, comercio y prácticas de manejo. La información recopilada en las encuestas fue incluida en las diferentes secciones del presente documento.

4. Caracterización de las poblaciones de la especie objeto de manejo sostenible

4.1. Distribución de la especie y áreas de manejo en la jurisdicción

De acuerdo con información dada por diferentes expertos que conocen y han trabajado con la especie, revisión de literatura, cosechadores locales y observaciones en campo, esta especie se encuentra distribuida en la jurisdicción de la CDA en el departamento de Guaviare en los municipios de Calamar (RI La Yuquera, Vereda Cristalina Baja, Vereda La Ceiba, Vereda Patio Bonito), San José del Guaviare en las veredas Chuapal y Vereda Tortuga), El Retorno (Veredas San Lucas y Retiro Caño Lajas) y Miraflores en las veredas La Ye, Mateguadua baja, Buenos Aires y Mateguadua alta. En algunos predios de las veredas de Miraflores se han realizado censos de árboles de cacay registrando 546 individuos (com. pers. personal de campo Proyecto Probosques). Es importante aclarar que las veredas del municipio de El Retorno fueron tomadas de acuerdo con información dada por cosechadores y otros actores relacionados con la especie en talleres de socialización a través de un ejercicio de cartografía participativa. Para los municipios de San José del Guaviare, Calamar y Miraflores se tiene validación en campo de la presencia de cacay en las localidades descritas anteriormente.

Es importante resaltar, que de acuerdo con información obtenida en los talleres realizados se reportan **cultivos** de esta especie en el municipio de San José del Guaviare, en el municipio de Calamar en márgenes del río Unilla (aproximadamente 2000 árboles injertados y otros provenientes de semilla de 5 años de edad) y en el departamento de Vaupés de acuerdo con información dada por un investigador del Instituto Sinchi.

4.2. Abundancia de la especie en el área de estudio

Teniendo en cuenta el muestreo realizado en un área total de $122500 \text{ m}^2 \approx 12,25 \text{ ha}$ en los municipios de San José del Guaviare y Calamar, Guaviare, la densidad promedio de individuos de cacay en la jurisdicción de la CDA es de **19 adultos/hectárea**, de estos, 15 son árboles hembras, 2 machos y 2 adultos sin sexo determinado.

Comparación de abundancias con otros estudios en la jurisdicción de la CDA

En la **Tabla 10** se presentan las densidades de individuos totales, adultos, adultos hembras (productivos) y adultos machos de cacay estimados para diferentes estudios en la jurisdicción de la CDA y otras localidades de la región amazónica.

Estudio	Localidad	Método de inventario o censo	Densidad (Individuos totales/ha)	Densidad promedio (Adultos totales/ha)	Densidad promedio (Adultos productivos – hembras/ha)	Densidad promedio (Adultos machos/ha)
Instituto Humboldt, 2024	Norte de la amazonia colombiana - San José del Guaviare y Calamar, Guaviare	49 parcelas circulares de 2500 m ² (radio = 28,21 m)	-	19 ^a	15	2
Cosechador de cacay, 2024	Vereda Chuapal, San José del Guaviare	Censo de 96 árboles productivos en bosque natural	-	-	3	-
POF, 2022	Norte de amazonia colombiana - San José del Guaviare, Guaviare	Conglomerados de 5 subparcelas de 707 m ² cada una	16 ^b	5 ^c	-	-
Otros valores de referencia en otras localidades						
APINAP ^d , 2023	Sur de la amazonia colombiana – Mocoa, Putumayo	Censo de 100 árboles dispersos en agroecosistemas de cacay en 39 predios (29,27 ha)	-	-	3	-
Benítez et al., 2023	Amazonia Ecuatoriana	4 parcelas de 10000 m ² y una de 2500 m ² (4,3 ha)	-	8 ^e	-	-

Tabla 10. Comparación de abundancias de cacay en otros estudios de la jurisdicción de la CDA y otras localidades.

^a Este valor incluye dos individuos con sexo indeterminado.

^b Este dato corresponde solo a los individuos de cacay clasificados como brinzales (DAP < 2,5 cm y altura \geq 0,3 m), latizales (10 cm > DAP \geq 2,5 cm), fustales (30 cm > DAP \geq 10 cm) y fustales grandes (DAP \geq 30 cm) de acuerdo con la definición de clases de tamaño a partir del Diámetro a la altura del pecho – DAP para el Inventario Forestal Nacional. Fuente: IDEAM, 2018.

^c Este dato corresponde a los individuos de cacay clasificados como fustales (30 cm > DAP \geq 10 cm) y fustales grandes (DAP \geq 30 cm) de acuerdo con la definición de clases de tamaño a partir del Diámetro a la altura del pecho – DAP para el Inventario Forestal Nacional. Fuente: IDEAM, 2018.

^d Asociación de Productores de Ingredientes Naturales Amazónicos del Putumayo – APINAP.

^e Corresponde a los individuos reproductivos con altura mayor a 16 metros de altura.

Análisis de las abundancias de árboles de cacay en la jurisdicción de la CDA

Al evaluar la densidad de individuos adultos de cacay de acuerdo con diferentes estudios (**Tabla 10**) se obtuvo que esta puede oscilar entre **5 y 19 adultos/ha** en la jurisdicción de la CDA. Esta variación puede estar relacionada al carácter direccionado de los inventarios específicamente hacia la especie cacay, pues el muestreo adaptativo permitió realizar inventarios en áreas donde la especie se hallaba agregada o nucleada. Por el contrario, el inventario realizado por POF (2022) tiene como objetivo la caracterización florística de los bosques dentro de la jurisdicción de la CDA siendo un inventario general no enfocado en áreas con una especie de interés.

Por otro lado, se tuvo en cuenta información de la densidad de cacay en otras localidades y tipos de coberturas. Hallando entre 3 y 8 individuos en árboles dispersos en agroecosistemas y en bosques naturales de la amazonia ecuatoriana respectivamente, en las dos áreas se reporta la presencia de otras especies, siendo áreas más heterogéneas y diversas (Benítez, et al., 2023 y APINAP, 2023) que las muestreadas en este estudio.

4.3. Estructura poblacional en el área de estudio

Selección de variables morfológicas para las categorías de tamaño de cacay

Para la evaluación de la estructura poblacional de cacay se establecieron categorías de tamaño en función de características morfológicas y fenológicas de la especie. Este enfoque se basa en la adquisición y pérdida de estructuras identificables a lo largo del desarrollo de la planta (Uranov, 1975 citado por Gatsuk, 1980).

En términos generales, las categorías de tamaño se clasifican en plántulas, juveniles y adultos, sin embargo, estas se adaptaron específicamente al cacay y se encuentran detalladas en la **Tabla 11** permitiendo una evaluación más precisa de la población en términos de su estado de desarrollo y capacidad reproductiva. Las categorías de tamaño fueron definidas a partir de criterios biológicos y morfológicos, los cuales de acuerdo con Gatsuk (1980) permiten caracterizar las etapas de crecimiento de los individuos. Entre los criterios seleccionados se encuentran la presencia o ausencia de cotiledones y estructuras reproductivas y como variables morfológicas la altura total y el DAP.

La clasificación de las categorías de tamaño fue realizada a partir de observaciones en campo, revisión y análisis de mediciones realizadas en campo y criterios estadísticos. Las categorías de tamaño clasificadas a partir de las variables de DAP (cm) y Altura total (m) correspondientes a Juveniles 2, Subadultos y Adultos (**Tabla 11**) fueron comparadas entre sí por medio de la prueba estadística de Kruskal-Wallis y prueba post-hoc de Dunn, obteniendo que hay diferencias estadísticamente significativas entre Juveniles 2 y Subadultos con los adultos (p adj-value < 0.05). Este análisis también fue contrastado con boxplot (**Figura 20**), donde es posible observar gráficamente que existen diferencias entre estas tres clases de tamaño tanto para el DAP (cm) como para las alturas totales (m). Así mismo, la categoría de tamaño que presentó mayor variabilidad de estas dos variables morfológicas fueron los adultos con DAP (m) entre 10 y 60 cm y alturas totales (m) hasta 28 m.

Categoría de tamaño	DAP (cm)	Altura total (m)	Aparición de Estructuras	Imagen de referencia
Plántula 1	-	Menor a 0,5	Presenta solo cotiledones o cotiledones y hojas verdaderas	
Plántula 2	-		Presenta solo hojas verdaderas	
Juvenil 1	-	Mayor o igual que 0,5 y menor que 1,5	-	
Juvenil 2	-	Mayor o igual que 1,5 menor que 5	-	
Subadulto	Menor que 10	Mayor o igual que 5	Ausencia de estructuras reproductivas	
				

Adulto	Mayor o igual que 10	-	Presencia de estructuras reproductivas	
--------	----------------------	---	--	---

Tabla 11. Categorías de tamaño o edad finales definidas a partir del análisis de datos y observaciones en campo para *Caryodendron orinocense*.

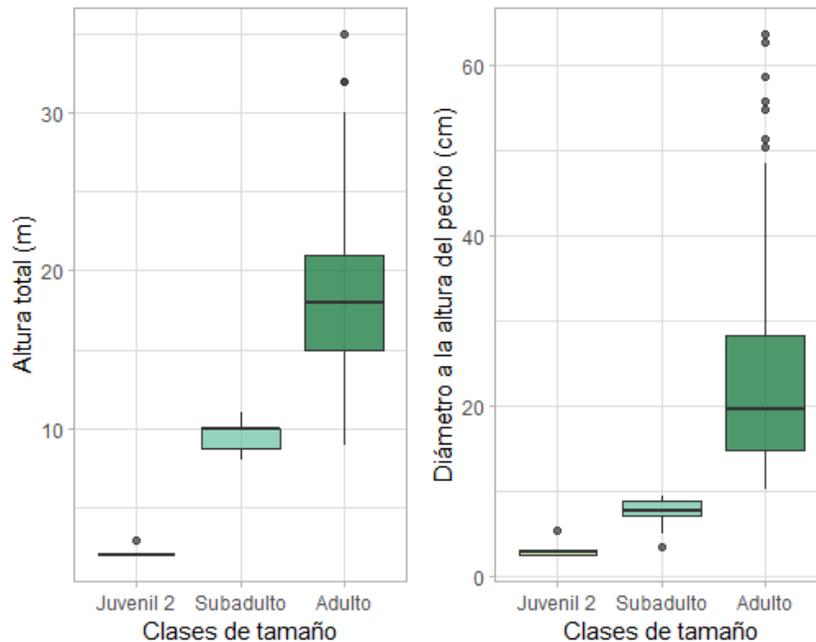


Figura 20. Boxplot de altura total (m) y DAP (cm) para las categorías de tamaño Juvenil 2, Subadulto y Adulto.

Estructura poblacional de cacay (*C. orinocense*)

Una vez se realiza el análisis de la estructura poblacional de cacay (ver sección 3.4), se tienen un total de 305 individuos/ha incluyendo las categorías de tamaño plántulas 2, juveniles 1 y 2, subadultos y adultos.

La estructura poblacional del cacay se puede observar en la **Tabla 12** y se evidencia que el mayor aporte a la población es la categoría de plántula 1 con un 98% correspondiente a 14928 plántulas 1/hectárea. Esto demuestra la **buena capacidad de regeneración** del cacay (Kahai, s.f.) (**Figura 21**) en su hábitat natural, lo cual obedece a la alta tasa de germinación de sus semillas. Una vez el fruto cae y entra en contacto con el suelo, gana humedad y esto favorece la germinación rápida de las semillas (Kahai, s.f.), de hecho, según Martínez (1979) citado por Arles SAS (2023) germinan entre 1 y 2 semanas después de caer del árbol.

