



Protocolo de manejo sostenible de frutos de camu camu (*Myrciaria dubia*) en la Jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía CORPOAMAZONÍA



Elaborado por:

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

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

Ing. Forestal Samanta Castro Sanabria

Ing. Forestal María Claudia Torres Romero

Centro Colecciones y Gestión de Especies del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Cindy Milena Vargas Caicedo

Estudiante pasante de Ingeniería Forestal, Universidad Distrital Francisco José de Caldas



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: Raúl Pérez, Luis Cuellar, José Becerra, Trinidad Polanía, Abraham Polanía, Mery, Eliseo Vergara Garay, William Andrés Pulgarín y Anderson Carvajal.

Trabajo de campo

En el desarrollo del trabajo de campo, destacamos la participación de Abraham Polanía, Mery, Eliseo Vergara Garay, William Andrés Pulgarín y Anderson Carvajal.

Elaboración de cartografía

Cindy Vargas y Samanta Castro Sanabria, Instituto Humboldt

Revisión

María Claudia Torres Romero, Instituto Humboldt

Resumen

Históricamente, los bosques de la amazonia colombiana han sufrido procesos de fragmentación, degradación, pérdida de hábitat y deforestación. Con el objetivo de contrarrestar esta tendencia surge el manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables como una alternativa que no solo genera beneficios económicos para las comunidades locales, sino también contribuye a la conservación de los bosques y otros ecosistemas naturales. El manejo sostenible de estos productos permite mantener los ecosistemas como son, en lugar de transformarlos en otros tipos de coberturas o 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 de camu camu (*Myrciaria dubia*) en la Jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía Colombiana – CORPOAMAZONIA con el propósito de implementar lo establecido en el Decreto 690 de 2021 y Resolución 0219 de 2025. Este protocolo constituye un instrumento técnico clave, que recopila información primaria y secundaria obtenida mediante estudios previos, inventarios, entrevistas semiestructuradas, observación participante y talleres de discusión. La información abarca aspectos relacionados con los rasgos de la historia de vida del camu camu, 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 Corpoamazonia, con el propósito de contribuir al uso de este producto forestal no maderable como una estrategia de conservación de la flora silvestre de la región.

Palabras clave: Amazonia, arbusto, Colombia, conservación, cosecha, flora, frutos, manejo sostenible, PFNM.

Abstract

Historically, the forests of the Colombian Amazon have suffered processes of fragmentation, degradation, habitat loss and deforestation. In order to counteract this trend, sustainable management of wild flora and non-timber forest products has emerged as an alternative that not only generates economic benefits for local communities but also contributes to the conservation of forests and other natural ecosystems. The sustainable management of these products helps to maintain ecosystems in their natural state, rather than transforming them into other types of land cover or land uses. In this context, 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 camu camu fruits (*Myrciaria dubia*) in the jurisdiction of the Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía Colombiana (CORPOAMAZONIA), with the aim of implementing the provisions of Decree 690 of 2021 and Resolution 219 of 2025. This protocol is a key technical instrument that compiles primary and secondary information obtained through previous studies, field visits, semi-structured interviews, and participatory observation. The information includes aspects related to the life history traits of camu camu, its distribution, population characterization, harvestable parts production, and social and commercial aspects of its value chain. Additionally, it includes recommendations for monitoring and follow-up that helped define the most suitable sustainable management guidelines for this species in the CORPOAMAZONIA jurisdiction.

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

Contenido

Resumen	4
Abstract	4
1. Introducción, justificación y objeto del Protocolo	10
1.1. Introducción	10
1.2. Justificación	10
1.3. Objeto del Protocolo	11
2. Caracterización general de la especie	11
2.1. Descripción de la especie <i>M. dubia</i> (Kunth) McVaugh	12
2.2. Distribución global o nacional	16
2.3. Rasgos de historia de vida relevantes para la especie proveedora de PFNM	17
3. Metodología de elaboración del protocolo	26
3.1. Identificación de actores de la cadena productiva del PFNM	28
3.2. Identificación preliminar de áreas y ecosistemas objeto de manejo sostenible de la especie en la jurisdicción de la respectiva autoridad ambiental	28
3.3. Estrategia de participación	31
3.4. Métodos para la elaboración de inventarios y análisis de información	35
4. Caracterización de las poblaciones de la especie objeto de manejo sostenible	41
4.1. Distribución de la especie y áreas de manejo de la autoridad ambiental	41
4.2. Abundancia de la especie	41
4.3. Estructura de las poblaciones	45
4.4. Producción de la parte a cosechar	49
5. Caracterización de la cosecha y el manejo actual	52
5.1. Épocas de cosecha y equivalencia entre lo cosechado y el producto final	52
5.2. Descripción del proceso de cosecha y transformación	54
5.3. Prácticas de manejo	56
6. Régimen de uso y gobernanza sobre los recursos objeto de manejo sostenible	59
7. Evaluación de la sostenibilidad	60
7.1. Descripción y valoración del impacto de la cosecha	60
7.2. Aspectos de la cadena productiva y factores externos que pueden afectar la sostenibilidad	61
8. Lineamientos para el manejo sostenible	62
9. Seguimiento y monitoreo	66
10. Referencias bibliográficas	67

1. Introducción, justificación y objeto del Protocolo

1.1.Introducción

Colombia es considerado un país megadiverso, ya que posee aproximadamente el 10% de la biodiversidad terrestre mundial (Ruiz, et al., 2007). Esta riqueza se traduce en una gran variedad de Productos Forestales No Maderables (PFNM), utilizados en múltiples formas como alimentos, medicinas, artesanías, materiales de construcción, entre otros. Los PFNM se definen como “*bienes de origen biológico distintos de la madera y la fauna, que se obtienen de las variadas formas de vida de la flora silvestre, incluidos los hongos, y que hacen parte de los ecosistemas naturales*” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, 2021). A nivel internacional, se reconocen como esenciales para el desarrollo sostenible y la silvicultura tropical, además de ser una alternativa frente a la deforestación y degradación de los bosques (López-Camacho y Murcia-Orjuela, 2020). Recientemente, los PFNM han ganado relevancia por su potencial como ingredientes naturales en industrias alimenticias, farmacéuticas, cosméticas, y otras, ofreciendo oportunidades económicas a las comunidades locales de zonas boscosas o ecosistemas naturales. Por ello, es crucial asegurar su uso y aprovechamiento sostenible para conservar estos productos y los ecosistemas en los que se encuentran.

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 busca mejorar la competitividad de las cadenas de valor de seis especies proveedoras de PFNM a nivel nacional. Las especies priorizadas son corozo (*Bactris guineensis*), naidí (*Euterpe oleracea*), cacay (*Caryodendron orinocense*), moriche (*Mauritia flexuosa*), agraz (*Vaccinium meridionale*) y camu camu (*Myrciaria dubia*). Este proyecto incluye la elaboración de Protocolos de Manejo Sostenible para cada una de estas especies en cinco Autoridades Ambientales: Corporación Autónoma Regional del Cesar - Corpocesar, 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.

Estas especies fueron priorizadas en el Plan de Acción de Cierres de Brechas de Competitividad para la Cadena de Valor de Ingredientes Naturales, el cual busca identificar las potencialidades para aprovechar oportunidades en el mercado internacional a partir de la oferta nacional de ingredientes naturales. Esta elección también fue validada en un taller de priorización de especies realizado el 9 de febrero de 2023 con diferentes actores públicos y privados de entidades como Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia, Fondo Acción, Partnerships For Forests, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, entre otros y en el cual también participaron profesionales de las diferentes Autoridades Ambientales Regionales donde las especies presentan distribución, incluida Corpoamazonia.

El Protocolo de Manejo Sostenible (PMS) es un documento técnico que establece directrices para el manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables, y debe ser adoptado e implementado por cada una de las Autoridades Ambientales según lo estipulado en el Decreto 690 de 2021. Este documento específico es el PMS desarrollado para los frutos de la especie camu camu (*Myrciaria dubia*) en la jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía – Corpoamazonia. Su objetivo es recopilar los conocimientos sobre esta especie mediante información primaria y secundaria, observaciones y trabajo de campo en los departamentos del Amazonas, Caquetá y Putumayo, que se encuentran bajo la jurisdicción de esta Corporación. El PMS abarca la caracterización de las poblaciones naturales, la producción silvestre de frutos, la caracterización de la cosecha, recomendaciones de manejo, evaluación de la sostenibilidad y el seguimiento y monitoreo necesario para asegurar la provisión, conservación e ingresos económicos para los diferentes actores de la cadena de valor relacionada con este PFNM.

1.2.Justificación

La región amazónica colombiana, con una vasta extensión de 483.164 km² es un ecosistema con un importante valor tanto por su biodiversidad como por su importancia económica y cultural para las comunidades locales

(Hernández y Barrera, 2010). La riqueza vegetal de esta área, con cerca de 7.000 especies identificadas y documentadas, de las cuales aproximadamente 1500 tienen un uso reconocido, destacando la inmensa potencialidad de los productos forestales no maderables (PFNM) (Cárdenas y López, 2000). Estas especies, divididas en trece categorías de uso, incluyen plantas medicinales, alimenticias, artesanales, entre otras, subrayando su relevancia multifacética y su papel integral en la vida cotidiana de las comunidades amazónicas.

El enfoque etnobotánico ha sido fundamental para entender la relación entre las plantas y las comunidades humanas, revelando una diversidad de usos que van 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 también fomenta la conservación de los bosques al reducir la presión sobre los recursos maderables (López-Camacho y Murcia-Orjuela, 2020). Este enfoque sostenible es esencial para preservar el ecosistema amazónico y garantizar la provisión continua de sus bienes y servicios.

En las últimas décadas, el interés global por los PFNM ha aumentado significativamente, impulsado por preocupaciones medioambientales y la búsqueda de opciones para el alivio de la pobreza y la conservación ambiental (FAO, 1999). Las iniciativas que promueven el uso y manejo sostenible de la biodiversidad amazónica son clave para asegurar la conservación y el aprovechamiento racional de sus recursos.

Entre las especies de gran importancia económica y cultural se encuentra *Myrciaria dubia*, conocida localmente como camu camu. Este frutal nativo, aprovechado principalmente de poblaciones naturales, ha despertado un creciente interés debido a su potencial económico y sus valiosas propiedades nutricionales (Peters y Vásquez, 2006). A pesar de su importancia, muchas especies silvestres carecen de información biológica documentada, lo que limita su manejo sostenible y su comercialización eficiente (Arias-García y Cárdenas-López, 2007).

La investigación y divulgación sobre el camu camu —incluyendo su manejo poscosecha, las formas de transformación y las alternativas de cultivo— son fundamentales para promover un comercio sostenible (Hernández y Barrera, 2010). Asimismo, es crucial identificar las amenazas potenciales para su producción y comercialización a largo plazo, como la gobernanza de las unidades de manejo, costos de transporte e incluso según información dada por los cosechadores, la alta vulnerabilidad de la especie a eventos climáticos extremos, como veranos prolongados o precipitaciones muy bajas, poniendo en riesgo tanto la sostenibilidad de sus poblaciones como el valor y los beneficios económicos y sociales asociados a la recolección y transformación de sus frutos.

La elaboración de un Protocolo de Manejo Sostenible (PMS) para el camu camu, en concordancia con el Decreto 690 de 2021 y la Resolución 219 de 2025, es fundamental para asegurar su conservación y uso sostenible. Este instrumento no solo permitirá el acceso legal a la cosecha de sus frutos por parte de los productores, sino que también fortalecerá la economía local, promoviendo una actividad productiva alineada con la protección de un ecosistema estratégico como los bosques inundables de la Amazonía. Al cumplir con los lineamientos establecidos, se fomentará un equilibrio entre el desarrollo económico que beneficie a las comunidades locales, contribuya a la reducción de la pobreza y mejore su bienestar; y la conservación ambiental, asegurando la sostenibilidad a largo plazo de los recursos forestales no maderables y la continuidad de los servicios ecosistémicos que estos ecosistemas proporcionan (Hernández-Gómez, 2019).

1.3.Objeto del Protocolo

Orientar los lineamientos y acciones para el manejo sostenible de los frutos de la especie camu camu (*Myrciaria dubia*) en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA en el marco de la implementación del Decreto 690 de 2021 y la Resolución 219 de 2025 y facilitando el acceso legal a su manejo por parte de usuarios e interesados.

Objetivos específicos

- Caracterizar aspectos biológicos, ecológicos, socioculturales y la distribución nacional y global del camu camu.

- Calcular la oferta potencial de frutos de camu camu a partir del análisis de sus poblaciones y capacidad productiva en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA.
- Definir los lineamientos de manejo y monitoreo de la especie que garantice su manejo sostenible en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA.

2. Caracterización general de la especie

Nota aclaratoria:

Es importante destacar que el presente PMS se elaboró para los frutos de la especie *Myrciaria dubia*. Sin embargo, de acuerdo con las visitas de campo realizadas en el departamento de Amazonas, se encontró que algunos cosechadores locales identifican y comercializan los frutos de otra(s) especie(s) de porte arbóreo probablemente del género *Myrciaria* como camu camu.

Con relación a esto, Pinedo, et al., (2001) ha reportado que en la amazonía peruana se presentan posiblemente tres especies del género *Myrciaria* **de porte arbóreo** también conocidas como camu camu que se diferencian entre sí por la tonalidad de la cáscara (rojiza intensa, marrón oscura y negra).

Por otra parte, en el Herbario Amazónico Colombiano Dairon Cárdenas López se reportan tres especies del género *Myrciaria*: *Myrciaria dubia*, *Myrciaria vismiifolia* registrado como árbol o arbusto y *Myrciaria floribunda* reportado como árbol.

Como parte del trabajo de campo del protocolo se colectaron y registraron individuos identificados por cosechadores como camu camu en el municipio de Puerto Nariño y en Leticia, pero de acuerdo a sus características estos no corresponden a la especie *M. dubia*, ya que se trata de árboles que tuvieron como diámetro promedio 68,6 cm y altura total 12,4 m (**Figura 1**) (los datos se encuentran en el **Apéndice B** del presente documento). Se realizaron colectas botánicas de estos árboles, sin embargo, para el momento de la salida ninguno se encontraba en estado reproductivo (según información de un colector de la comunidad de Santa Sofia, Leticia, una de las especies arbóreas de camu camu fructifica en enero y sus frutos son morados oscuros), por lo cual no fue posible su determinación (las muestras fueron enviadas y depositadas en el Herbario Federico Medem Bogotá (FMB) del Instituto Humboldt bajo el número de colecta entre SCS4 a SCS13).

2.1. Descripción de la especie *M. dubia* (Kunth) McVaugh

Sinónimos reportados para la especie: *Eugenia divaricata* Benth., *Eugenia grandiglandulosa* Kiaersk, *Marlierea macedoi* C.D. Legrand, *Myrciaria caurensis* Steyerl., *Myrciaria divaricata* O.Berg (Benth.), *Myrciaria lanceolata* Berg., *Myrciaria lanceolata angustifolia* O.Berg, *Myrciaria lanceolata glomerata* O.Berg, *Myrciaria lanceolata laxa* O.Berg, *Myrciaria obscura* Berg., *Myrciaria paraensis* O.Berg, *Myrciaria phillyraeoides* Berg., *Myrciaria riedeliana* Berg., *Myrciaria spruceana* O. Berg, *Myrthus phillyraeoides* Willd. (O. Berg), *Psidium dubium* Kunth (Aguilar-Giraldo, et al., 2025).

Nombres comunes: En Brasil, el camu camu es conocido como caçari (Peters y Vásquez, 1996), araçá-da-água, araçá-de-igapó, azedinha, miraúba y muraúba. En Perú, se le llama camu camu, mientras que en Venezuela se le conoce como guayabito. En algunas culturas indígenas, recibe los nombres de minuake (Guanano), atame (Maijuna) y como como (Tikuna Amazonas Peruano). En inglés, es conocido como rumberry o guababerry (Aguirre-Neira, 2020). En Colombia como camu camu en los departamentos del Amazonas, Caquetá y Putumayo; Guayabo arrayán en el Amazonas y Guayabo en Caquetá (Bernal, et al., 2016).

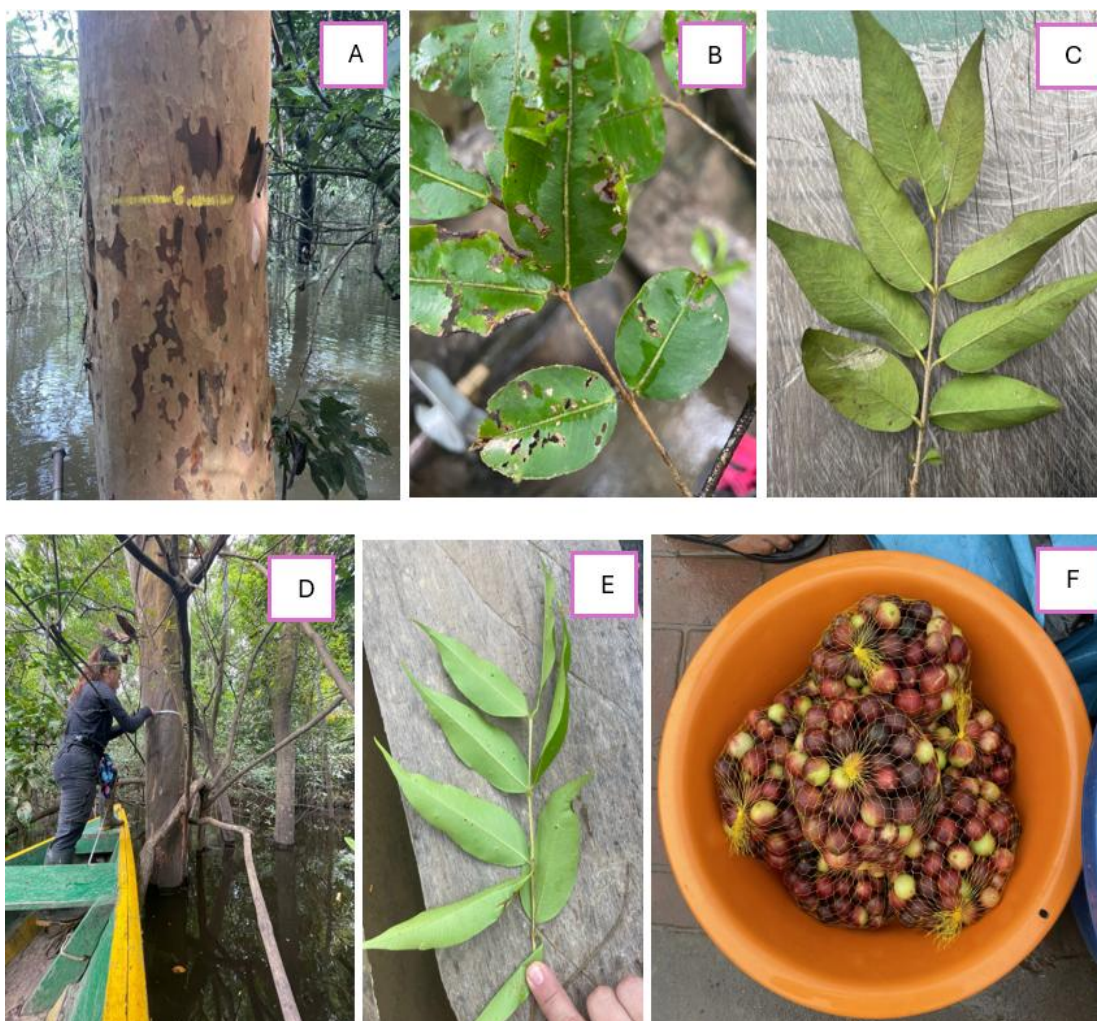


Figura 1. Otras especies conocidas localmente como camu camu en Comunidad de Santa Sofía, Leticia (A, B, C) y Lago Correo en Puerto Nariño (D, E). Frutos comercializados en plaza de mercado de Leticia provenientes de especie de camu camu arbórea según información de vendedores locales (F).

Estado de Conservación: Según la UICN (2019) a nivel global esta especie se encuentra categorizada en Preocupación menor (LC) y a nivel nacional, su categoría de amenaza corresponde a No Evaluada (NE) según las categorías y criterios de la lista Roja de UICN. De igual forma, esta especie no se encuentra en el listado oficial de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera establecidas por la Resolución 0126 de 2024 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Descripción: Especie nativa perteneciente a la familia Myrtaceae. Es un arbusto muy ramificado que puede alcanzar los 8 metros de altura y un diámetro basal que varía entre los 10 y 15 cm (Pinedo, *et al.*, 2001) (Figura 2). Su raíz tiene forma cónica y puede alcanzar hasta 50 cm de profundidad desde la superficie. Presenta **tallos** teretes, es decir, tallos cilíndricos (Figura 3), con **corteza** que se siente lisa al tacto, sin espinas ni pelos (Figura 4B) de color marrón desprendible principalmente después de las inundaciones que pueden alcanzar hasta los 15 cm de diámetro. Puede presentar **copa** desde estrecha o columnar, además según Pinedo, *et al.*, (2001) su copa es rala (Figura 4A), esto quiere decir, que sus ramas están muy separadas entre sí y la cantidad de hojas es escasa, facilitando la entrada de luz a través de todo el camucamal. Presenta **hojas** simples, opuestas entre sí, ovadas, es decir, hojas en forma de gota de agua, más ancho en la base y más puntiagudo en la punta, lanceoladas o con apariencia a una “lanza”, base redondeada, ápice puntiagudo y margen entera o liso (Figura 5A y Figura 5B), no presenta ningún exudado, esto quiere decir que la planta no secreta ninguna sustancia como látex, savia u otro. Presenta un olor aromático y herbal;

la vena media de la hoja es plana por la cara superior de la hoja y es amarilla (**Figura 5B**) (Peters y Vásquez, 2006). **Es una especie caducifolia por efecto del agua**, es decir, pierde sus hojas cuando se inunda (Dávila-Pinedo, 2013). En la **Tabla 1**, se presentan los cambios en las tonalidades de las hojas de camu camu hasta su defoliación.



Figura 2. Vista general del arbusto de camucamu en el lado Santa Clara, área no municipalizada de Tarará, Amazonas.