Sumado a esto, se tiene que los frutos de cacay poseen generalmente tres semillas, todas con buena capacidad de germinar y que de tan solo un (1) kg de frutos (compuesto por aproximadamente 25 frutos) caídos es posible obtener 75 plántulas (Kahai, s.f.). De hecho, según Cormacarena (en proceso de publicación) se han reportado 1209,45 plántulas de regeneración en un área de copa de 43,98 m² correspondiente a un árbol de cacay de 20 m de altura y 80 cm de DAP en bosques naturales de Caquetá.

Según los datos calculados en el presente estudio se obtuvo un promedio de 10,6 plántulas/m², valor menor al reportado para un árbol de cacay en su hábitat natural en Caquetá por Cormacarena (en proceso de publicación) con un promedio de 29,7 plántulas de 20 cm de altura/m² y mayor al reportado por Benítez, et al. (2023) correspondiente a 7 plántulas/m² en la amazonía ecuatoriana.



Figura 21. Regeneración de cacay en bosques naturales en Calamar, Guaviare.

Aun cuando esta especie posee una alta regeneración, también presenta una alta tasa de mortalidad de plántulas y juveniles debido a competencia interespecífica e intraespecífica, competencia por recursos como luz, ataques de insectos, entre otras razones (Cormacarena, en proceso de publicación); aspecto observado en campo, en donde es común evidenciar dos o tres individuos de Plántula 1 germinadas (correspondientes al número de semillas de cada fruto) de un mismo fruto, y tan solo un individuo de Plántula 2 o Juvenil 1 por fruto.

En la **Figura 22** se puede observar la distribución de la estructura poblacional de cacay, con gran cantidad de individuos en los estadios menores particularmente en las categorías de plántula 2 y juvenil 1, el cual disminuye drásticamente en las siguientes categorías. De acuerdo con Peters (1994), este tipo de estructura es catalogada como tipo II, con presencia de “picos” (Plántula 2 y Juvenil 1 y Adultos) y “valles” (Juvenil 2 y Subadulto), esto representa que la especie posee **períodos irregulares de reclutamiento de plántulas y de Juveniles 1** para el paso a las siguientes categorías de tamaño, esto puede ser explicado por las **limitaciones de luz** dadas en el bosque natural y que por su condición de esciófita parcial requiere de luz para estimular su crecimiento y pasar de etapas intermedias a maduras. Pese a esto, la cantidad de adultos es alta (0,13%) respecto a los Juveniles 2 y Subadultos (0,01%) y aun siendo una especie dioica, en donde la regeneración se limita solo a los árboles hembra, la proporción de estas es alta también (8 hembras por cada macho), lo cual permite sugerir que la población tiene un comportamiento saludable, pues hay una buena proporción de adultos productivos con muy alta probabilidad de sobrevivencia, aportando frutos y semillas para mantener el crecimiento poblacional sostenible.

Por último, no se debe asumir que la estructura hallada en este estudio será la misma siempre debido a que la regeneración al igual que la producción de frutos es muy variable. En algunos casos es posible que se presente una menor cantidad de Plántulas 1 con respecto a Plántulas 2 o Juvenil 1, producto de la condición vecera de la especie o de acuerdo con información dada por los cosechadores, en un año de “buena cosecha” (alta producción de frutos por hembra o alto número de hembras produciendo), los cajucos tienden a buscar este fruto como fuente de alimento, limitando así la disponibilidad de semillas que germinen; pero en un

año de “mala cosecha” (poca producción de frutos por hembra o poco número de hembras produciendo) prefieren ir en busca de otros frutos y una mayor cantidad de semillas quedan disponibles para germinar. Teniendo en cuenta lo anterior, la ausencia de plántulas no sería un indicativo de sobre cosecha de los frutos.

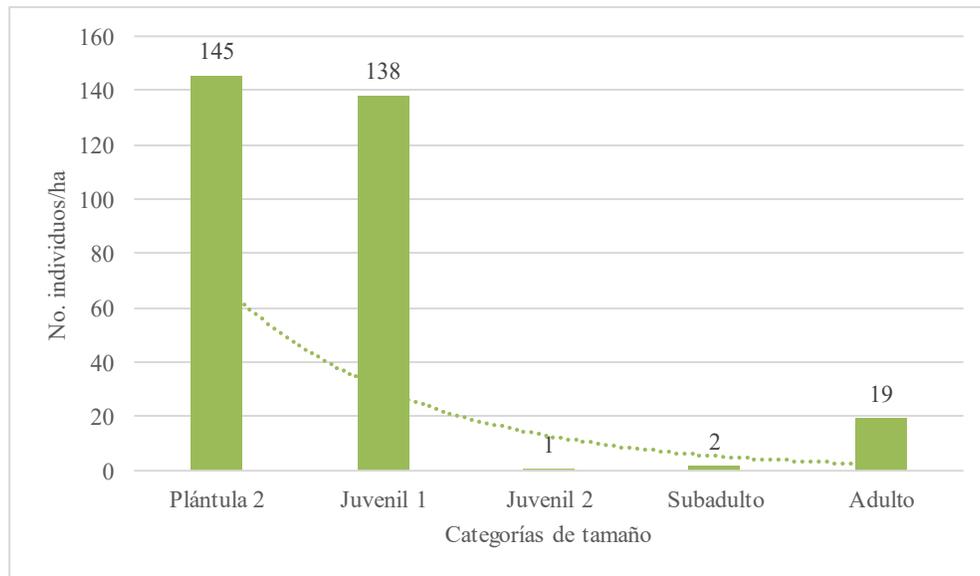


Figura 22. Estructura poblacional de *Caryodendron orinocense*. Los datos se ajustaron al número de individuos por hectárea a partir del muestreo realizado en 12,25 ha en la jurisdicción de la CDA. No se incluye en la gráfica la categoría de plántulas 1 por la alta mortalidad en esta categoría de tamaño.

Categorías de tamaño	Porcentaje (%) de aporte a la población
Plántula 1	98
Plántula 2	0,95
Juvenil 1	0,91
Juvenil 2	0,0
Subadulto	0,01
Adulto	0,13
Total	100

Tabla 12. Porcentaje de aporte de las categorías de tamaño al crecimiento poblacional de cacay.

Comparación de estructura poblacional con otros estudios

La estructura poblacional hallada se comparó con la generada a partir de los inventarios realizados para el POF para el departamento del Guaviare en el año 2022. La **Figura 23** presenta la densidad de individuos para las categorías comparables entre los dos estudios correspondientes a Juvenil 1 y 2, Subadultos y Adultos. No fue posible comparar con plántulas por la ausencia de datos de alturas totales de brinzales que permitiera adaptar las categorías a las definidas en el presente estudio. En general se puede observar que la densidad de individuos es menor en la mayoría de las categorías de tamaño en el inventario realizado por CDA (2022). Adicionalmente, el cambio más drástico del paso de una categoría a otra fue de Juvenil 1 a Juvenil 2 en el presente estudio y de Juvenil 2 a Subadulto en el realizado por CDA (2022). Evidenciando la limitación de esta especie a reclutar individuos que pasen a las etapas intermedias.

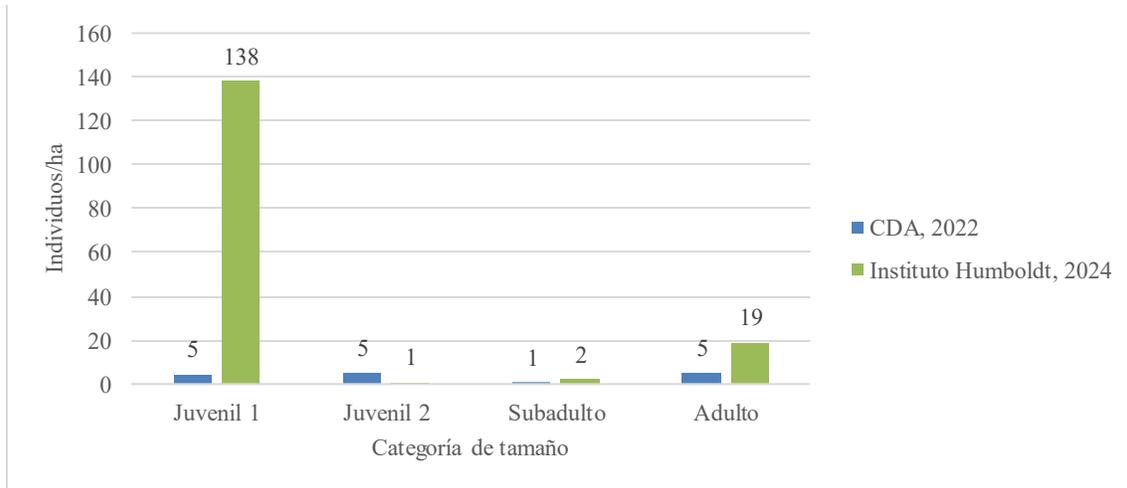


Figura 23. Comparación de la estructura poblacional realizada en el presente estudio (Instituto Humboldt. 2024) y CDA (2022).

Adicionalmente, la estructura poblacional obtenida en el presente estudio se comparó con la hallada por Benítez, et al. (2023), quienes obtuvieron una distribución en “J” invertida o exponencial negativa, con la mayor cantidad de individuos agrupados en la categoría de plántulas, seguida de juveniles y adultos. Para las categorías de tamaño plántulas y juveniles esta tendencia también se vio reflejada en este estudio, sin embargo, para la categoría de adultos si se evidencia una diferencia, pues en el presente estudio se presenta un pico de esta categoría.

Proporción de hembras y machos en la población

En el muestreo realizado para el presente estudio se hallaron un total de 235 árboles adultos de cacay y la identificación reproductiva fue posible para el 90% de estos (186 hembras y 26 machos) (**Figura 24**).

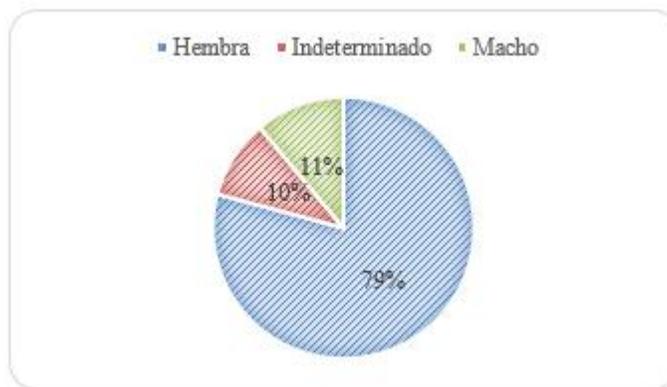


Figura 24. Proporción de sexos en la población de *Caryodendron orinocense* a partir del muestreo realizado.

De acuerdo con estos datos, en promedio se hallaron **17 individuos adultos con identificación reproductiva/hectárea**, de los cuales 15 son árboles hembras y 2 son machos. En términos de proporción, por cada macho hay aproximadamente 8 hembras. Según Arles SAS e IAvH (2021) el área de influencia de un árbol macho para llevar a cabo la polinización de los árboles hembras es de 600 m².

Comparación de proporción hembras y machos en la población con otros estudios

En la **Tabla 13** se presenta la proporción de hembras y machos reportados en este estudio y otros estudios. Pese a que se presentan datos para bosques naturales y cultivos, es evidente que la polinización de la especie

es viable con menor cantidad de machos que hembras y que en los dos tipos de localidades (bosques naturales y cultivos) la proporción de los dos sexos es similar, con una mayor predominancia de las hembras.

Estudio	Proporción de la población con identificación reproductiva (%)	Proporción de individuos hembras* (%)	Proporción de individuos machos* (%)	Proporción de machos a hembras
Instituto Humboldt, 2024 (En bosque)	90	80	10	1:8
Arles SAS, 2023 (En cultivos)	-	85 - 90	-	-
Arles SAS e IAvH, 2021 (En cultivos)	-	94	6	1:16
Kahai, s.f. (En cultivos)	-	89	11	1:9
Cormacarena, en proceso de publicación	-	90	10	1:9

Tabla 13. Comparación de proporción de hembras y machos en la población con otros estudios.