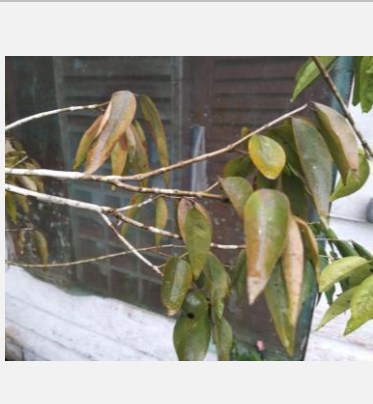
Visión general del cambio de tonalidad en hojas de camu camu hasta su defoliación en épocas de inundación			
			

Tabla 1. Visión general del cambio de tonalidad en hojas de camu camu hasta su defoliación en épocas de inundación. Fotos: Polania, A.

Un individuo de camu camu corresponde a un conjunto de ramets o tallos que crecen de manera espontánea, abundante y aleatoria, estos tallos están conectados subterráneamente a una misma raíz (**Figura 3**). En vista de lo anterior, es difícil identificar de manera independiente los individuos por lo cual en el presente estudio se **muestrearon y midieron cada uno de los tallos o ramets** asociados a cada individuo (**Figura 3**).



Figura 3. Arbustos de camu camu en aguas bajas (A) y aguas altas (B). En rojo señalando conjunto de ramets y con los puntos amarillos los tallos o ramets que lo conforman. Fotos. Vergara, E. y Castro, S.

Es una especie **monoica**, es decir, en una misma planta se encuentran órganos reproductores masculinos y femeninos; sus flores son **hermafroditas**, esto quiere decir, que tienen ambos órganos sexuales en la misma flor (estambres y carpelos) (**Figura 6A**). Sus flores crecen en conjuntos agrupados de entre 3 y 6 hojas en la axila (fascículos axilares) (**Figura 6B**). Tiene flores subsésiles con cuatro pétalos libres de color blanco (**Figura 6B**) con aproximadamente 125 estambres y estilos que tiene una longitud entre 8 y 9,2 mm. Sus frutos son carnosos con semillas en su interior o llamadas técnicamente **bayas globosas** de color verde cuando están inmaduros y rojos a negros cuando están maduros, presentan superficie lisa y un diámetro que puede oscilar entre 2,4 y 2,6 cm (Hernández y Barrera, 2010) (**Figura 7A**, **Figura 7B**, **Figura 7C**). Las semillas tienen forma de “riñón”, es decir, reniformes y pueden hallarse entre 1 y 4 semillas por fruto (Peters & Vásquez, 2006) (**Figura 7D**, **Figura 7E**). Según Pinedo, *et al.* (2001) sus semillas son recalcitrantes, es decir, que una vez la semilla pierde humedad, el embrión muere.

Una descripción práctica para identificar la especie en campo es: Arbustos que pierden sus hojas por efecto del agua, con corteza lisa de color marrón (**Figura 4B**). Hojas simples, opuestas, en forma de gota de agua, con margen entero o liso (**Figura 5B**), sin exudado y con olor aromático, herbal o similar al de la “guayaba”. Inflorescencias o conjunto de flores blancas que nacen en las axilas de las hojas (**Figura 6B**), frutos carnosos con semillas en su interior y superficie lisa (sin pelos) verdes cuando están inmaduros y morados o negros cuando maduran (**Figura 7A**) estos poseen entre 1 y 4 semillas (**Figura 7E**).



Figura 4. Copa rala que facilita la entrada de luz (A). Tallos cilíndricos señalados con flecha roja (B) corteza lisa al tacto (C).



Figura 5. Hojas simples, ovadas, base redondeada, margen entera y vena en la cara superior de color amarillo (A). Hojas simples y opuestas entre ellas (señalado con flecha roja) (B).

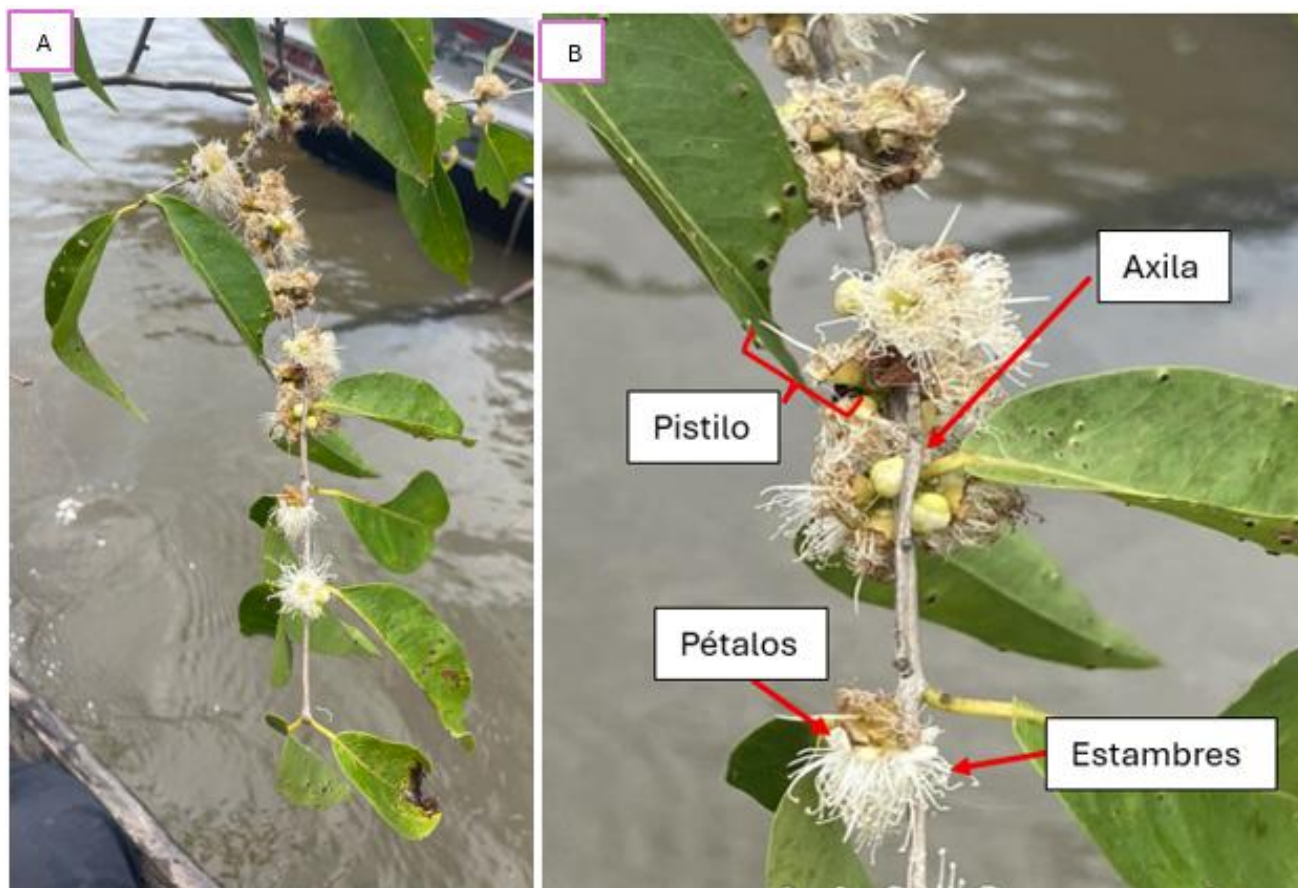


Figura 6. Vista general de las flores de camu camu (A). Partes de las flores de camu camu y su crecimiento en las axilas de las hojas (B).

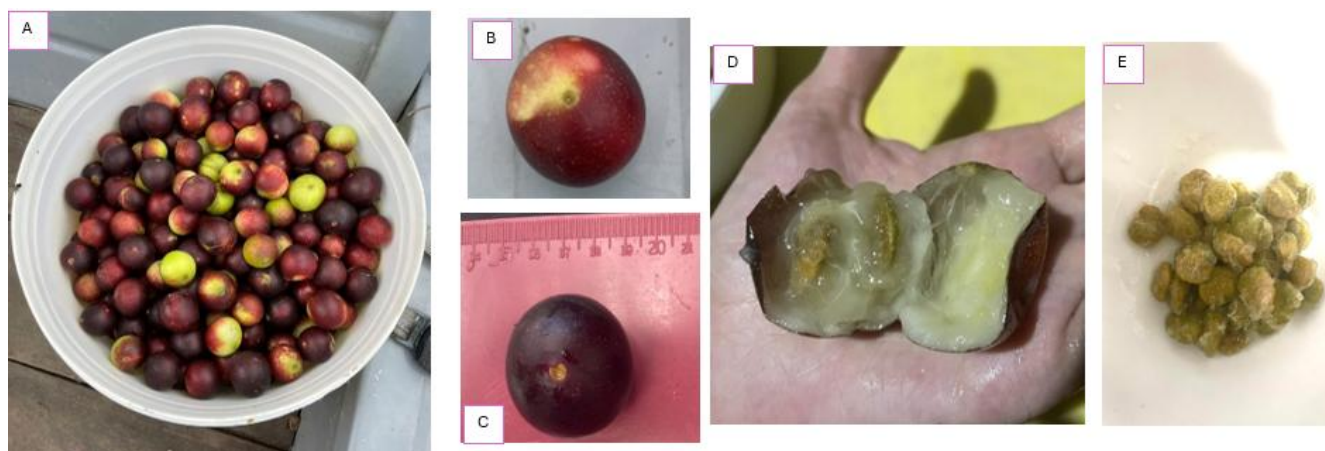


Figura 7. Frutos en bayas globosas de color verde inmaduras y moradas – negras cuando maduran (A, B y C). Frutos carnosos con semillas dentro (bayas) (D). Semillas en forma de “riñón” (E).

Usos

Su fruto es reconocido como una de las mayores fuentes naturales de vitamina C, con concentraciones entre 1800 y 2700 mg por cada 100 g de pulpa (Rodrigues et al., 2003; Hernández y Barrera, 2010, García-Chacón, *et al.*, 2024). Además, contiene compuestos bioactivos como polifenoles, carotenoides y flavonoides, que le confieren propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y protectoras contra enfermedades cardiovasculares, metabólicas y

neurodegenerativas (Akter et al., 2011; García-Chacón *et al.*, 2023; Lima-Santos et al., 2022; Arellano-Acuña, *et al.*, 2016). Es una fuente rica en minerales esenciales como hierro, potasio, calcio y fósforo, así como aminoácidos como serina, valina y leucina, que fortalecen el sistema inmunológico, combaten el estrés oxidativo y mejoran la salud en general (García-Chacón *et al.*, 2023; Agrinier *et al.*, 2024).

En el ámbito alimenticio (**Figura 8**), el fruto maduro del camu camu se utiliza para elaborar jugos, néctares, jaleas y yogures, destacándose su valor como fuente nutricional (Hernández y Barrera, 2010; Londoño *et al.*, 2022). Por ejemplo, una formulación de néctar con 17% de pulpa y 17,5% de azúcar ha mostrado buena aceptación por su sabor, aroma y color (Maeda et al., 2007). También se ha reportado que sus frutos se pueden utilizar como conservantes ya que actúa como antioxidante (Rodrigues, et al., 2003 y Hernández y Barrera, 2010). Adicionalmente del extracto de camu camu para uso alimenticio, también se pueden obtener productos con propiedades hidratantes, antioxidantes, despigmentantes y reafirmantes para el cabello y la piel con un alto potencial en la industria cosmética (Rodrigues, et al., 2003; Pinedo, *et al.*, 2001) (**Figura 9**).

Subproductos como la cáscara y las semillas también presentan actividades antioxidantes y antimicrobianas (Conceição et al., 2020), y se han utilizado en la preparación de galletas enriquecidas (das Chagas et al., 2021). En Perú, derivados como néctares, refrescos, vinagres y cápsulas son ampliamente comercializados por su capacidad para fortalecer el sistema inmunológico y mejorar la hidratación (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2023).

En cuanto a usos medicinales, las hojas, semillas, raíces y corteza del camu camu se emplean tradicionalmente para tratar problemas digestivos, respiratorios, reumatismo y dolores musculares (Aguirre-Neira, 2020; Pinedo et al., 2001). Estudios han evidenciado que los extractos de la fruta tienen propiedades antiproliferativas, antimaláricas, nefroprotectoras y antihemolíticas, lo que sugiere su potencial en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades (Araújo et al., 2020; Becerra *et al.*, 2019). También se reporta como uso tradicional de los cogollos de las hojas en infusión para el dolor de huesos. Además, el consumo de camu camu puede reducir la grasa hepática, mejorar el microbiota intestinal y aliviar complicaciones asociadas con la diabetes gracias a la presencia de flavonoides como quercetina y miricetina (Gonçalves, 2014; Agrinier et al., 2024). El camu camu también se utiliza para la producción de tabletas de polvo deshidratado, por su alto contenido de ácido ascórbico natural, las cuales contienen 50% de vitamina C (Osorio-Moreno, 2001). Autores como Aguirre-Neira (2020) reportan que los componentes bioactivos del camu camu permiten prevenir alteraciones metabólicas como la diabetes y dolencias parasitarias. Estas propiedades destacan su potencial en el desarrollo de suplementos y tratamientos naturales.

Según Pinedo, et al. (2001) en Perú se reporta que la corteza se ha utilizado como medicina para el reumatismo a partir de la preparación del licor siete raíces, que consiste en macerar la corteza con otras especies en aguardiente durante siete días. Así mismo, otro uso medicinal para diarreas es el cocimiento de la corteza y la raíz. Para dolores musculares se utiliza la corteza raspada en agua hirviendo y los vapores son colocados en la zona del dolor. Los frutos y la corteza también han sido empleados como tintes naturales para fibras como la chambira (*Astrocaryum chambira*). Las hojas trituradas y sumergidas en agua se pueden ingerir como bebida refrescante para la fiebre y el

dolor de cabeza. Este mismo autor reporta otros usos tradicionales, como el uso de los frutos como carnada para pescar y las ramas y el tallo eventualmente como leña.



Figura 8. Camu camu como uso alimenticio. Fuentes: Alimento Funcional Fuly Kids. <https://fulykids.com/>. Camu camu liofilizado de selvática. <https://www.selvatica.com.co/producto/camu-camu/>. Helado de camu camu de Selva Nevada. <https://www.las2orillas.co/selva-nevada-los-helados-hechos-con-frutas-del-amazonas-que-son-un-hit-en-bogota/>



Figura 9. Camu camu para uso cosmético. Fuente: Crema CaryO. <https://caryo.co/producto/crema-facial-rich-moisturizer/>. Serum Fauno. https://www.tiendacosapiens.com/product-page/serum-anti-edad-con-vitamina-c?utm_source=google&utm_medium=wix_google_feed&utm_campaign=

2.2. Distribución global o nacional

El camu camu es un arbusto o árbol pequeño nativo de la región occidental de la cuenca amazónica. Es común encontrarla siendo parte de la vegetación riparia o ribereña inundada estacionalmente a lo largo de ríos o lagos de meandro (Peters, et al., 1989).

A nivel global, el camu camu se encuentra en Venezuela, las Guayanas, Brasil, Perú, Bolivia y Colombia. En Colombia, se reportan poblaciones naturales en el departamento de Amazonas (Ardila-Ortiz y Yunda, 2017), principalmente en los bosques inundables del área no municipalizada de Tarapacá y de acuerdo con información de cosechadores locales también en el área no municipalizada de El Encanto (Amazonas). También se encuentra en Inírida (Guainía) (Bernal, *et al.*, 2023), Mitú (Vaupés), Puerto Carreño (Vichada) y Miraflores (Guaviare). Adicionalmente, según las colecciones biológicas del Herbario Amazónico Colombiano-COAH del Instituto Sinchi se reporta la especie en Puerto Leguizamo (Putumayo), Solano (Caquetá) y Cumaribo (Vichada) (**Figura 10**).

En Colombia Velásquez-Restrepo et al. (2006) han reportado cultivos experimentales en el bajo Cauca antioqueño. Por otra parte, organizaciones que trabajan con la transformación del fruto de camu camu en Puerto Asís reportan la existencia de cultivos incipientes en ese municipio y cultivos de hasta 10 años de establecimiento en Puerto Leguizamo (Putumayo). También, durante la salida de campo se observaron cultivos en Leticia (Comunidad de Santa Sofía) y Puerto Nariño (Lago Tarapoto).

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

Ciclo de vida

Según Peters y Vásquez (1987) y Peters y Vásquez (1990) el ciclo de vida de esta especie incluye las clases de tamaño de plántulas, juveniles y adultos. Es un **arbusto que presenta una alta resistencia a la inundación**. Esta resistencia ocurre en los diferentes estadios de desarrollo, desde el estadio de la semilla y plántula hasta el de planta adulta en cualquier edad (Pinedo, et al., 2001). Sus plántulas tienen la capacidad de estar completamente cubiertas de agua durante los primeros dos o tres años de crecimiento (Hernández y Barrera, 2010), por esto, su **regeneración es abundante en algunos años y limitada en otros**, es decir **no es constante** (Peters y Vásquez, 1987). Esto genera que en camucamales de mayor porte (más de 5 metros de altura), sea posible observar espacios vacíos de estratos inferiores (Hernández y Barrera, 2010).

La distribución espacial de los tallos o ramets de camu camu en sus poblaciones naturales tiende a seguir la pendiente del terreno, es decir, tallos o ramets pequeños o plántulas se encuentran en el terreno más bajo y los tallos o ramets grandes o adultos se encuentran en las partes más altas, observando una estratificación de los tallos o ramets (Hernández y Barrera, 2010).

En la Amazonía colombiana, el estudio detallado del ciclo de vida de esta especie se ha visto limitado por la alta variabilidad del pulso del río Putumayo, por lo tanto, no ha sido posible por ejemplo, establecer la tasa de sobrevivencia de la regeneración de esta especie (Hernández y Barrera, 2010), sin embargo, el seguimiento general al crecimiento de algunos rodales de camu camu, se ha realizado a partir de recorridos a lo largo del perímetro de los camucamales y que gracias a su distribución espacial ha permitido evidenciar la presencia de los diferentes estadios de la población (Plántulas, juveniles y adultos) en crecimiento (Asociación de Mujeres Comunitarias de Tarapacá - Asmucotar, 2020). Adicionalmente, las **fluctuaciones del río limitan la capacidad reproductiva** principalmente de los “adultos jóvenes” de la población, pues son ellos los primeros en estar sumergidos y restringir su capacidad de aporte de propágulos a la población.

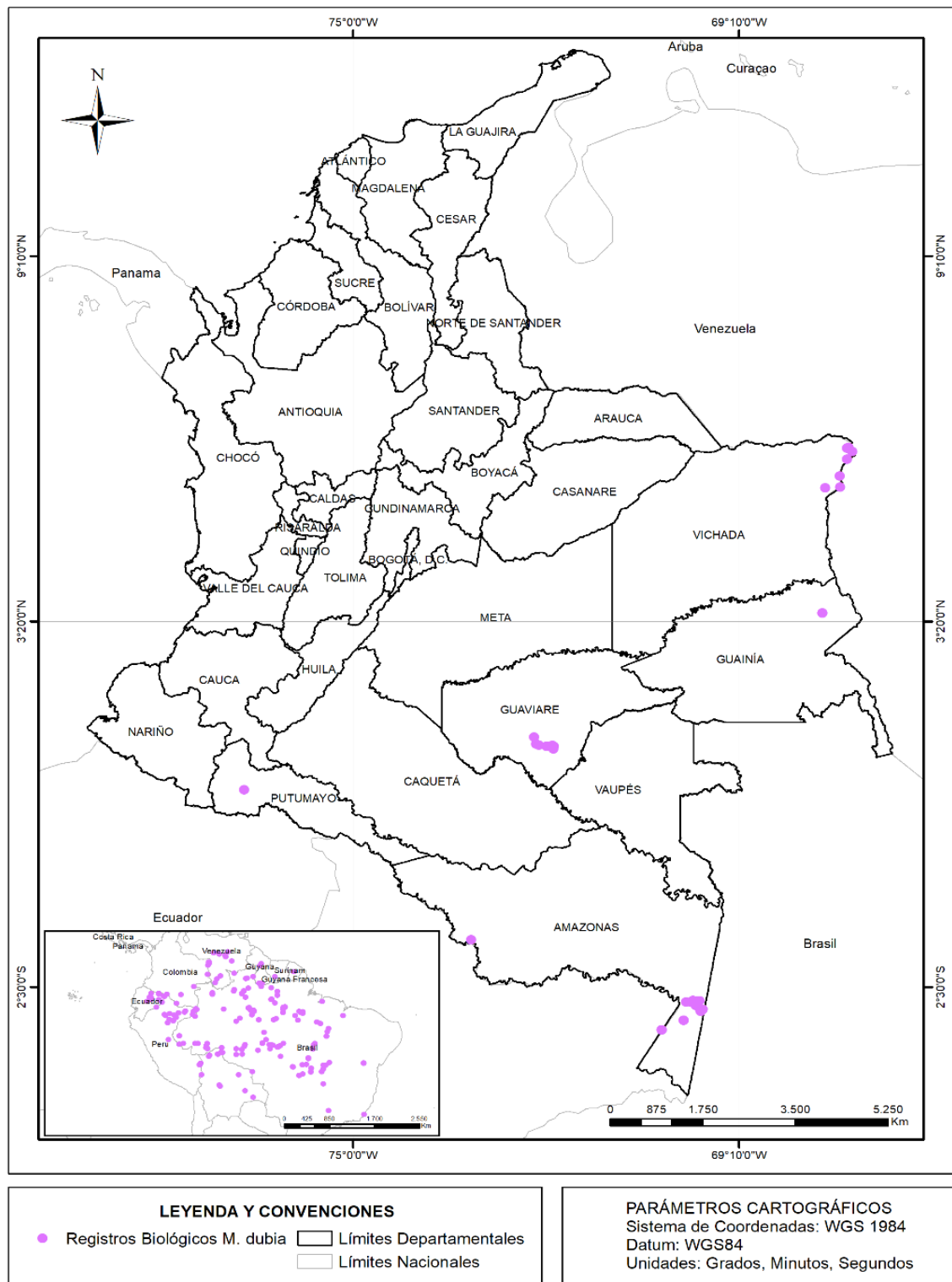


Figura 10. Distribución global y nacional de camu camu (*M. dubia*). Fuente: registros biológicos de GBIF.org (2023), registros obtenidos de herbarios y expertos de la especie a nivel nacional y división político-administrativa de Colombia del DANE (2020).