4.4. Producción de la parte a cosechar

Para los cálculos de producción de frutos de cacay se buscaba registrar la producción de mínimo 20 árboles productivos (que estuviera produciendo o ya hayan producido), instalando en cada uno de ellos cuatro trampas de malla de polisombra de 1 m², ubicadas a 1 y 2 metros sobre el suelo, bajo la proyección de la copa de cada individuo. Estas trampas permitirán capturar y contabilizar la caída de frutos. Para cada uno de los árboles se tomaron mediciones de las variables estructurales como CAP (cm), altura total (m), altura de copa (m) y diámetros de copas en sentido norte – sur y oriente – occidente (m). No obstante, solo fue posible realizar el registro de producción de 8 árboles pues los 12 restantes no presentaron caída de frutos, aspecto relacionado según cosechadores locales con factores climáticos (verano prolongado) y condición vecera de la especie. Los 8 individuos fueron monitoreados hasta que culminó su cosecha (desde inicios de marzo hasta principios de abril) (**Figura 25**).

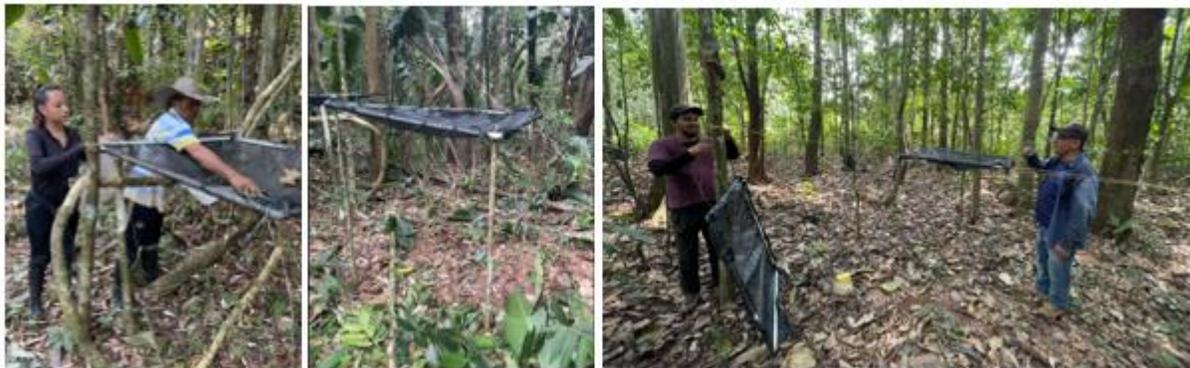


Figura 25. Instalación de trampas de frutos para registro de producción de *Caryodendron orinocense*.

De acuerdo con información dada por cosechadores de cacay el inicio de la producción en condiciones silvestres inicia entre los 8 y 10 años y en condiciones de cultivo se estima entre los 5 (Cormacarena, en proceso de publicación) y 8 años (Kahai, s. f.) con material proveniente de semilla y entre los 3 y 4 años con material vegetal injertado (Kahai, s.f.).

Para esta especie se ha reportado que existe una relación directa entre variables estructurales como el área de la copa (m^2) (Montero-González, et al., 2016), el diámetro a la altura del pecho del tronco (DAP) (APINAP, s.f.) y la producción de frutos, pues estas variables permiten determinar la edad de los individuos. Por ejemplo, según información dada por Montero-González, et al. (2016), Arles SAS (2023), Kahai (s.f.) e información dada por cosechadores de la jurisdicción de la CDA, la producción es directamente proporcional a la edad y tamaño de los árboles, logrando estabilizar su máximo de producción entre los 10 y 12 años (Cormacarena, en proceso de publicación y Montero-González, et al., 2016). En la **Tabla 14** se presentan diferentes datos de producción y edades de los árboles reportados en bibliografía para esta especie.

Datos obtenidos de bibliografía			
Estudio	Localidad de los árboles	Edad	Producción (kg) de frutos/árbol
Información de cosechadores, 2024	Bosque natural	Primeros años	80
		Edad madura	150 – 200
Montero-González, et al. (2016)	Bosque natural	10 años	50 – 90
Arles SAS, 2023	Bosque natural	Árbol adulto	180 – 250
	Plantaciones	Entre 10 y 12 años	120 – 180
	Plantaciones	Primeros años	10
PMF Kahai, s.f.	Plantaciones	Entre 12 y 14 años	250
PMF APINAP, s.f.	Árboles dispersos en agroecosistemas	Edad madura	150 – 200
Cormacarena, s.f.	Árbol plantado en CORPOICA	14 años	109

Tabla 14. Datos de producción asociada a la edad de los árboles de cacay a partir de revisión bibliográfica.

En vista de lo anterior y teniendo en cuenta los datos de producción de frutos tomados para el presente estudio entre el mes de marzo y abril de 2024 se determinó que la variable **que mejor predice la producción de frutos de un árbol de cacay es el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) (cm)** ($r^2=0,46$).

Cálculo de producción de frutos de cacay en la jurisdicción CDA

Teniendo en cuenta que el cacay es una especie **dioica**, es decir, que posee separadamente árboles hembras y árboles macho. En vista de lo anterior, los árboles machos con sus flores aportan al proceso de polinización de las hembras y estas, son las únicas que producen frutos y semillas en la población.

En consecuencia, es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones para realizar los cálculos de producción descritos en esta sección:

1. Se **recomienda** realizar el inventario de esta especie **durante una temporada** que permita diferenciar las hembras (presencia de flores o frutos) (**Tabla 15**) de los machos. Con el fin de calcular la producción total en el área de manejo (por ejemplo, finca) basada en **el número de hembras plenamente identificadas** en los inventarios. La temporada ideal para la realización de los inventarios es entre los meses de enero y marzo (**Tabla 21**), siempre y cuando la temporada de cosecha no esté afectada por factores climáticos como sequía.

Flores femeninas	Frutos en árbol
 <p data-bbox="204 1161 797 1213">Flores femeninas. Tomada de Comité departamental de la cadena de cacay (2024a) (izq) y Cormacarena (en proceso de publicación) (der).</p>	

Tabla 15. Estados fenológicos de las hembras de cacay ideales para realización de inventarios.

2. En los casos en que **no sea posible realizar** el inventario en época de cosecha o en el momento en el que sea posible diferenciar las hembras. El cálculo de producción se debe realizar con el 50% de **hembras identificadas** (que ya hayan producido), lo anterior debido a la condición vecera del cacay, donde por lo general produce año de por medio (Kahai, s.f.).

Relación entre DAP (cm) y producción de cacay: Se utilizó el DAP (cm) para inferir el peso total cosechado (kg). La correlación entre estas dos variables se presenta en la **Tabla 16**:

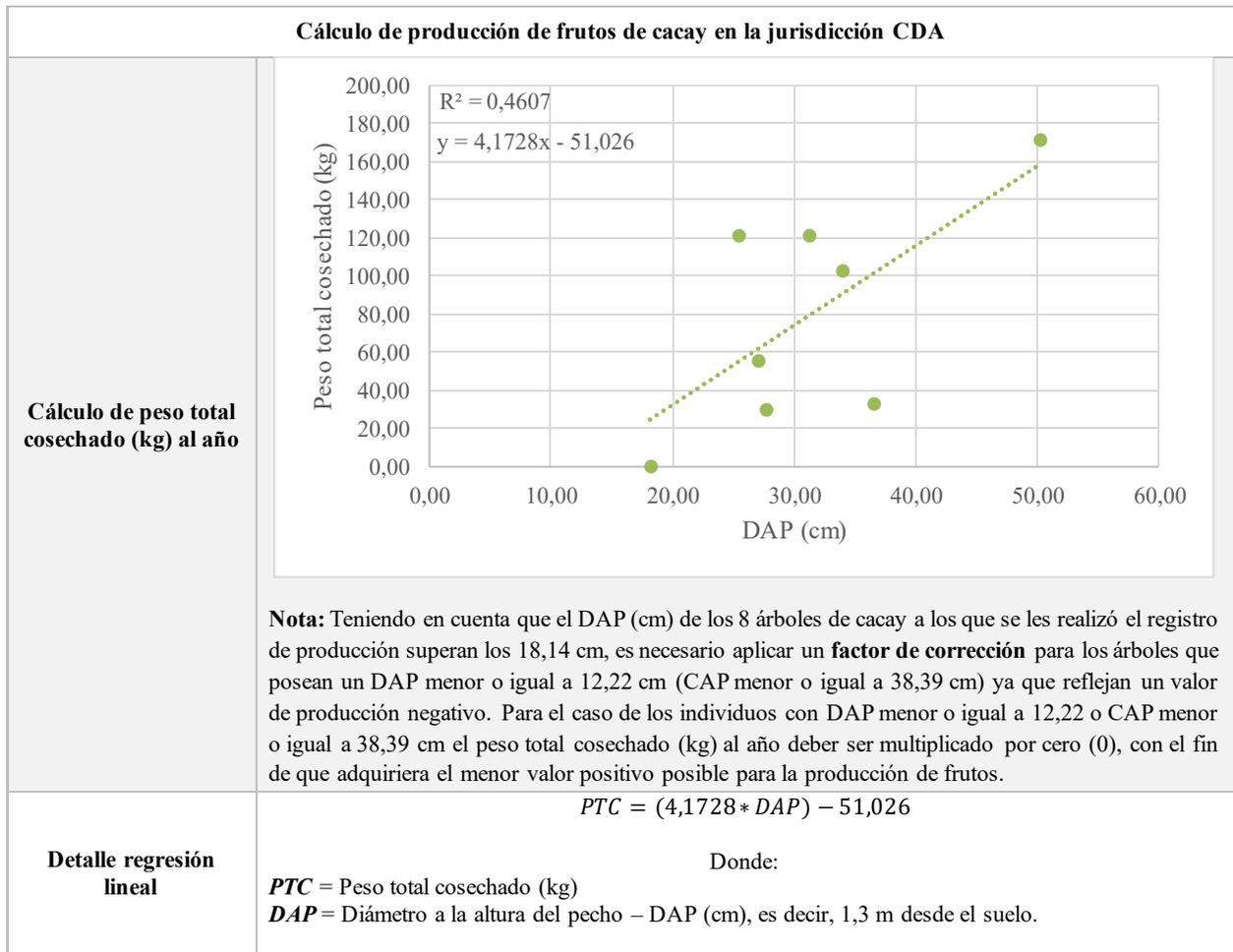


Tabla 16. Regresión lineal establecida para la relación entre el DAP (cm) y el peso total cosechado (kg) de cacay.

Es importante destacar que el **peso total cosechado (kg)** calculado con la fórmula descrita anteriormente incluye criterios como la cosecha exclusiva de frutos maduros que son recogidos del suelo con una frecuencia de cosecha todos los días o día de por medio en los momentos de máxima caída de frutos y entre 2 y 3 días para el inicio y fin de la cosecha que de acuerdo con Arles SAS (2023), observaciones en campo y conocimiento de recolectores locales la cantidad de frutos caídos es menor, de hecho, durante el inicio de la cosecha se reportan abortos masivos y frutos con semillas vanas (**Figura 7**). Además, por motivos de acceso y distancia a las áreas donde se encuentran localizados los árboles de cacay la cosecha se concentra principalmente en el momento de máxima caída de frutos, es decir, en tres de las nueve semanas que aproximadamente dura la época de cosecha (Arles SAS, 2023 e información dada por cosechadores, 2024). Por último, según información dada por cosechadores durante la época de cosecha **se prioriza la recolección** de frutos de los árboles más grandes, ya que son los que más producen y los frutos producidos por árboles pequeños son dejados disponibles para la fauna.

En vista de lo anterior, esta fórmula **ya tiene incorporado** un porcentaje de la producción total de frutos del árbol que **no se cosecha** y, por ende, está disponible para la fauna asociada a la especie y para su regeneración. De acuerdo con observaciones en campo e información dada por recolectores la intensidad de cosecha oscila entre el **60 y 70% del total producido por los árboles**.

Una vez establecida la relación entre el DAP (cm) y el peso total de frutos de cacay cosechados (kg), el proceso para el cálculo de producción de cacay consiste en:

Paso 1: Medición o cálculo del DAP (cm) por individuo (Tabla 17)

Medición*	Definición	Imagen de referencia*	Instrumento de medición	Cálculo sobre el valor obtenido
CAP (cm)	Circunferencia a la Altura del Pecho. Representado en la imagen en tono verde.		Cinta métrica	$DAP = \frac{CAP}{\pi}$
DAP (cm)	Diámetro a la Altura del Pecho. Representado en la imagen en tono rojo.		Cinta diamétrica	No requiere ya que el valor tomado corresponde al Diámetro del tronco del árbol de cacay

*La medición se realiza a 1,3 m desde el suelo.

Tabla 17. Detalle de medición y cálculo de DAP (cm) y CAP (cm)

Ejemplo de cálculo de DAP (cm) a partir de la medición del CAP (cm):

Al medir el CAP (Circunferencia a la Altura del Pecho, es decir, a 1,3 m desde el suelo) de un tronco de cacay con una cinta métrica da un valor de 30 cm. El procedimiento para obtener el DAP (cm) sería:

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

Entonces:

$$DAP (cm) = \frac{30 \text{ cm}}{\pi}$$

$$DAP (cm) = 9,54 \text{ cm}$$

Paso 2: Cálculo del peso total cosechado (kg) al año por cada individuo de cacay (Tabla 18)

Árbol	DAP (cm)	Peso total cosechado al año (kg)	Factor de corrección (Detalle en Tabla 16)	Peso total cosechado al año (kg)
		Se calcula a partir de la siguiente fórmula: $PTC = (4,1728 * DAP) - 51,026$ Donde: PTC: Peso total cosechado (kg) al año DAP: Diámetro a la Altura del Pecho (cm)	Cero (0): Para DAP menores o iguales a 12,22 cm. Uno (1): Para DAP mayores a 12,22 cm.	Este valor corresponde al Peso total cosechado al año (kg) con el factor de corrección aplicado
1	30,55	76,45	1	76,45
2	11,45	-3,24	0	0

Tabla 18. Cálculo de peso total cosechado (kg) al año por árbol de cacay.

Definición de rangos de tamaño a partir del DAP (cm) para el cálculo de producción

A partir del análisis descrito anteriormente y teniendo en cuenta el peso total anual cosechado (kg) (señalado en color verde en la **Tabla 18**) se definieron **cinco rangos de tamaño de árboles de cacay** a partir del DAP (cm) y el peso mínimo, promedio y máximo anual cosechado (kg) debido a la alta variación productiva de esta especie (APINAP, s.f.).

Estos rangos se definieron para facilitar a los cosechadores el cálculo del peso anual cosechado (kg) por árbol, por tanto, si se utilizan los rangos descritos (**Tabla 19**), **no es necesario** aplicar ninguna de las fórmulas detalladas anteriormente.

Por otro lado, si el cosechador o interesado en solicitar el manejo sostenible de los frutos o semillas de esta especie considera que los valores establecidos en la **Tabla 19** no representan la producción de sus árboles de cacay, este podrá realizar su propio registro de producción y presentar la solicitud con base en sus resultados. Esto se considera, ya que la productividad de la especie puede ser mayor en caso de que se apliquen prácticas de manejo como por ejemplo fertilización, por mejor calidad de suelo, o para árboles aislados que no tienen competencia por recursos, entre otros factores.

Categoría diamétrica	Rangos de DAP (cm)	Peso anual cosechado (kg)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
1	Mayor o igual que 10 y menor o igual que (\leq) 20	0,7	10,06	28,63
2	Mayor que 20 y menor o igual que (\leq) 30	33,44	48,57	68,48
3	Mayor que 30 y menor o igual que (\leq) 40	76,45	95,03	107,29
4	Mayor que 40 y menor o igual que (\leq) 50	117,04	136,25	149,39
5	Mayor que 50	160,01	181,4	213,41

Tabla 19. Rangos de tamaño de cacay a partir del DAP (cm) y valor mínimo, promedio y máximo de peso anual cosechado (kg) a partir del modelo de inferencia generado con la regresión lineal.

Nota: Los cálculos de producción establecidos en la **Tabla 18**, así como los rangos establecidos en la **Tabla 19** pueden ser aplicados tanto para árboles de cacay censados (dispersos) o agrupados en áreas de bosques naturales. Para mayor detalle revisar **Tabla 5**.

Otros valores de referencia sobre la producción de cacay

Como otra fuente de información se tienen datos obtenidos de registros de producción realizados en diferentes estudios que permiten obtener una producción promedio (kg) de frutos por árbol como se puede evidenciar en la **Tabla 20**.

Estudio	Localidad de los árboles	Producción mínima de frutos (kg)/árbol	Producción promedio (kg) de frutos/árbol	Producción máxima de frutos (kg)/árbol
Instituto Humboldt, 2024*	Bosque natural	21,1	79,6	138,2
Información de cosechadores, 2024	Bosque natural	-	-	100 - 200
	Bosque natural	16	97	-
, 2024	Bosque natural	1,4	5,4	9,4

Arles SAS, 2023	Árboles silvestres manejados (fertilización, podas, etc)	-	600	-
	Árboles silvestres	8,3	47,1	85,9
APINAP, 2023	Árboles dispersos en agroecosistemas	-	20,4	-
PMF APINAP, s.f.		15,14	23,52	31,9

Tabla 20. Comparación de otros valores de referencia de la producción de cacay.

*El registro de producción de frutos se realizó durante el 2024 donde los cosechadores y diferentes actores relacionados con la especie reportaron un **verano prolongado** que afectó el tiempo y duración de cosecha (inicio en marzo y finalizó a principios de abril), cantidad de fruto cosechado y disminución del número de árboles que produjeron frutos, aspectos aún más fortalecidos por la condición vecera de la especie. La prolongación del verano quiso ser contrastada con datos climáticos dados emitidos por IDEAM, sin embargo, para los municipios donde se hallaban los individuos monitoreados (San José del Guaviare y Calamar) no se cuenta con datos climáticos durante el periodo de registro de producción. Sin embargo, como base se tienen datos de precipitación de la estación pluviométrica El Trueno [31015010] ubicada en El Retorno, Guaviare se tiene que durante el 2024 la precipitación total (mm) fue 25% menos que el promedio histórico de los últimos 30 años (1991 - 2020) para los meses de producción de cacay (IDEAM, 2020 y 2024). Adicionalmente, IDEAM (2024) reportó una reducción histórica en los caudales del río Amazonas estimada entre un 64 y 82%.

5. Caracterización de la cosecha y el manejo actual

5.1. Épocas de cosecha y equivalencia entre lo cosechado y el producto final

Épocas de cosecha

De acuerdo con información dada por cosechadores y Kahai (s.f.) se da **en verano, una sola vez al año** en localidades con regímenes de lluvias mono-modales como el norte y oriente amazónico. En la **Figura 26**, se presentan los regímenes de lluvias de municipios con registros de producción de cacay, en la cual se puede observar que las épocas se cosechan entre los meses de enero y abril, algunas veces extendiéndose hasta el mes de mayo (**Tabla 21**), tal cual como también se evidenció en el calendario fenológico de la especie en la **Figura 6**.

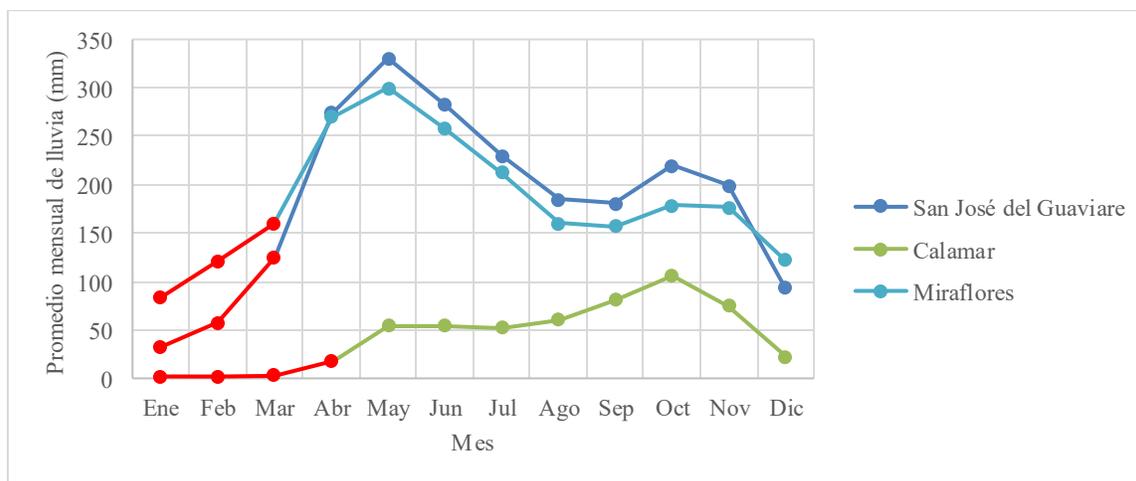


Figura 26. Promedio mensual de lluvia (mm) en los municipios de San José del Guaviare, Calamar y Miraflores, Guaviare. Datos tomados de <https://es.weatherspark.com/>. En tono rojo, época de cosecha de cacay en la jurisdicción de la CDA.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Mes
												Cosecha

Tabla 21. Época de cosecha de cacay en la Jurisdicción de la CDA. En tono verde oscuro los meses de pico de cosecha y en verde claro época de menor cosecha.

Según observaciones en campo e información de cosechadores el **pico de cosecha dura entre 20 y 25 días**, inicia con una caída ligera de frutos durante 15 días y las siguientes tres semanas corresponden a la máxima caída de frutos, para iniciar el descenso de producción entre las tres y cuatro semanas siguientes (Arles SAS, 2023).

Otros aspectos claves de la época de cosecha

Como se ha mencionado, el cacay es una especie **vecera**, es decir, que no produce uniformemente todos los años y puede haber años con producciones altas y otros con producciones muy bajas e incluso nulas (Jiménez y Bernal, 1992). Arles SAS (2023) sugiere que una de las causas de esta condición podría ser genética o según Cormacarena (en proceso de publicación) podría ser fisiológica, sin embargo, las causas no están plenamente establecidas. Por lo anterior, no ha sido posible establecer una regularidad de fructificación en los años de cosecha de esta especie (Van Dijk, 1979 citado por Kahai, s.f.) citado por Arles SAS (2023), por ende, el cacay presenta una alta variabilidad en su producción (APINAP, s.f.).

Por otro lado, de acuerdo con Gonzáles-Coral (2007), Arles SAS (2023) e información dada por los cosechadores y observaciones en campo, la producción de cacay ocurre de forma **escalonada o asincrónica**, como se describió en la **sección 2.3** del presente documento. Por esta razón, es posible ver una uniformidad en el estado fenológico (flor, fruto inmaduro, fruto maduro) de cada árbol, pero diferencias entre árboles en un mismo sitio. Este tipo de producción es favorable ya que **garantiza la disponibilidad de cacay durante un tiempo más prolongado**, en cultivos se tiene el dato que permite que la cosecha se prolongue hasta 45 días más (Arles SAS, 2023).