Crecimiento

El camu camu crece a lo largo de los bordes de ríos, cauces y lagos menores, así como en zonas de igapós y várzeas de la región amazónica, donde crece sobre cuerpos de aguas dulces negras y, en menor proporción, blancas (Aguirre-Neira, 2020). Además, prospera en suelos de llanuras inundables y en áreas conocidas como cochas o lagos (**Figura 13A**), que corresponden a antiguos meandros abandonados (Peters *et al.*, 1989). Aunque su hábitat principal son las zonas inundables, la especie también ha sido observada en tierras firmes bien drenadas y en diversos paisajes fisiográficos (Osorio-Moreno, 2001).

Esta planta es notablemente resistente a las inundaciones lo que le permite prosperar en ambientes acuáticos, con **condiciones de anegamiento entre cuatro y cinco meses**. En períodos secos, la especie pierde todo su follaje, el cual rebrotará en la temporada de lluvias (Hernández y Barrera, 2010).

Según Pinedo, *et al.* (2001) y Hernández y Barrera (2010) esta especie posee un crecimiento sexual (semilla) y vegetativo (tallos y ramets). Este último es el predominante en su hábitat natural, debido a que tiene la capacidad de generar de manera abundante brotes vegetativos y raíces a partir de yemas caulinares (en el tallo) o a partir de la ramificación basal, formando tallos o ramets subterráneos que dificultan la identificación de los individuos independientes (**Figura 11**) por esta razón, en el presente estudio **se muestrearon y midieron cada uno de los tallos o ramets**.

Según Tolvanen (1995) este tipo de crecimiento es un producto fenotípico de las especies en respuesta a las condiciones ambientales de su entorno y que para el caso del camu camu responde de forma importante a la disponibilidad de luz (Pinedo, *et al.*, 2001), por lo cual es posible observar plantas de camu camu de porte arbóreo con hasta 8 metros de altura.



Figura 11. Tallos de camu camu en lago Piexeboi, Tarapacá, Amazonas. Foto: Vergara, E.

Muy relacionado con el tipo de **crecimiento vegetativo** de esta especie, las comunidades vegetales de camu camu son reconocidas por su alta densidad de individuos y la presencia de pocos individuos de otras especies, lo que resulta en bosques de baja diversidad, pero alta abundancia (**Figura 12A y Figura 13A**). Este patrón de crecimiento sugiere un gran valor ecológico y una buena alternativa económica de las poblaciones silvestres (Peters et al., 1989).

Esta especie se encuentra comúnmente en grandes rodales en zonas con **alta radiación solar** (Aguirre-Neira, 2020) (**Figura 13B**). Crece en **suelos aluviales** de textura franco-arcillosa, caracterizados por alta fertilidad y un pH que varía desde muy ácido hasta neutro (Pinedo et al., 2001). Su hábitat natural incluye áreas con temperaturas medias anuales entre 20° y 30° C, con una humedad relativa del 78 al 82% y precipitaciones anuales que oscilan entre 1500 y 3000 mm (Aguirre-Neira, 2020). Desde su germinación, esta planta puede alcanzar una altura de 2,5 metros en un período de 24 meses (Hernández y Barrera, 2010).



Figura 12. Camucamales en lago Piexeboi, Tarapacá - Amazonas en época de aguas bajas (A) y aguas altas - más de 2 metros de profundidad (B). Fotos: Vergara, E. y Castro, S.



Figura 13. Vista externa de un camucamal (A) y vista al interior de un camucamal con amplia entrada de luz (B) en el Lago Piexeboi del área no municipalizada de Tarapacá, Amazonas.

De acuerdo con la caracterización florística realizada por Hernández y Barrera (2010) en lagos de Tarapacá, es común observar otras especies de la familia Myrtaceae como *Psidium densicomum* conocida como Guayabilla, *Eugenia lambertiana* y *Eugenia inundata* (Peters y Velásquez, 1987), así mismo, otras especies como *Ouratea orbignyana* (Ochnaceae), *Triplaris weigeltiana*, *Symmeria paniculata* (Polygonaceae), *Macrolobium acaciifolium* (Fabaceae), *Cymbosema roseum* (Fabaceae) y *Couepia paraensis* (Chrysobalanaceae).

Por otro lado, entre las especies epífitas o parásitas es posible observar especies de la familia Loranthaceae como *Passovia pedunculata*, *Psittacanthus cucullaris*, *Psittacanthus peronopetalus* y de la familia Bromeliaceae como *Aechmea mertensii*, además de trepadoras como *Ruehssia rubrofusca* (Clepiadaceae), *Heteropterys molesta* (Malthigiaceae), *Clusia amazonica* (Clusiaceae) y lianas como *Strychnos erichsonii* (Loganiaceae). También es posible observar la presencia de otras especies de las familias Solanaceae, Polygonaceae, Chrysobalanaceae y Asclepiadaceae.

En la **Tabla 2** se presentan las especies que comparten hábitat con el camu camu observadas durante el desarrollo del presente protocolo.

Gremio

El camu camu es una especie **heliófita durable**, creciendo óptimamente bajo exposición directa a la luz solar (Hernández y Barrera, 2010), creciendo principalmente en áreas con una alta radiación solar (Aguirre-Neira, 2020), de hecho, según Pinedo, et al. (2001) esta especie es muy exigente en sus requerimientos de luz desde sus estadios iniciales. Según Aguirre-Neira (2020) las heliófitas durables son especies de crecimiento rápido e intolerantes a la sombra. Es capaz de colonizar sitios abiertos con grandes y pequeños claros. Tienen una capacidad fotosintética intermedia, sin embargo, bajo sombra es baja. Sus semillas no son fáciles de hallar en el banco de semillas del suelo, no obstante, sus plántulas pueden sobrevivir en algunos casos por más de un año bajo sombra y continuar su crecimiento de manera óptima una vez haya posibilidad de un claro en el dosel (**Figura 13B**).

Nombres	Foto de referencia	Nombres	Foto de referencia
Nombre común: Guayabilla Nombre científico: <i>Psidium densicomum</i> Familia Myrtaceae	 Fuente: Castro-Sanabria, 2024	Nombre común: Gramalote Nombre Científico: <i>Hymenache</i> cf. <i>donacifolia</i> Familia Poaceae	 Fuente: Castro-Sanabria, 2024
Nombre científico: <i>Couepia paraensis</i> Familia Chrysobalanaceae	 Fuente: iNaturalist. (2011).	Nombre científico: <i>Cymbosema roseum</i> Familia Fabaceae	 Fuente: Ripley R. (2008). Tomado de iNaturalist. Photo 114695019
Nombre científico: <i>Symmeria paniculata</i> Familia Polygonaceae	 Fuente: Rubio-Yépez (2021). Tomado de iNaturalist. Photo 114695019		

Tabla 2. Especies que comparten el hábitat con el camu camu.

Longevidad e inicio de producción

Es una especie de ciclo de vida largo (Linares-Prieto, 2000; Hernández y Barrera, 2010). La **floración se inicia cuando los tallos o ramets alcanzan una circunferencia de 6,3 cm (Figura 14A) o un diámetro de aproximadamente 2 cm medidos a 1 m del suelo (Figura 14B)**, lo que ocurre entre los dos y tres años (Inga *et al.*, 2001; Hernández y Barrera, 2010). En su entorno natural, el camu camu está adaptado para soportar inundaciones prolongadas que, junto con la sedimentación de nutrientes del río, favorecen su desarrollo y longevidad (Villachica, 1996; Pinedo *et al.*, 2001; Hernández y Barrera, 2010).

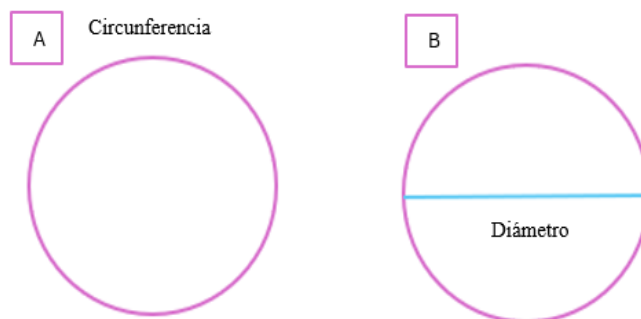


Figura 14. Diferencia entre circunferencia representada con la línea morada (A) y diámetro representado con la línea azul (B) de un tallo o ramet de camu camu.

A medida que el camu camu madura, su capacidad productiva aumenta de manera exponencial en relación con el diámetro de la planta. Especies con diámetros mayores a 12 cm han sido reportadas con una producción de hasta 30,6 kg de fruta por planta, mientras que los rendimientos en Perú varían entre 2 y 25 kg/planta a partir del séptimo año (Peters y Vásquez, 1986; Hernández y Barrera, 2010). Sin embargo, su longevidad y productividad están influenciadas por el entorno; en suelos bien drenados, la especie tiende a perder casi todo su follaje durante la estación seca, rebrotando en la temporada de lluvias (Hernández y Barrera, 2010). Además, durante las inundaciones, la falta de oxígeno en el suelo (anoxia) afecta negativamente la fotosíntesis del camu camu, especialmente en las plantas más jóvenes. Esta condición limita la capacidad de la planta para realizar la fotosíntesis de manera eficiente; esto significa que, al estar bajo condiciones de anoxia, las plantas jóvenes tienen más dificultades para obtener la energía que necesitan, lo que puede impactar su crecimiento a largo plazo (Hernández y Barrera, 2010).

A pesar de estos desafíos, las plantas más adultas muestran una mayor tasa fotosintética bajo condiciones de luz saturante, lo que indica su resiliencia y capacidad para mantener una vida productiva prolongada bajo condiciones adecuadas (Hernández y Barrera, 2010). Pinedo (2009), reporta rendimientos crecientes a lo largo de 15 años de aprovechamiento de plantaciones en la región de Loreto, Perú, reportando una productividad a los tres años menor a 1 tonelada/hectárea, a los 8 años se incrementa a 9 toneladas y a los 15 años más de 28 toneladas por hectárea.

Sexualidad y Polinización

El camu camu es una especie **monoica** y posee flores hermafroditas (Pinedo, et al., 2001). Aun cuando el camu camu presenta este tipo de flores, según Peters y Vásquez (1986) esta especie muestra **protogamia**, es decir, que los órganos sexuales masculinos y femeninos maduran en tiempos diferentes, lo cual **promueve la fertilización cruzada** y reduce la posibilidad de autofecundación, sin descartarla del todo, pues según Pinedo, *et al.* (2001) y Aguirre-Neira (2020), la planta puede ser polinizada por su mismo polen, debido también en parte por la asincronía floral y la ausencia de mecanismos de incompatibilidad genética (Peters y Vásquez, 1986). Esto implica que la autofecundación no está completamente descartada, ya que, según Ardila-Ortiz y Yunda (2017), el 91% del polen usado para su polinización proviene de otras flores de la misma planta.

La polinización del camu camu puede ser llevada a cabo tanto **por el viento (Anemofilia)** como por pequeñas abejas *Meliponinae* como *Melipona fuscopilara* o *Melipona seminigra merrillae* (Aguirre-Neira, 2020), *Trigoninae* (*Trigona portica*) y *Halictidae*, atraídas por el néctar que emana una fragancia dulce y agradable. Otros visitantes, como coleópteros de la familia Chrysomelidae e insectos del orden dípteros, principalmente Syrphidae, también actúan como polinizadores ocasionales (Aguirre-Neira, 2020) (**Figura 15**).