Factores que determinan la época de cosecha

A continuación, se describen los factores que determinan las épocas de la cosecha de acuerdo con las entrevistas realizadas (**Tabla 22**):

Factor	Descripción
Clima	De acuerdo con información de los cosechadores y otros actores conocedores de la especie, un verano intenso y extenso afecta la formación de los frutos .
Condición vecera de la especie	El cacay es una especie que no produce de manera uniforme todos los años, según Arles SAS (2023) una causa puede ser genética y según Cormacarena (en proceso de publicación) las causas pueden ser fisiológicas. En condiciones silvestres el cacay puede producir año de por medio o cada dos años (Kahai, s.f. e información de cosechadores). Según Cormacarena (en proceso de publicación) esta especie tiene una producción por árbol altamente variable .
Momento de la producción	Según información de los cosechadores la producción es menor al inicio y fin de la temporada de cosecha.
Edad y disponibilidad de luz	Según información de los cosechadores y Montero-González, et al. (2016) las primeras producciones de los árboles de cacay son muy bajas. Por otro lado, según Cormacarena (en proceso de publicación), existen árboles femeninos que solo producen por una cara del árbol, ya que la intensidad lumínica es clave para el desarrollo floral y por ende de los frutos. En bosques naturales los cosechadores hacían mención que los frutos tienden a crecer en la parte externa de las copas (Van Dijk, 1979 citado por Kahai, s.f.), en áreas donde hay mayor entrada de luz.

Tabla 22. Factores que determinan las épocas de cosecha de cacay en la jurisdicción de la CDA.

Equivalencia entre lo cosechado y el producto final

En términos generales las equivalencias entre lo cosechado y el producto final consiste en el siguiente paso a paso (**Tabla 23**):

Fruto verde	Fruto en cuesco	Semillas	Aceite
		   <p>Semilla con cutícula tomada de Comité departamental de la cadena de cacay, 2024a.</p>	

Tabla 23. Estados del fruto de cacay para producción de semillas o aceite.

En la **Tabla 24** se presentan los rendimientos obtenidos en diferentes estudios para el cálculo de equivalencias entre lo cosechado y el producto final.

Unidad	Valor	Observaciones	Estudio
Peso promedio de un fruto (kg)	18,09 gr	-	APINAP, s.f.
	44,97 gr	Corresponde a fruto verde	Cormacarena (en proceso de publicación)
	39 gr	Corresponde a fruto verde-café opaco	Instituto Humboldt, 2024 ^a
Porcentaje del pericarpio o cáscara verde respecto al peso total del fruto	29,5%	-	Cormacarena (en proceso de publicación)
Porcentaje del cuesco respecto al peso total del fruto	44,4%	-	
Número de frutos por kilogramo	Entre 12 y 16 unidades	Frutos recién caídos del árbol	Arles SAS, 2023
	Entre 30 y 40 unidades	Frutos uno o dos días después de caídos del árbol	
	25,6 unidades	Frutos 2 o 3 días después de caídos del árbol	Instituto Humboldt, 2024 ^a
	Entre 25 y 26 unidades	-	APINAP, s.f.
	25 unidades	-	Kahai, s.f.
Porcentaje de nuez en el fruto	27%	-	Instituto Humboldt, 2024 ^a
	14%	-	Arles SAS, 2023

	25,9%	-	Cormacarena (en proceso de publicación)
Porcentaje de aceite en la nuez	45 – 50%	-	Arles SAS, 2023
Porcentaje de aceite obtenido del fruto	4 – 5 %	Corresponde al porcentaje de aceite virgen de cacay que se puede obtener respecto al 100% del peso total de frutos cosechados.	

³Los datos fueron obtenidos a partir del registro de producción de una muestra de 80 frutos.

Tabla 24. Comparación de equivalencias de producto cosechado y productos finales de cacay a partir de diferentes estudios.

En marco del acuerdo de calidad para la nuez de cacay también se establecieron porcentajes de humedad óptimos en las diferentes fases o formas en las que se puede encontrar el fruto, desde verde, hasta cuezco seco (**Figura 27**).



Figura 27. Relación en porcentaje de peso entre el fruto verde de cacay a nuez con cutícula. Imagen tomada del Comité departamental de la cadena de cacay 2024b.

5.2. Descripción del proceso de cosecha y transformación

Debido a la producción **escalonada** del cacay la cosecha debe realizarse varias veces durante la época de cosecha, es decir, realizar varias “pasadas” sobre el mismo árbol para ir cosechando los frutos conforme estos van alcanzando su madurez. El punto óptimo tanto de madurez como de tiempo de cosecha es **cuando el fruto se desprende del árbol** (Arles SAS, 2023) y cae al suelo, por tanto, la cosecha de los frutos es realizada de forma manual por hombres y mujeres y consiste en **recoger los frutos del suelo** (**Figura 30**). Por tanto, la altura del árbol no es un factor limitante para las labores de recolección (Kahai, s.f.).

Los frutos recién caídos del árbol presentan una tonalidad verde o verde-opaco (**Figura 28**), según algunos cosechadores cuando la punta del pedicelo se encuentra de color blanzuzco significa que el fruto está en su punto óptimo de maduración y su caída del árbol no es más de un día (**Figura 29**).

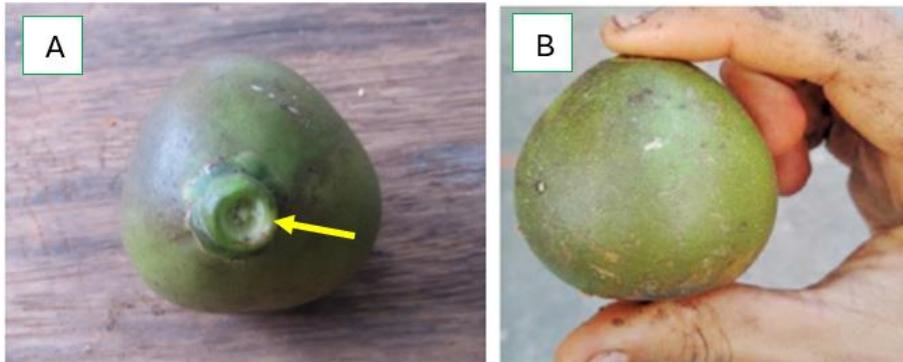


Figura 28. Frutos de cacay fisiológicamente maduros y aptos para cosecha. Imagen B tomada de Arles SAS, 2023. En la imagen A se señala la tonalidad blanzuzca del pedúnculo del fruto, el cual de acuerdo con información de cosechadores es un criterio para identificar el fruto óptimo para cosecha.

Una vez los frutos se caen, estos **son recogidos en el menor tiempo posible**, revisando que no tengan daños físicos (que la cáscara no se haya abierto) o que ya alguna semilla haya germinado. Según información de los cosechadores durante la máxima caída de frutos en la época de cosecha la frecuencia de recolección es todos los días o día de por medio y al inicio o final de la época de cosecha, cuando la producción es menor, se realiza cada dos o máximo tres días, ya que de acuerdo con Kahai (s.f.) y cosechadores, si el fruto dura más de tres días en el suelo inicia su proceso de descomposición (Cormacarena, en proceso de publicación) por el contacto con la humedad. En este punto el fruto se torna color negro **y esto perjudica la calidad organoléptica de la nuez (Kahai, s.f.) debido la pérdida de peso del fruto** (Cormacarena, en proceso de publicación), pues conforme la cáscara pierde humedad se vuelve más delgada (Comité departamental de la cadena de cacay, 2024a). Los cosechadores suelen dejar los frutos negros o que evidencian daños en la cáscara u hongos en el bosque o se realiza un proceso de selección una vez son llevados a las casas de los cosechadores y desechados o dispuestos como materia orgánica en los solares de las viviendas.



Figura 29. Frutos de cacay en diferentes momentos de caída del árbol.

La cosecha de frutos de cacay suele realizarse en las mismas áreas todos los años y suelen ser bosques bien conservados que se encuentran entre 30 y 2 horas caminando desde las casas de los cosechadores. Las labores de cosecha son realizadas entre 1 y 3 personas (por lo general familiares) dependiendo de la cantidad de fruto caído, algunos cosechadores se ubican debajo de la proyección de copa de los árboles hembras que están produciendo y recogen los frutos en baldes de plástico, en otros casos, cuando los árboles son muy

lejanos a las casas, durante la época de cosecha se instala una lona durante un tiempo determinado (por ejemplo 1 hora) mientras se realizan otras labores en el bosque y luego se pasan a recoger los frutos caídos sobre la lona.

De acuerdo con las entrevistas realizadas, la actividad de recolección de frutos de cacay es relativamente reciente (entre 1 y 3 años) y la especie fue reconocida por observación personal, otros productores o empresas u organizaciones comunitarias interesadas como la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible – FCDS o la Cooperativa Sachacalamar. Por otro lado, la cosecha de cacay es una actividad complementaria a la ganadería y agricultura.



Figura 30. Cosecha de cacay.

La mayoría de los recolectores que tienen conocimiento sobre actividades postcosecha comercializan la semilla seca, sin embargo, también existen cosechadores que al no tener conocimiento de prácticas postcosecha, recogen los frutos y los regalan a otros productores locales. La unidad de venta de la semilla seca es kilogramo y es vendido entre \$ 17.000 y \$ 25.000 COP a otros productores, intermediarios del departamento del Meta o a la Cooperativa Sachacalamar.

Actividades de postcosecha

De acuerdo con las entrevistas realizadas y las observaciones en campo las actividades de postcosecha consisten en retirar la cáscara verde o verde-café, este paso es clave para disminuir la actividad biológica del fruto (Arlés SAS, 2023). Seguido de esto, los cosechadores ponen a secar al sol el “cuesco” de los frutos durante aproximadamente dos días, removiéndolo regularmente para lograr un secado completo. La mayoría de los productores lo realizan en áreas abiertas de sus casas sobre lonas, otro productor reportó que el proceso de secado del cuesco lo realiza en un secador de marquesina que utiliza también para secar semillas de cacao. Una vez el cuesco está seco, este comienza a abrirse solo y se retira con ayuda de un golpe en la cicatriz del pedúnculo, posteriormente se extraen las semillas y lavan con agua. Un colector realiza una actividad adicional que consiste en sumergir las semillas en un balde con agua para que, por flotabilidad, para desechar las semillas vanas (flotantes) (**Figura 7**). Las semillas que no flotan son retiradas del agua y se dejan secar al sol 24 horas en un lugar aireado para finalmente almacenarlas y transportarlas.

5.3. Prácticas de manejo

A partir de los talleres, entrevistas y observaciones en campo se documentaron diferentes prácticas de

manejo implementadas por los cosechadores de cacay en la jurisdicción de la CDA. Estas prácticas se describen a continuación (**Tabla 25**).

Prácticas de manejo actuales	
Cercamiento	Se realiza por lo general con cercado en alambre o alambre con electricidad en los márgenes de los bosques bien conservados donde se encuentra el cacay para evitar la entrada de ganado.
Limpias	En el momento de la cosecha se realiza limpieza de maleza, hojarasca con el fin de facilitar la recolección del fruto del suelo. En algunos casos se eliminan bejucos y enredaderas que limitan el crecimiento del árbol.
Exclusión de depredadores	Consiste en establecer trampas con polisombra sobre el nivel del suelo para capturar la mayor cantidad de fruto posible y así evitar que el fruto sea comido por la fauna (principalmente cajuches)
Trasplante o rescate de plántulas	Por efecto de la competencia pocas plántulas logran establecerse y continuar su crecimiento. Por esta razón, algunos cosechadores trasplantan plántulas principalmente a lugares cercanos a sus viviendas informando que esta práctica ha sido exitosa y las plántulas han logrado establecerse. También se reporta que han realizado enriquecimiento en bosque natural con plántulas rescatadas. Adicionalmente, un productor informó que estaba produciendo plántulas de cacay a partir de semilla en un vivero comunitario.
Cultivo o siembra <i>ex situ</i>	Esta práctica se reporta en San José del Guaviare y Calamar, sin embargo, según información de los cosechadores se han adelantado pilotos a baja escala, en áreas cercanas a las viviendas.

Tabla 25. Actuales prácticas de manejo para el cacay en la jurisdicción CDA.

6. Régimen de uso y gobernanza sobre los recursos objeto de manejo sostenible

De acuerdo con las localidades definidas la **sección 4.1** del presente documento, en la **Tabla 26** se presentan los diferentes regímenes de uso y gobernanza donde se encuentran poblaciones representativas de cacay identificadas en la **sección 4.1** del presente documento, en los municipios de San José del Guaviare, Calamar, El Retorno y Miraflores como áreas protegidas y otros tipos de propiedad.

Tipo de predio		Forma de propiedad	Uso de productos forestales no maderables	Gobernanza
Propiedad privada	-	Privada	Permitido	Alta
Baldíos	-	Público	Permitido	Baja
Reserva Forestal de la Amazonia	Ley 2da de 1959	Pública	Permitido. El Artículo 28 la Resolución 219 de 2025 establece que es posible realizar el manejo sostenible de la Flora Silvestre y los PFSM en las zonas tipo A, B y C de las Reservas forestales de Ley 2da de 1959	Baja
Reserva Natural Nacional	RNN Nukak	Público y privado en áreas de Resguardos Indígenas	No presenta Plan de Manejo	Baja. Se debe gestionar directamente con PNN
Parques Nacionales Naturales	PNN Sierra de La Macarena (Zarate, et al., 2018)		No explícito	
	PNN Serranía del Chiribiquete (Carranza, et al., 2018)		Dentro del PNN no está explícito en el Plan de Manejo del PNN.	

Resguardos Indígenas	RI La Yuquera	Privado	Permitido	Media
	RI El Itilla			
	RI Pijao, Tucano y Piratapuyo Llanos del Yari – Yaguara II			
	Barranquillita			
Distrito de Manejo Integrado (CDA e INCODER, 2015)	DMI Ariari - Guayabero	Público	Permitido	Media
Zona de Reserva Campesina (CDA e INCODER, 2015)	ZRC del Guaviare	Privado	Permitido	Media
Otros instrumentos de planificación del territorio				
POF Guaviare, 2022	-	-	Permitido En Áreas Forestales Productoras Tipo A y B No explícito en Área Forestal Protectora	-

Tabla 26. Régimen de uso y gobernanza sobre el cacay en la jurisdicción CDA.

7. Evaluación de la sostenibilidad

7.1. Descripción y valoración del impacto de la cosecha

Esta valoración se realizó considerando diferentes características de los rasgos de vida de la especie que permiten valorar y determinar el impacto de la cosecha (**Tabla 27**), de donde se infiere que el impacto de la cosecha es bajo.

Característica	Impacto bajo	Impacto medio	Descripción
Parte utilizada	Fruto	-	Según Stockdaley, et al. (2019) la cosecha de frutos tiene un impacto relativamente bajo sobre la planta y en la población, de hecho, el potencial de manejo sostenible es alto para especies proveedoras de PFMN obtenidos de los frutos.
Método de cosecha	Recolección manual recogidos del suelo	-	El método de cosecha de la especie es manual y los frutos son recogidos del suelo, por tanto, no se genera ninguna afectación sobre el árbol de cacay.
Crecimiento	-	Sexual a partir de semilla	El crecimiento de esta especie es sexual, es decir, nace a partir de semillas en áreas con disponibilidad de luz. Por tanto, la competencia por la luz es el motor de su crecimiento en bosques densos conservados.
Abundancia	Alta	-	De acuerdo con observaciones en campo y el muestreo realizado la especie presenta una distribución agregada. En las áreas muestreadas se evidenció una abundancia alta de adultos productivos correspondiente a 19 árb/ha de los cuales 15 corresponden a hembras, quienes proveen los frutos y semillas necesarias para la regeneración de la especie.

Estructura de la población	Población estable y saludable	-	Como se presentó en la sección 4.3 está especie presenta una alta regeneración gracias a la presencia de entre 2 y 3 semillas por fruto. Aunque su estructura poblacional está determinada por la apertura de claros en los bosques para lograr el reclutamiento de plántulas y juveniles a las siguientes categorías de tamaño, es evidente una abundancia alta de adultos aportando semillas para mantener la población estable de esta especie (19 árboles adultos/hectárea, 15 son hembras y 2 son machos)
Resiliencia y longevidad	Alta		Esta especie es capaz de soportar periodos cortos de inundaciones y sequías. Sobre su longevidad es alta, de hecho, según diferentes autores como Ortega-Álvarez, (2014); García-Urrea y Martínez-Tamara (2017) en su hábitat natural puede durar entre 80 y 100 años.
Productividad de la parte a cosechar	-	Media	Su producción tipo escalonada o asincrónica) esto permite extender la cosecha de sus frutos, los cuales poseen entre 2 y 3 semillas cada uno. También es importante resaltar, es que aun cuando su capacidad de producción de fruto alta (Kahai, s.f.), esta especie es vecera y no produce uniformemente todos los años, con años con una alta producción y otros con baja o producción nula. Esta condición es propia de esta especie y algunos autores como Arles SAS (2023) y Cormacarena (en proceso de publicación) sugieren que es causado por factores genéticos o fisiológicos.
Capacidad de reproducción	-	Media	Esta especie es dioica , es decir, presenta árboles con flores estaminadas (masculinas) y separadamente árboles con flores pistiladas (femeninas), por tanto, su capacidad de reproducción se va a ver condicionada a la presencia de individuos con los dos tipos de flores para la exitosa producción de frutos. La proporción de árboles machos a hembras calculada en este estudio es de 1:8. Adicionalmente, es importante resaltar que la capacidad de reproducción también se ve favorecida (Kahai, s.f.) por la presencia de entre 2 y 3 semillas por fruto con alto porcentaje de germinación.
Impacto en el ecosistema	Bajo	-	De acuerdo con las observaciones en campo de este estudio y estudios previos la cosecha de cacy no evidencia cambios negativos en el ecosistema circundante.

Tabla 27. Descripción y valoración del impacto de la cosecha de cacy en la jurisdicción de la CDA.

7.2. Aspectos de la cadena productiva y factores externos que pueden afectar la sostenibilidad

Realizando el análisis para la identificación de aspectos de la cadena productiva y factores externos que pueden afectar la sostenibilidad de la especie, se identifican los siguientes (**Tabla 28**):

Relación	Descripción	Detalle
Cadena productiva	Cumplimiento de criterios de calidad	Según Kahai (s.f.) el cumplimiento de criterios de calidad es clave, ya que de esto depende no solo la calidad de aceite obtenido, sino también el precio a pagar por el fruto. En vista de lo anterior, malas prácticas de cosecha o post-cosecha pueden generar la pérdida de frutos o semillas de cacay o en su defecto no recibir el pago esperado y generar desmotivación por parte de empresas y cosechadores asociados a esta actividad.
Factor externo	Gobernanza y cambio de uso del suelo	Principalmente en predios públicos o baldíos la gobernanza sobre los árboles de cacay se ve limitada. En general los bosques naturales donde se encuentra la especie están susceptibles a cambios de uso del suelo para usos agropecuarios.
	Condiciones climáticas	De acuerdo con información dada por cosechadores el principal factor que afecta la cosecha es el incremento de la ocurrencia de veranos extensos e intensos que generan afectaciones en el proceso de formación de flores y frutos de cacay generando producciones menores a las esperadas. Adicionalmente, estas condiciones climáticas también generan una disminución en la cantidad de árboles que producen frutos, aspecto aún más acentuado por la condición vecera de la especie.

Tabla 28. Aspectos de la cadena productiva y factores externos que pueden afectar la sostenibilidad de la cosecha de cacay.

8. Lineamientos para el manejo sostenible

A partir del análisis de información que se presenta en las secciones anteriores y teniendo en cuenta las diferentes características biológicas y ecológicas del cacay descritas en la **Tabla 29** que permiten valorar el impacto de la cosecha como bajo, los **lineamientos de manejo para la especie** son:

Lineamiento de manejo	Descripción
Acciones de manejo previas a las labores de cosecha	
Trámites de legalidad	Adelantar el respectivo trámite ambiental para el manejo sostenible de la flora silvestre o de los productos forestales no maderables
Acciones de manejo durante las labores de cosecha	
Lineamientos de manejo obligatorios	
Protección de vegetación circundante	Se prohíbe la remoción de cobertura boscosa en las áreas de manejo sostenible antes, durante o posterior a las actividades de cosecha.
Lineamientos de manejo recomendados	
Limpias	Realizar la limpieza en el área de proyección de copa de los árboles que se van a cosechar con el fin de facilitar la recolección de frutos del suelo, por ejemplo, malezas, hojarasca, frutos en descomposición y/o ramas secas, entre otros (Comité departamental de la cadena de cacay, 2024). Sin embargo, estas limpiezas deben realizarse de modo que se cause la mínima afectación a la vegetación circundante.

<p>Marcación de individuos</p>	<p>Para los casos donde se realice el censo al 100% de los individuos de cacay (por lo general pocos árboles) a cosechar se sugiere dejarlos marcados con el fin de consolidar información sobre su producción de manera detallada.</p> <p>Para los árboles adultos dentro de la parcela pueden marcarse con pintura con el número de la parcela y el identificador del individuo.</p> <p>El detalle de marcación de individuos se encuentra detallado en el Anexo 1.</p>
<p>Intensidad de cosecha 60-70%</p>	<p>La intensidad de cosecha oscila entre el 60 y 70%: Teniendo en cuenta que la cosecha sólo se realiza de frutos que ya están en el suelo, o que caigan fácilmente al sacudir el árbol (punto de madurez óptimo) esto garantiza que no se cosecha el 100% de la producción del árbol. Se estima que se deja disponible entre el 30 y 40% de la producción total de frutos del árbol de cacay para consumo de fauna y regeneración de la especie. Lo anterior, teniendo en cuenta que la frecuencia de cosecha puede ser todos los días o día de por medio en época de máxima caída de frutos y entre 2 y 3 días al inicio y fin de la cosecha donde se presenta una menor producción y también la presencia de frutos vanos.</p> <p>Adicionalmente, la distancia a los bosques naturales donde se encuentra el cacay, los cosechadores priorizan la recolección de frutos solo en el momento de máxima caída (tres de las nueve semanas de cosecha estimada).</p> <p>Por otro lado, los cosechadores priorizan la recolección de frutos de árboles grandes que son los que más producen, dejando los frutos producidos por los árboles pequeños también disponibles para la fauna.</p> <p>Es importante resaltar que los criterios anteriormente descritos ya se encuentran incorporados en el cálculo de producción y definición de rangos a partir del tamaño del árbol descritos en la sección 4.4. del presente documento y por tanto, no es necesario restar un porcentaje de cosecha sobre el peso solicitado por el interesado.</p>
<p>No se requiere definir tiempo de rotación para una misma planta o sitio</p>	<p>Esta especie es vecera, es decir, que no produce uniformemente todos los años, de acuerdo con información dada por cosechadores, Kahai (s.f.), APINAP (s.f.) su producción puede darse año de por medio o incluso en bosques naturales cada dos años y esto implica que los individuos adultos vayan rotando naturalmente el momento de su producción.</p>
<p>Identificar y definir árboles semilleros</p>	<p>Es viable identificar y definir árboles semilleros sin que a estos se les restrinja la cosecha. Algunos criterios de selección de árboles semilleros son la producción alta y recurrente de frutos y la obtención de semillas de buena calidad.</p>
<p>Lineamientos de manejo complementarias</p>	
<p>Cercamiento</p>	<p>Cercar con cercado en alambre o alambre con electricidad en los márgenes de los bosques bien conservados donde se encuentra el cacay para evitar la entrada de ganado y proteger su regeneración natural.</p>
<p>Propagación y siembra</p>	<p>Estas son prácticas de manejo que se han venido adelantando de manera voluntaria por parte de diferentes cosechadores.</p>
<p>Rescate de plántulas o enriquecimiento</p>	<p>Adicionalmente, según Cormacarena (en proceso de publicación) el rescate de plántulas es una excelente medida de manejo de la especie pues la mortalidad que presentan en</p>

	su hábitat natural es muy alta por competencia intraespecífica y disponibilidad de recursos y luz.
Acciones de manejo postcosecha	
Manejo de residuos orgánicos	Los residuos generados por el proceso de obtención de las semillas de cacay (cáscara y cuesco del fruto) deben disponerse como abono orgánico o para alimentación animal.
No acumular los frutos recién cosechados	Una vez los frutos son cosechados kahai (s.f.) recomienda no acopiarlos ni acumularlos, ya que esto acelera el proceso de descomposición y puede favorecer la contaminación por hongos. Con el fin de mantener la mejor calidad de la semilla se sugiere que una vez se seleccione el fruto verde o verdecafé se retire inmediatamente la cáscara, en dado caso que no sea posible, pueden disponerse en una superficie seca esparcidos con buena ventilación durante un tiempo máximo de 12 horas.
Tiempo de secado de semilla	El tiempo de secado de las semillas puede ser mayor a 24 horas, el punto clave es que la semilla seca cumpla con las siguientes características: al abrir una semilla esta debe ser de color crema, una vez peladas (sin cutícula) se pueden probar y su consistencia debe ser crocante tipo maní.
Cumplimiento a medidas de monitoreo y seguimiento	Asegurar el cumplimiento de las medidas de monitoreo y seguimiento que se indican en el presente documento con miras a recopilar información que permita ajustar o complementar los lineamientos de manejo descritos para la especie.