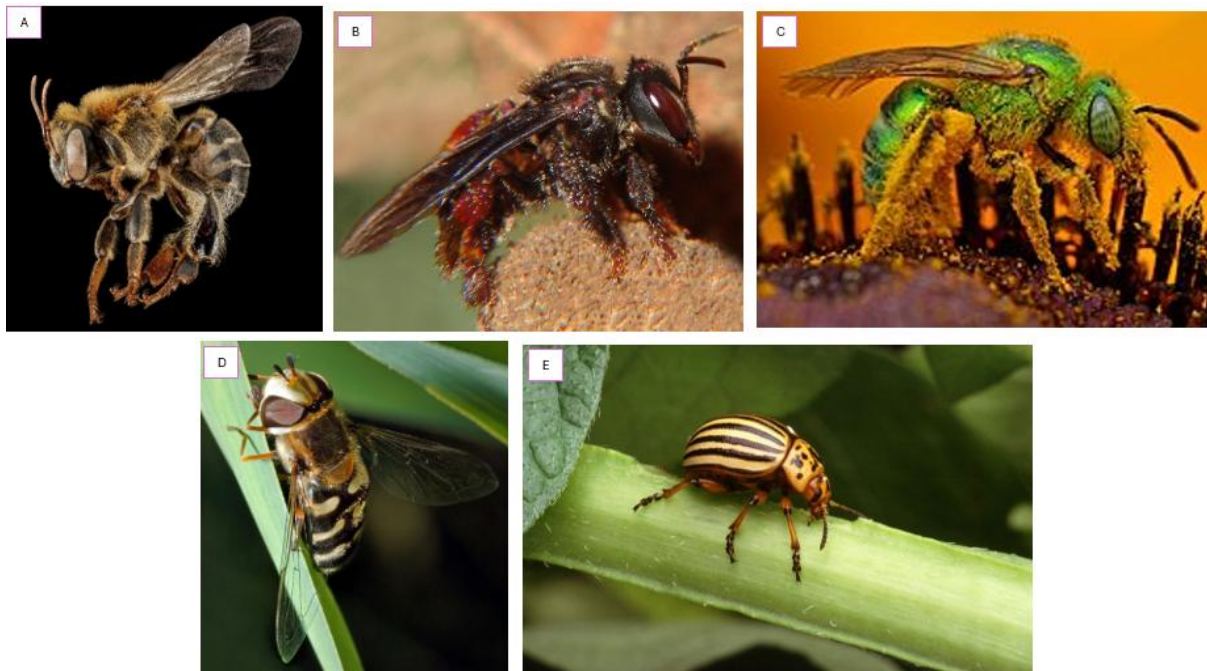


Figura 15. Abeja del género *Melipona* tomada de <https://es.wikipedia.org/wiki/Melipona> (A). Abeja del género *Trigona* tomada de <https://es.wikipedia.org/wiki/Trigona> (B). Abeja de la familia Halictidae tomada de <https://es.wikipedia.org/wiki/Halictidae> (C). Insecto de la familia Syrphidae (D). Coleóptero de la familia Chrysomelidae tomada de <https://es.wikipedia.org/wiki/Chrysomelidae> (E).

Dispersión

El camu camu se dispersa principalmente por endozoocoria (Aguirre-Neira, 2020), es decir, el tipo de dispersión que ocurre cuando los frutos o semillas de una planta son ingeridos por animales y luego expulsados en sus heces lejos de la planta madre. Según Hernández y Barrera (2010) y Ardila-Ortiz y Yunda (2017), los frutos del camu camu son consumidos y dispersados por peces como el paco (*Colossoma brachipomun*), la gamitana (*Colossoma macropomun*) (Pinedo, et al., 2001), pacu (*Mylossoma* sp.), el capitán (*Brycon cephalus*) o curimata/bocachico (*Prochilodus nigricans*), jundiá (*Rhamdia quelen*) (Peters y Vásquez, 1986; Aguirre-Neira, 2020) que actúan como los principales dispersores de sus semillas (Aguirre-Neira, 2020). Estos peces ingieren los frutos y posteriormente dispersan las semillas a través de sus heces, facilitando la propagación del camu camu en su entorno natural. Otros autores como Aguirre-Neira (2020) no descartan la dispersión realizada por las corrientes de agua. Además, los seres humanos también contribuyen significativamente a la dispersión de esta especie. Al recolectar y consumir sus frutos (Osorio-Moreno, 2001) (**Figura 16**).

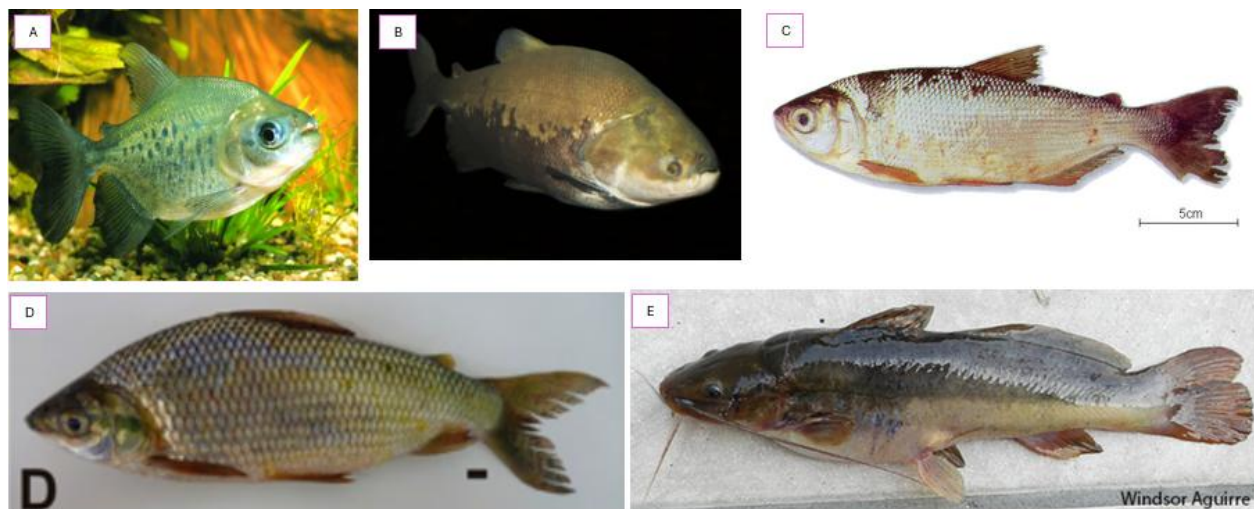


Figura 16. Pacu tomado de <https://www.aqualog.de/en/lexikon/colossoma-brachypomus-cf-2/> (A). Gamitana tomado de <https://colombia.inaturalist.org/taxa/208523-Colossoma-macropomum> (B). Capitán tomado de <https://fishbase.mnhn.fr/FieldGuide/FieldGuideSummary.php?GenusName=Brycon&SpeciesName=cephalus&sps=&print=> (C). Curimata/bocachico tomado de https://en.wikipedia.org/wiki/Prochilodus_nigricans (D). Jundiá tomado de https://www.fishbase.se/FieldGuide/FieldGuideSummary.php?genusname=Rhamdia&speciesname=quelen&c_code=604 (E).

Fenología

La floración del camu camu generalmente comienza cuando la planta alcanza un diámetro de 2 cm medido a 1 metro del suelo. La floración **no está sincronizada en todas las plantas**, ya que ocurre en varios ciclos durante el año. Las yemas florales se desarrollan primero en la parte distal de las ramas más altas y, después de abrirse y ser polinizadas, otras yemas emergen en puntos más cercanos a la base de la rama (Osorio-Moreno, 2001)

Las flores individuales de *Myrciaria dubia* son hermafroditas. La antesis, o apertura de las flores, ocurre temprano en la mañana, y las flores son receptivas a la polinización por un periodo de cuatro a cinco horas. Después de la polinización, los estambres comienzan a marchitarse y la corola seca se cae al día siguiente (Peters y Vásquez, 1986). Durante la antesis, el estilo emerge primero, varias horas antes de que aparezcan los estambres. Al parecer, cuando los estambres liberan el polen, el estigma ya no está receptivo a la polinización (Osorio-Moreno, 2001).

En cuanto a la biología floral de la especie en el corregimiento de Tarapacá, Amazonia colombiana, los botones florales duran aproximadamente 16 días, las flores abiertas permanecen durante 4 días, y entre el engrosamiento del ovario y alcanzar la tonalidad verde pasan aproximadamente 48 días. Los frutos inmaduros (verdes) permanecen en este estado durante unos 10 días, y en estado maduro (rojos a negros) por unos 10 días adicionales. En total, el ciclo completo de formación de frutos dura aproximadamente 85 días, comenzando en diciembre y extendiéndose por lo general hasta marzo (Inga, *et al.*, 2001) (**Figura 17**).

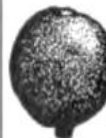
Estado de Floración				Estado de Fructificación							
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8
											
7	7	4 - 5 horas		7	7	12	10	7	7	6	6
7	14	15		22	29	41	51	58	65	71	77
Escala 				Escala 							
Diciembre		Enero				Febrero		Marzo			

Figura 17. Descripción morfológica de la fenología de *M. dubia* (Tomado de Inga et al., 2001).

Según Hernández y Barrera (2010) y observaciones en campo, la floración del camu camu inicia a principios de octubre y se prolonga hasta diciembre y enero, que corresponde a los meses más secos. La floración de la planta ocurre durante los periodos en los que los ríos disminuyen su caudal y las plantas quedan libres de inundaciones (Riva y González, 1997 citado por Velásquez *et al.*, 2006). La mayor producción de frutos se concentra en los meses de **febrero a marzo**, logrando extenderse en algunas ocasiones hasta el mes de mayo (**Figura 18**), teniendo una cosecha durante el año, la cual se traslapa con los inicios de los meses más lluviosos (mayo, junio y julio).

Es importante tener en cuenta que según información dada por los cosechadores es posible que se presenten **dos cosechas al año**, esto es debido a cambios atípicos en los niveles del río. La segunda cosecha se denomina “mitaca” y se presenta entre septiembre y octubre, sin embargo, no es algo común, ni refieren que suceda cada cierto intervalo de tiempo.



Figura 18. Calendario fenológico y vegetativo (incluyendo defoliación o pérdida de hojas) de camu camu en la amazonia colombiana. Fotos: Castro, S. y Polania, A.

Por otro lado, según Pinedo, et al. (2001) y Peters y Vásquez (1996), **existe un porcentaje de frutos que puede oscilar entre el 15 y el 73%** que son abortados antes de llegar a la madurez. Sin embargo, Peters y Vásquez (1996),

demonstraron que el cuaje de frutos se mantiene constante a lo largo de todas las categorías de tamaño de la especie, teniendo una oferta constante como se observa normalmente en épocas de cosecha, cuando las inundaciones no son un limitante para la recolección de los frutos.

Adicionalmente, según un estudio realizado por Farro y Pinedo (2010) en cinco cuencas amazónicas (Putumayo, Napo, Curaray, Tigre e Itaya) demostraron que los frutos provenientes de la cuenca **del río Putumayo son más retenidos en las ramas** que los frutos de las otras cuencas. Así mismo, las ramas más gruesas además de producir más frutos también evidenciaron una mayor retención de los frutos. Este mismo estudio, estableció que factores climáticos también influyen en el aborto de flores y frutos. Por un lado, cuando la temperatura disminuye también disminuye la caída del fruto y por otro lado, cuando la precipitación disminuye aumenta la caída de frutos.

Manejo de las semillas de camu camu

De acuerdo con Imán-Correa (2001) el proceso del manejo de semillas de camu camu incluye (i) identificación de plantas madres; (ii) obtención de semillas de calidad y (iii) procesamiento y desinfección de semillas.

Identificación de plantas madres: Este proceso consiste en seleccionar plantas con buenas características morfológicas como buen porte, planta con copa abierta o cónica, libre de enfermedades y una alta productividad de frutos.

Obtención de semillas de calidad: En primera medida los frutos deben provenir de plantas madres previamente identificadas y seleccionadas, posteriormente es recomendable que la semilla sea extraída de frutos maduros, es decir, que hayan alcanzado más del 75% de tonalidad morado oscuro (**Figura 19**). Seguido de esto, la semilla debe ser extraída de forma manual. Durante este proceso se recomienda realizar la selección de semillas, omitiendo aquellas que son muy pequeñas o que tienen algún tipo de malformación.



Figura 19. Fruto maduro de camu camu. Notese el color morado oscuro en la totalidad del fruto. Foto: Castro, S.

Manejo de las semillas: Una vez las semillas son extraídas, estas pueden ser depositadas en recipientes de agua limpia mezclada con hipoclorito de sodio al 0,5% (lejía) con el fin de facilitar la separación de la pulpa de la semilla. Seguido de esto, la semilla debe lavarse con abundante agua y si es posible con arena de río con el fin de generar fricción con la pulpa aun residual en la semilla.

Desinfección de las semillas: Según este autor la desinfección de las semillas se puede realizar sumergiéndolas durante 20 minutos en una solución de Benomyl al 0.5% (un fungicida utilizado para controlar enfermedades causadas por hongos) y posteriormente dejándolas airear bajo sombra en mallas o papel periódico.

Una vez realizados estos procesos, la semilla está apta para iniciar su proceso de germinación que puede ser realizado en bolsas utilizando como sustrato aserrín preferiblemente de maderas rojas.

Propagación

Esta especie puede ser propagada por semilla (sexual) y vegetativamente (Pinedo, *et al.*, 2001 y Escobar, *et al.*, 2003).

Propagación sexual:

A continuación, se describen algunos factores que se deben tener en cuenta para la selección de material vegetal de camu camu para su propagación sexual (Pinedo, *et al.*, 2001):

1. **Procedencia:** Obtener la semilla de rodales con frutos de mayor tamaño, según Pinedo, *et al.* (2001), los camucamales del río Putumayo son los que presentan esta característica.
2. **Selección de la planta y frutos para semilla:** Se deben priorizar aquellos tallos o ramets con un alto rendimiento de producción de fruta, alto contenido de vitamina C y alta producción de pulpa (si se cuenta con esta información). Otros criterios complementarios son la arquitectura de la planta con copas amplias (coposas) y desarrolladas a nivel horizontal y plantas frondosas.
3. **Selección de los frutos:** Tener en cuenta frutos en un excelente estado sanitario, tamaño y madurez. Las semillas deben extraerse de los frutos en estado maduro (*i.e.* más del 75% del fruto debe estar de color rojo intenso), los frutos deben tener un diámetro mayor a 2,5 cm y un peso mayor a 10gr, considerando los frutos de estas dimensiones como medianos o grandes.
4. **Extracción de la semilla y procesos pre-germinativos:** Se estima que cada fruto contiene entre 2 y 4 semillas (Ardila-Ortiz y Yunda, 2017) y que las semillas pueden permanecer en el fruto durante 4 días sin disminuir su porcentaje de germinación (Osorio-Moreno, 2001). La semilla debe extraerse manualmente y se recomienda aplicar un tratamiento pre-germinativo de escarificación e inmersión para facilitar la separación de la pulpa de la semilla en agua con hipoclorito de sodio (cloro) a una relación de 10 ml de cloro en 30 litros de agua. Bajo las recomendaciones descritas anteriormente se puede obtener un buen porcentaje de germinación que da inicio a los 10 días. Según Osorio-Moreno (2001) es posible obtener un porcentaje de germinación del 100% recién extraídas las semillas del fruto. Algunos estudios en la amazonía peruana demuestran que la germinación inicia a los 12 días y finaliza a los 133, se estima que a los 270 días de edad la planta puede ser trasplantada en el suelo definitivo ya que alcanzan una altura promedio de 40 cm.
5. **Conservación de la semilla:** Según Pinedo, *et al.* (2001) la semilla puede ser conservada por más de un año sin comprometer de manera importante sus tasas de germinación en inmersión en agua debido a la condición recalcitrante de sus semillas.

Propagación asexual:

Esta especie puede ser mejorada a partir de injertos (**Figura 20**) con variedades seleccionadas para el establecimiento de plantaciones con mejores producciones y más resistentes (Osorio-Moreno, 2001).

Pinedo, *et al.* (2001) también ha reportado la propagación por medio de acodos (**Figura 21**) para esta especie. Este proceso consiste en seleccionar un brote o rama basal (chupón), acomodarlo de tal manera que toque el suelo y permita acumulación de tierra en su entorno (aporque) para posteriormente separarlo de la rama madre una vez enraice, ya con raíces puede ser trasplantada al terreno definitivo. Este método de propagación es posible empezar a implementarlo con plantas de cuatro años y se estima que una vez puesta la rama en el cúmulo de suelo al cabo de 125 días este chupón o brote puede ser retirado de la planta madre.

Este mismo autor, establece que se han realizado ensayos de propagación vegetativa por **estacas** para esta especie con un éxito de enraizamiento estimado entre 20% y 75%. Los ensayos fueron realizados con estacas de diámetro entre 1 y 2,5 cm y altura de 25 cm. Un factor clave para este tipo de propagación es la humedad del sustrato utilizado.

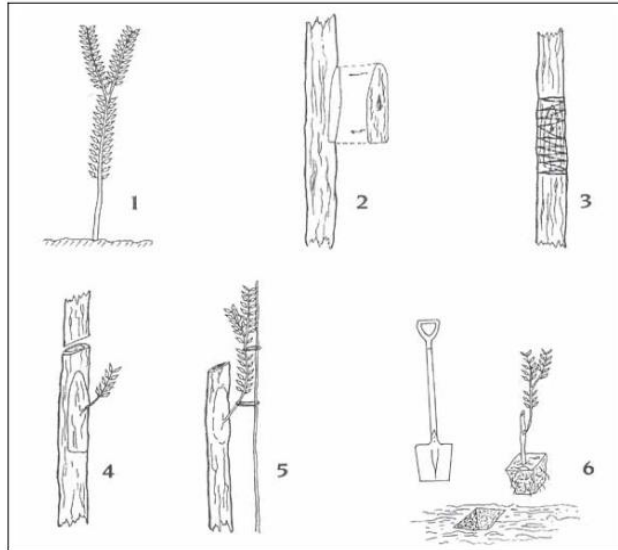


Figura 20. Injerto. 1. Plántula lista de camu camu para ser injertado (tallo con 10 mm de diámetro). 2. Yema de otro individuo con astilla de 3 cm de longitud en inserción lateral. 3. Yema fijada por atadura con cinta plástica. 4. Brote con injerto. 5. Tutorado de injerto. 6. Plántula con “pan de tierra” listo para el trasplante. Tomado de Pinedo, *et al.* (2001)

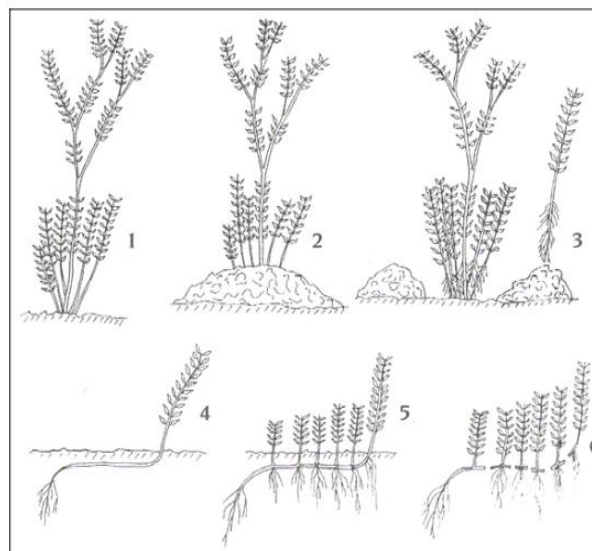


Figura 21. Propagación vegetativa por acodo: 1. Planta adulta de 3-4 años con brotes basales. 2. Suelo acumulado entorno a varios chupones o brotes con el fin de estimular su enraizamiento. 3. Brotes enraizados y aislamiento luego de 4 meses de aporque. 4. Brote aislado y trasladado a terreno. 5. Brotes en desarrollo luego de 5 meses de aporque. 6. aislamiento de brotes listos para el trasplante. Tomado de Pinedo, *et al.* (2001).

Pre-trasplante y trasplante de plántulas de camu camu

Pinedo, *et al.* (2001) sugiere las siguientes recomendaciones para incrementar el éxito de sobrevivencia de las plántulas de camu camu:

Pre-trasplante y trasplante

1. Selección previa del lugar: El lugar seleccionado debe ser muy sombreado y húmedo, plano, con suelo arcilloso y alto contenido de nutrientes.

2. Delimitar el área: En áreas de pre-trasplante se requieren 12 m² para obtener 1200 plántulas de camu camu necesarios para establecer posteriormente en una hectárea. Aunque para mayor detalle se debe revisar la sección de distanciamientos.
3. Limpieza del área sin reducir la sombra natural: El área de pre-trasplante debe limpiarse de malezas pequeñas o restos vegetales. No se debe eliminar la vegetación que aporta sombra al área.
4. Trasplante temporal: Este autor sugiere dejar un distanciamiento de 15 x 15 cm entre hoyos, estos deberán tener una profundidad de alrededor de 10 cm y un diámetro de 4 cm para plántulas con altura entre 60 y 80 cm.
5. Trasplante a raíz desnuda: Es importante que las plántulas trasplantadas a raíz desnuda provenientes de rodales naturales o provenientes de semillas, estacas o injertadas presentarán una defoliación (pérdida de hojas) una vez sean trasplantadas.
6. Trasplante con “pan de tierra”: Al cabo de una semana, podrán extraerse las plántulas con ayuda de un machete y efectuando cortes de tal manera que el sistema radicular pueda sacar con una porción de suelo o “pan de tierra” ya que esto aumenta la probabilidad de sobrevivencia de las plántulas y limita la defoliación de las plántulas. Se recomienda realizar la limpieza del terreno definitivo un poco antes de que inicie la época de lluvia e inundación del camucamal.

3. Metodología de elaboración del protocolo

La metodología detallada de elaboración del PMS del camu camu (*Myrciaria dubia*) se presenta en la **Figura 22**.