Tabla 29. Lineamientos para el manejo sostenible de cacay en la jurisdicción CDA.

9. Seguimiento y monitoreo

Con el fin de evaluar la sostenibilidad de la cosecha de frutos y/o semillas de cacay se establece el siguiente plan de monitoreo con el fin de mejorar su capacidad de producción o ajustar y complementar su manejo. Se presenta un monitoreo obligatorio para los usuarios y, además, se plantean otras necesidades de monitoreo necesarias para ampliar el conocimiento sobre la especie.

Monitoreo para usuarios: Los usuarios a los que se les haya otorgado el acceso al manejo sostenible de cacay deben realizar el monitoreo de las variables descritas en la **Tabla 30**.

Variables para monitoreo	Detalle
Registro del peso total cosechado en el área de manejo (por ejemplo, finca) por época de cosecha	Se debe incluir la fecha de inicio y fin de la cosecha, número de árboles cosechados y peso total cosechado (kg).
Marcación de hembras	Se deben identificar las hembras en cada ciclo de cosecha y marcarlas.
Amenazas	Incluir descripciones de acciones externas que afectan la cosecha como, por ejemplo: presencia o afectación por plagas, malas prácticas desarrolladas por otras personas recolectoras, entre otras.
Períodos sin cosecha	Incluir información sobre los periodos sin cosecha debido a causas naturales (por ejemplo, lluvias extremas o sequías) o antrópicas (por ejemplo, orden público, presupuesto). Los periodos sin cosecha pueden ser causados por la falta de oferta de frutos (por ejemplo, árboles de cacay que no produjeron frutos en un año en específico) o por dificultades de accesibilidad a las áreas de cosecha.
Cronograma de actividades de manejo sostenible (Tabla 32)	Se describen actividades de manejo complementarias realizadas como siembras, limpieas, cercamiento, etc.

Tabla 30. Variables para el monitoreo por parte de usuarios a los que se les haya otorgado el acceso al manejo sostenible de cacay.

Se recomienda el siguiente formato de seguimiento para las variables de monitoreo de cacay (**Tabla 31**):

Fecha de inicio de cosecha	Fecha de fin de cosecha	Vereda / Municipio	Kilogramos de cacay recolectado en la época de cosecha	Número de árboles de los que proviene esta producción
13/03/2024	4/04/2024	Chuapal / San José del Guaviare	30	3

Tabla 31. Ejemplo del registro de variables de monitoreo para un usuario con acceso al manejo sostenible de cacay.

Cronograma de actividades de manejo sostenible de cacay												
Actividad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Limpias												
Cosecha												
Manejo postcosecha												
Almacenamiento y transporte												
Rescate de plántulas / siembras												

Tabla 32. Ejemplo de cronograma de actividades para el manejo sostenible de cacay.

Otros temas de monitoreo

Durante la realización de este protocolo se identificaron oportunidades de investigación útiles para ampliar el conocimiento de la especie que pueden ser llevadas a cabo por otros actores relacionados como Universidades, la Corporación, proyectos de cooperación, etc; que idealmente podrían contar con la participación de las comunidades locales y otros usuarios de los PFSNM, pero **no deben ser** una obligación incluida en el acto administrativo que otorga el manejo sostenible.

- Seguimiento fenológico de la especie: Este seguimiento puede hacerse cada mes por un periodo de dos años para establecer las diferencias entre años, debido a la condición vecera de esta especie.
- Estudios de dinámica poblacional que permitan tener información sobre las tasas demográficas de mortalidad, reclutamiento y crecimiento poblacional por un periodo mínimo de 2 años, con el fin de tener datos precisos sobre el comportamiento poblacional de esta especie.

10. Referencias bibliográficas

- Alcalde, T. (2006). Nuevas necesidades cosméticas. Tendencias y productos específicos. *Ámbito farmacéutico cosmético*. 25 (3).
- Alfaro, M. de J. y Padilla, F. C. (2000). Caryodendron orinocense (“Nuez de Barinas”) oil: tocopherol content and use in cosmetics. *International Journal of Cosmetic Science*. 22. 335-340.
- Arboleda, D., Cañas, A., López, A. y Forero, J. (2007). Evaluación de la actividad antiviral *in vitro* de cuatro extractos de las especies *Caryodendron orinocense* y *Phyllanthus niruri* de la familia Euphorbiaceae contra los virus herpes bovino tipo 1 y herpes simplex tipo 2. *Revista de la facultad de química farmacéutica*. 14 (1). 55-60.
- Arias-G, J. C., y Cárdenas-López, D. C. (2007). Manual de identificación, selección y evaluación de oferta de productos forestales no maderables. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. <https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/pfnm.pdf>
- Arles S.A.S. e Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. [IAvH]. (2021). MARCO DE REFERENCIA PARA LA CARACTERIZACION BIOLOGICA, EL DESARROLLO

AGRONOMICO y EL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL CACAY (*Caryodendron orinocense*) EN CONDICIONES AGROECOLOGICAS DEL DEPARTAMENTO DEL META (Contrato 21-19-155 – 479 PS, celebrado entre ARLES® SAS y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt).

Arles, S.A.S. (2023). El inchi o cacay. Redescubrimiento de una especie valiosa de nuestra biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Ecopetrol. 162 p.

Asociación de Productores de Ingredientes Naturales Amazónicos del Putumayo – APINAP. (s.f.). Estudio técnico para el Aprovechamiento Sostenible de Frutos de Inchi (*Caryodendrum Orinocense*), en la Unidad de Manejo Forestal APINAP, distribuida en cuarenta y dos (42) predios, áreas naturales donde se encuentran localizados los individuos de esta especie, ubicados en el Municipio de Mocoa, Departamento del Putumayo. Putumayo. Colombia. 58 pp.

Asociación de Productores de Ingredientes Naturales Amazónicos del Putumayo – APINAP. (2023). Resolución 0290 de 2023 por medio del cual se otorga aprovechamiento forestal persistente de productos no maderables en modo Asociación. Corporación para el Desarrollo Sostenible del sur de de Amazonia - CORPOAMAZONIA. Putumayo. Colombia. 28 pp.

Ávila, L. M., y Díaz-Merchán, J. A. (2002). Sondeo del mercado mundial de Inchi (*Caryodendron orinocense*). Instname: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. http://repository.humboldt.org.co/bitstream/20.500.11761/31486/1/Biocomercio_5.pdf

BENÍTEZ, Á., CHALAN, J., TINITANA, F., MOROCHO, V., ARMIJOS, L., & MALAGÓN, O. (2023). ESTRUCTURA DIAMÉTRICA Y POBLACIONAL DE *Caryodendron orinocense* EN BOSQUES LLUVIOSOS AMAZÓNICOS DE ECUADOR. Acta Biológica Colombiana, 28(3).

Bernal, R., G. Galeano, A. Rodríguez, H. Sarmiento y M. Gutiérrez. (2016). Nombres Comunes de las Plantas de Colombia. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/>

Calle-Díaz y Murgueitio-Restrepo. (2020). Árboles nativos para predios ganaderos. Especies focales del Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Cali. Colombia. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria – CIPAV. 354 pp.

Cárdenas, D y R. López. (2000). Plantas Útiles del Sur de la Amazonía, departamento de Amazonas. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI). 73 pp. Bogotá.

Cárdenas, D. y Ramírez, J. G. (2004), Plantas útiles y su incorporación a los sistemas productivos del departamento del Guaviare (Amazonia colombiana). Caldasia. 26 (1). 95-110.

Carraza, A. R., Ciro, L. E., Almario, Y., Núñez, J. P., Manchola, M., Pulido, L. J., Lozada, N., Flórez, N., López, F., Díaz, Vargas, A., Arias, Y., Lucena, D., Jiménez, L., Castiblanco, J., Bohórquez, J., Villarraga, A., Silva, H., Díaz, D., Gaitán, I., Bocanegra, J., Ramírez, S., Perdomo, W., Cuesta, A., Castillo, J. y Castillo, F. (2018). Plan de manejo del Parque Nacional Natural La Serranía de Chiribiquete 2018-2023. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Fundación Gordon y Betty Moore. Programa Chiribiquete – GIZ. Proyecto GEF Corazón de la Amazonia. 182 pp.

Cisneros-Torres, D. E. y Díaz-Hernández, A. del R. (2006). Obtención de aceite de la nuez *Caryodendron orinocense* originaria del departamento del Caquetá en la planta piloto de la Universidad de la Salle. Tesis de pregrado. Universidad de La Salle. Bogotá. D. C. 175 pp.

- Comité departamental de la cadena de cacay. (2024a). Guía técnica para la obtención de nuez de cacay (*Caryodendron orinocense* H. Karst) Calidad Premium. Disponible en: https://probosquescolombia.org/wp-content/uploads/2023/12/GIZ_Cartilla_Guia-tecnica-para-la-obtencion-de-la-nuez-Cacay.pdf
- Comité departamental de la cadena de cacay. (2024b). Acuerdo de calidad para la obtención de nuez de cacay (*caryodendron orinocense* h.karst). disponible en: https://probosquescolombia.org/wp-content/uploads/2023/12/GIZ_Cartilla_Acuerdo-de-calidad-para-la-obtencion-de-la-nuez-Cacay.pdf
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena – CORMACARENA, (en proceso de publicación). Protocolo de manejo sostenible de cacay *Caryodendron orinocense*. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena. Meta. Colombia. 53 pp.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico – CDA. (2022). Plan de Ordenación Forestal del departamento del Guaviare en el Bloque 1, Bloques Norte A, Norte B, Occidente A y Occidente B. Guaviare. 449 pp.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico – CDA e Instituto Colombiano para el Desarrollo Rural - INCODER. (2015). Plan de manejo ambiental para la zona de producción sur – ZRPS- del Distrito de Manejo Integrado DMI Ariari – Guayabero. Departamento del Guaviare. Guaviare. Colombia. 575 pp.
- Delgado-Soriano, V., Espinoza, Y., Torre, R. y Encina-Zelada, C. (2022). Aceite de Metohuayo (*Caryodendron orinocense* Karst.) obtenido por prensado hidráulico y expeller: Análisis de rendimiento y características físico-química. Revista de Investigaciones Altoandinos. 24 (4). 236-247. Doi 10.18271/ria.2022.446
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2020). Descarga de datos geoestadísticos. Nivel de referencia de veredas. Recuperado el día 22 de diciembre de 2024 de <https://www.dane.gov.co/files/geoportal-provisional/>
- EcoFondo. (2015). Proyecto: Recuperación de la conectividad biológica mediante la implementación del corredor TROPICAL-ANDINO, en los cantones Gonzalo Pizarro y Cascales, provincia de Sucumbios dentro del área de influencia del EcoFondo, a través del mejoramiento de prácticas. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/368410709/Calendario/fenológico-spp-forestales-pdf>
- Erazo-Rivadeneira, (2001). INCHI, *Caryodendron orinocense* Karsten. Especies promisorias de la Amazonia, Conservación, Manejo y Utilización de Germoplasma. Corpoica. Caquetá. Putumayo. Colombia. 169 pp.
- García-Urrea, L. J. y Martínez-Tamara, F. E. (2017). El cacay en bebidas funcionales y su uso gastronómico. *Universitaria Agustiana*.
- García, J. J. y Basso, C. (2012). Caracterización de la viabilidad de semillas de inchi (*Caryodendron orinocense* Karsten) de dos procedencias. Revista científica UDO Agrícola. 12 (1).
- García, J., Moratinos, H. Perdomo, D. (2008). Caracterización de semillas y efectos de diferentes sustratos sobre la emergencia y desarrollo de plántulas de inchi (*Caryodendron orinocense* Karsten). Rev. Fac. Agron. (Maracay) 34:165-183.

- Gatsuk, L. E., Smirnova, O. V., Vorontzova, L. I., Zaugolnova, L. B., & Zhukova, L. A. (1980). Age states of plants of various growth forms: a review. *The Journal of Ecology*, 675- 696
- Gentry, A. (1993). *Woody Plants of Northwest South América*. Conservation international. Washington, DC.
- Giraldo, B. (2004). *Conservación, manejo y aprovechamiento sostenible del bosque en el área de colonización del Guaviare*. Instituto Sinchi – San José del Guaviare. Colombia. 230p.
- Global Biodiversity Information Facility – GBIF. (2023). *Caryodendron orinocense* H.Karst. in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2024-12-26.
- Gonzales-Coral, A. G. (2007). *Frutales nativos amazónicos: patrimonio alimenticio de la humanidad [INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA]*. [https://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/20.500.12921/278/1/Gonzales libro 2007.pdf](https://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/20.500.12921/278/1/Gonzales%20libro%202007.pdf)
- González-Coral, A. G. y Torres-Reyna, G. M. (2010). *Manual de cultivo de metohuayo Caryodendron orinocense Karst.* <https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/114>
- González-Torres, W. (2017). *Cacay una alternativa saludable para la cocina*. SENA. <https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6751/Revista%20Vaup%E9s%20Innova-91-96.pdf?sequence=1>
- Greffa, J., Barrionuevo, A., Vilcacundo, E. y Carrillo, W. (2018). *Gastrointestinal digestion of kahai protein concentrate (Caryodendron orinocense Karst.)*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 11 (6). <http://dx.doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i6.20374>
- Gutiérrez-Santamaria, Y.D. (2024). *Elaboración de inventarios y registro de producción de frutos de poblaciones silvestres de cacay (Caryodendron orinocense) y moriche (Mauritia flexuosa) en el departamento del Guaviare en el marco del Convenio 23-139*. San José del Guaviare. Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, (2020). *Normales climatológicas de los últimos 30 años (1991-2020)*. Estación pluviométrica El Trueno [31015010]. Obtenido de <http://archivo.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, (2018). *Manual de Campo Inventario Forestal Nacional Colombia, Versión 4.0*. Colombia, Bogotá, 2020. 160 páginas”. Colombia, Bogotá. 164 pp.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, (2021). *Manual de campo Inventario Forestal Nacional Colombia, Versión 5.2*. Adaptado de “IDEAM 2018. *Manual de Campo Inventario Forestal Nacional Colombia, Versión 4.0*. Colombia, Bogotá, 2020. 160 páginas”. Colombia, Bogotá. 162 pp.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, (2024a). *Datos de precipitación total mensual (mm) para el periodo enero 2024 – mayo 2024*. Obtenido de <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, (2024b). *Ideam reporta reducción histórica en los caudales del río Amazonas*. Recuperado el día 7 de enero de 2024 de

<https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/noticia/ideam-reporta-reduccion-historica-en-los-caudales-del-rio-amazonas>

- Jiménez, L. C., & Bernal, H. Y. (1992). EL "INCHI" *Caryodendron orinocense* Karsten (EUPHORBIACEAE) LA OLEAGINOSA MAS PROMISORIA DE LA SUBREGIÓN ANDINA (2 ed.). Bogotá DC, Colombia: Editora Guadalupe Ltda.
- Kahai, SAS (s.f.). Plan de manejo y aprovechamiento de los recursos forestales no maderables de cacay (*Caryodendron orinocense*) en el departamento del Meta. Villavicencio, Colombia. 33 pp.
- Linares-Prieto, R. (2000). Bases ecológicas para la silvicultura del bosque natural. Estudio de caso del Catival (*Prioretum copaiderae*). Colombia Forestal 6(13).
- López-Camacho, R., y Murcia-Orjuela, G. (2020). PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES - PFNM EN COLOMBIA Consideraciones para su desarrollo. Biblioteca Nacional de Colombia. <https://doi.org/10.14483/9789587872279>
- López-Camacho, R., Casas-Caro, L. F., Torres-Romero, M. C. y Murcia-Orjuela, G. (en proceso de publicación). Guía para la elaboración de estudios técnicos y protocolos para el manejo sostenible de la flora silvestre y de los productos forestales no maderables. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Losada-Aguilar, P., Cuesta-Peralta, A. y Vargas-Martínez, J. de J. (2017), Efecto de *Caryodendron orinocense* sobre la degradación de la materia seca. Agronomía Mesoamericana. 28 (3). doi:10.15517/ma.v28i3.25572
- Lozano-Garzón, K., Orduz-Díaz, L., Guerrero-Pinilla, C., Quintero-Mendoza, W., Carrillo, M. y Cardona-Jaramillo, J. E. C. (2023), Comprehensive Characterization of Oils and Fats of Six Species from the Colombian Amazon Region with Industrial Potential. Biomolecules. 13. 985. <https://doi.org/10.3390/biom13060985>
- Martínez, J. B., S. (1978). I Congreso Nacional de Reforestadores e Industrias Derivadas. En Boletín Informativo Corporación Forestal de Nariño S.A. «CORFONAR». Biblioteca Agropecuaria de Colombia.
- Martínez, J. (1979). EL INCHI (*Caryodendron orinocense* Karst).
- Medeiros de Azevedo W, Ferreira Ribeiro de Oliveira L, Alves Alcaântara M, Tribuzy de Magalhães Cordeiro AM, Florentino da Silva Chaves Damasceno KS, Kelly de Araujo N, et al. (2020) Physicochemical characterization, fatty acid profile, antioxidant activity and antibacterial potential of cacay oil, coconut oil and cacay butter. PLoS ONE 15(4): e0232224. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232224>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, (2021). Decreto 690 de 2021 (24 de junio). Por el cual se adiciona y modifica el Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015, del sector de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables, y se adoptan otras determinaciones.
- Montero, M. I., Barrera, J. A., Giraldo, B., & Lucena, A. A. (2016). Fichas técnicas de especies de uso forestal y agroforestal de la Amazonía Colombiana. Instituto de investigaciones Científicas SINCHI. Ficha 28, 2pg. Bogotá DC.

- Mosquera, L.E.M.; Carrillo, M.P.; Cardona-Jaramillo, J.E.C.; Vallejo, B.M.; Ferreira, L.M.d.M.C.; Silva-Júnior, J.O.C.; Ribeiro-Costa, R.M. Novel Organogels from *Mauritia flexuosa* L.f and *Caryodendron orinocense* Karst.: A Topical Alternative. *Pharmaceutics* **2023**, *15*, 2681. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15122681>
- Orduz, J. & Rangel. (2002). Frutales tropicales potenciales para el piedemonte llanero. Corpoica.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. (1999). FAO Forestry – Towards a harmonised definition of non-wood forest products. *Unasylva*, *50*(198). Recuperado de: [https://www.fao.org/4/xii/0365-a2.htm#:~:text=Non%2Dwood%20forest%20products%20\(%20NWFP,the%20forest%20\(FAO%201999\).](https://www.fao.org/4/xii/0365-a2.htm#:~:text=Non%2Dwood%20forest%20products%20(%20NWFP,the%20forest%20(FAO%201999).)
- Ortega-Álvarez, D. D. (2014). Caracterización de la composición fitoquímica del aceite vegetal de la especie maní de árbol (*Caryodendron orinocense* H. Karst.) e investigar su aplicación en emulsiones cosméticas. Tesis de pregrado. Universidad Estatal Amazónica. Puyo. Pastaza. Ecuador. 86 pp.
- Pabón, M. (1982). Oleaginosas de la amazonia. En “. INCHI", En Oleaginosas de la amazonia.
- Padilla, F. C., Alvarez, M. T. y Alfaro, M. J. (1995). Functional properties of barinas nut flour (*Caryodendron orinocense* Karst., Euphorbiaceae) compared to those of soybean. *Food Chemistry*. *57* (2). 191-196.
- Pérez de R., M. N., Alfaro, M. de J. y Padilla, F. C. (1999). *International Journal of Cosmetic Science*. *2*: 151-158.
- Radice, M., Viafara, D., Neill, D., Asanza, M., Sacchetti, G., Guerrini, A. y Maietti, S. (2014). Chemical characterization and Antioxidant Activity of Amazonian (Ecuador) *Caryodendron orinocense* Karst. And *Bactris gasipaes* Kunth Seed Oils. *Journal of Oleo Science*. *63* (12). 1243-1250. Doi 10.5650/jos.ess14007
- Reckin, J. (1983). The orinoconut – a promising tree crop for the tropics, *International Tree Crops Journal*, *2*:2, 105-119. Doi 10.1080/01435698.1983.9752746
- Rincón-Ruiz, C., Tejada-Cardena, M. A. y Jiménez de Cisneros Fonfría, J. J. (2020). Design and Analysis of a Automatic Shell Cracking Machine of Metohuayo (“*Caryodendron orinocense* Karst”) with a Capacity of 50 kg/h. *Agriculture*. *10* (537). doi:10.3390/agriculture10110537
- Sarango, F. E. (2021). Descripción anatómica de cinco especies de importancia forestal, procedentes del bosque secundario perteneciente a la comunidad bella esperanza en la Parroquia General Farfán, Cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador. 121 pp.
- Stockdaley, M., López, C., Blauert, J., Miranda, M., Arancibia, E., y Edouard, F. (2019). Manejo comunitario sustentable de Productos Forestales No Maderables. Editorial Ideograma.
- Teresa. (2006). Nuevas necesidades cosméticas, tendencia y productos específicos; I+D y Evaluación de productos del centro de tecnología capilar. Barcelona.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN (2024). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-2. <<https://www.iucnredlist.org>>

Uranov, A. A. (1975). Age spectrum of the phytocoeno population as a function of time and energetic wave processes. *Biologicheskie Nauki*, 2, 7-34

Van Dijk, K. (1979). El Cacay o Inchi (*Caryodendron orinocense* Karst) Evaluación del estado de la investigación de la especie; perspectivas y propuesta para futuras investigaciones. Inderena – PNUD – FAO – CONIF. Santafé de Bogotá, Colombia.

Zárate, C. A., Morales, O. L., Arciniegas, A., Camacho, J., Villalba, W., Gil, L. F., Castellanos, J., Rodríguez, L., Riaño, Ropaín, D. (2018). Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena. Parques Nacionales Naturales de Colombia. 298 pp.