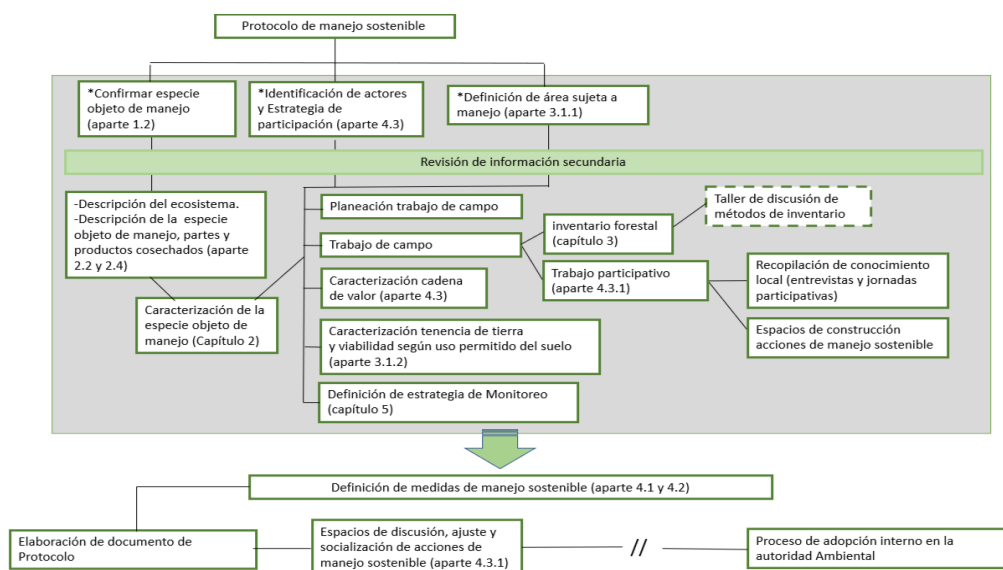


Figura 22. Metodología para la elaboración del PMS de camucamu (*Myrciaria dubia*). Fuente: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

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 camu camu 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, entre otras, con el fin de obtener información general sobre su distribución, biología, ecología, etc. Seguido de esto, en dos talleres

realizados en abril y mayo de 2024 en Leticia, área no municipalizada de Tarapacá (Amazonas) y Puerto Asís (Putumayo) se socializó el proyecto con actores institucionales de Corpoamazonia e investigadores del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, así como con cosechadores y transformadores de camu camu, con el fin de consolidar información primaria de la especie. De forma paralela, por vía telefónica fueron contactados otros cosechadores y transformadores de camu camu ubicados en los municipios de Puerto Leguizamo y Puerto Asís en el departamento de Putumayo.

ii. Trabajo de campo

Esta fase incluyó una salida realizada entre abril y mayo de 2024 al departamento de Amazonas donde se identificaron las poblaciones más representativas de camucamu, allí se realizaron las respectivas colectas botánicas para la identificación de la especie objeto de manejo bajo la jurisdicción de Corpoamazonía, adicionalmente se estableció contacto con actores clave como la Asociación de mujeres comunitarias de Tarapacá (ASMUCOTAR) para determinar las áreas para realizar inventarios.

En la sección 3.4 del presente documento se detallan los métodos del inventario estadístico realizado en 4 lagos del área no municipalizada de Tarapacá (Sacambú, Juró de Brasil, Santa Clara y Piexeboi). Cabe destacar que la fase de campo incluyó espacios de socialización con cosechadores de camucamu, 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 PFNM

La identificación de actores de la cadena productiva de los frutos del camu camu en la jurisdicción de Corpoamazonía 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 conocedores locales, productores y comercializadores de camucamu asociados e independientes, empresas compradoras y transformadoras de camucamu como Restaurante tierras amazónicas, Hotel Waira, Restaurante El Santo Angel, Helados Nai Chi, Supermercado Ruco, Selva Nevada, Jero El Granjero y Jugos Mamba, investigadores de distintas instituciones como el Instituto SINCHI, profesionales de Corpoamazonía, entre otros.

La identificación de los actores anteriormente mencionados inició con la consolidación de una base de datos que incluía información general de cada actor (**Tabla 3**).

Nombre y apellidos	Institución/Asociación	Teléfono de contacto	Correo electrónico	Departamento	Municipio/área no municipalizada	Experiencia directa con camu camu - Breve ¿qué está haciendo? ¿Dónde?	Experiencia indirecta con camu camu - Breve ¿qué está haciendo? ¿Dónde?
--------------------	------------------------	----------------------	--------------------	--------------	----------------------------------	---	---

Tabla 3. Información general y experiencias relacionadas con camu camu.

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 Leticia, área no municipalizada de Tarapacá (Amazonas) y Puerto Asís (Putumayo). La agenda y participantes de estos talleres se detallan en la sección 3.3 del presente documento. La base de datos consolidada de actores relacionados con el camucamu en la jurisdicción Corpoamazonía se encuentra como **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 camucamu, intermediarios y comercializadores de productos elaborados con camucamu.

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 camucamu (*M. dubia*) en la jurisdicción de la Corpoamazonia fueron:

Revisión de información secundaria:

Esta fase incluyó la revisión de bibliografía (**Tabla 4**) relacionada con estudios e investigaciones de camu camu en la región Amazónica con el fin de identificar la ocurrencia de la especie en los diferentes municipios de la jurisdicción y sus requerimientos biológicos y ecológicos.

Información bibliográfica clave para identificación de áreas de manejo sostenible en Jurisdicción Corpoamazonia		
Nombre	Fuente	Localidades Reportadas
Oligarchic forests of economic plants in Amazonia: Utilization and conservation of an Important Tropical Resource	Peters, <i>et al.</i> , 1989	Afluentes del río Amazonas. En Colombia el río Putumayo y en Perú el río Ucayali
Sistema de producción de camu camu en restinga	Pinedo, <i>et al.</i> , 2001	Cuenca fronteriza peruano-colombiana del río Putumayo
Especies priorizadas de la Amazonia: Conservación, manejo y utilización del germoplasma	Osorio-Moreno, 2001	Caquetá
El cultivo de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H. B. K. McVaugh) manejo y utilización	Zuluaga, J., <i>et al.</i> , 2003	Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual, San Vicente del Caguán (Caquetá)
Análisis de las propiedades físico-químico y fertilidad de algunos suelos aluviales con potencial para el cultivo del Camu-camu (<i>Myrciaria dubia</i>) en cuatro municipios del departamento del Putumayo	Montoya, A. I. y Escobar, C. J., 2003	Puerto Asís, Puerto Guzmán, Puerto Caicedo y Villagarzón (Putumayo)
Definición de áreas óptimas y estudio de factibilidad para la transformación y mercadeo del camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> H. B. K. McVaugh) en el departamento de Putumayo: boletín técnico	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2003	Municipios de Puerto Guzmán, Puerto Asís, Puerto Caicedo y Villagarzón (Putumayo)
Posibles factores que producen la caída de fruto de <i>Myrciaria dubia</i> (HBK) McVaugh, “camu camu” durante la fenología reproductiva de la colección “cinco cuencas” en el centro experimental San Miguel - IIAP, Loreto, Perú	Farro y Pinedo, 2010	Cuencas amazónicas: Ríos Putumayo (Colombia-Perú), Tigre, Itaya, Napo y Curaray
Camu camu (<i>Myrciaria dubia</i> (Kunth McVaugh))	Hernández y Barrera, 2010	Área no municipalizada de Tarapacá Lagos Piexeboi, Cumprido, Santa Clara, Sacambú y Juró de Brasil
Diversidade e conhecimento local de camu-camu [<i>Myrciaria dubia</i> (Kunth) McVaugh] de povos indígenas na Amazônia colombiana	Aguirre-Neira, 2020	Área no municipalizada de Tarapacá con más de 5000 m ² de poblaciones naturales de camu camu, Resguardo Cotuhé, y Resguardo Uitiboc

Tabla 4. Información bibliográfica clave para identificación de áreas con camu camu en Jurisdicción Corpoamazonia.

Priorización de áreas para inventarios

Con el fin de tener una visión más amplia de las posibles áreas de manejo sostenible de camu camu en la jurisdicción de Corpoamazonia, paralelamente a la revisión de información secundaria fueron listados los municipios bajo la jurisdicción que tuvieran registros biológicos para la especie reportados en herbarios nacionales como Herbario Nacional Colombiano (COL), Herbario Amazónico Colombiano (COAH) y el Herbario del Missouri Botanical Garden (MO) y en el catálogo de la vida Global Biodiversity Information Facility (GBIF) que además cumplieran con las condiciones ambientales (altitud, temperatura, humedad, precipitación, suelos, entre otras) y coberturas (presencia zonas inundables) requeridas por la especie *M. dubia*.

Adicionalmente, debido a **la limitada distribución de esta especie**, la comunicación con empresas comercializadoras de productos elaborados con camu camu fue clave para establecer el contacto con cosechadores, lo que permitió identificar poblaciones naturales de esta especie en el área no municipalizada de Tarapacá y El Encanto en el departamento de Amazonas y en Puerto Leguízamo, Putumayo.

Salidas de reconocimiento y talleres de socialización

Durante la salida de reconocimiento y espacios de socialización (**Tabla 5**) se realizaron entrevistas semiestructuradas para indagar y documentar la presencia de camu camu en los municipios o en el área no municipalizada y su abundancia, adicionalmente, se realizaron recorridos de reconocimiento en zonas con poblaciones naturales de camu camu.

Salida	Fecha	Municipios o áreas no municipalizadas visitadas
1	Abril – mayo de 2024	Leticia, Puerto Nariño, Área no Municipalizada de Tarapacá
2	24 de mayo de 2024	Puerto Asís, Putumayo

Tabla 5. Salida de reconocimiento y espacios de socialización para la identificación de áreas de manejo sostenible de camu camu.

De acuerdo con la información recopilada de distintos actores y producto de las salidas de campo se identifican los siguientes municipios con poblaciones naturales de camu camu (**Tabla 6**).

Departamento	Municipio o área no municipalizada
Putumayo	Puerto Asís
Amazonas	Tarapacá, El Encanto

Tabla 6. Municipios con poblaciones naturales de camu camu en la jurisdicción de Corpoamazonia.

Áreas de manejo sostenible de *M. dubia*

La identificación preliminar de las áreas objeto de manejo sostenible de camu camu en la jurisdicción de Corpoamazonia se realizó teniendo en cuenta los **procesos adelantados** en términos de transformación y comercialización de la especie por parte de comunidades locales, como la Asociación de mujeres comunitarias de Tarapacá (ASMUCOTAR) en el departamento de Amazonas. Adicionalmente, información y aportes dados sobre otros actores relacionados con la especie en el departamento de Putumayo, donde el comercio de la especie es mayormente local. Adicionalmente, se incluyeron registros biológicos de GBIF.org (2023), registros obtenidos de herbarios COAH, UDBC y expertos de la especie a nivel nacional y coordenadas de áreas de manejo de la especie de resoluciones otorgadas por Corpoamazonia tales como Resolución 467 de 2020 y Resolución 730 de 2011 (**Figura 23**).

Teniendo en cuenta lo anterior, las poblaciones naturales de esta especie se encuentran distribuidas dentro de la jurisdicción de Corpoamazonia en los departamentos de **Putumayo y Amazonas**. Presentando una mayor **representatividad de poblaciones naturales** en los lagos del área no municipalizada de Tarapacá (Santa Clara, Sacambú, Juró de Brasil y Piexeboi), Amazonas. De hecho, según Aguirre-Neira (2020) Tarapacá se reconoce como

la única localidad de Colombia donde se conocen camucamales (rodales naturales monoespecíficos) de más de 5000 m². En vista de lo anterior, esta área fue priorizada para la realización de los inventarios para el presente protocolo (Figura 24).

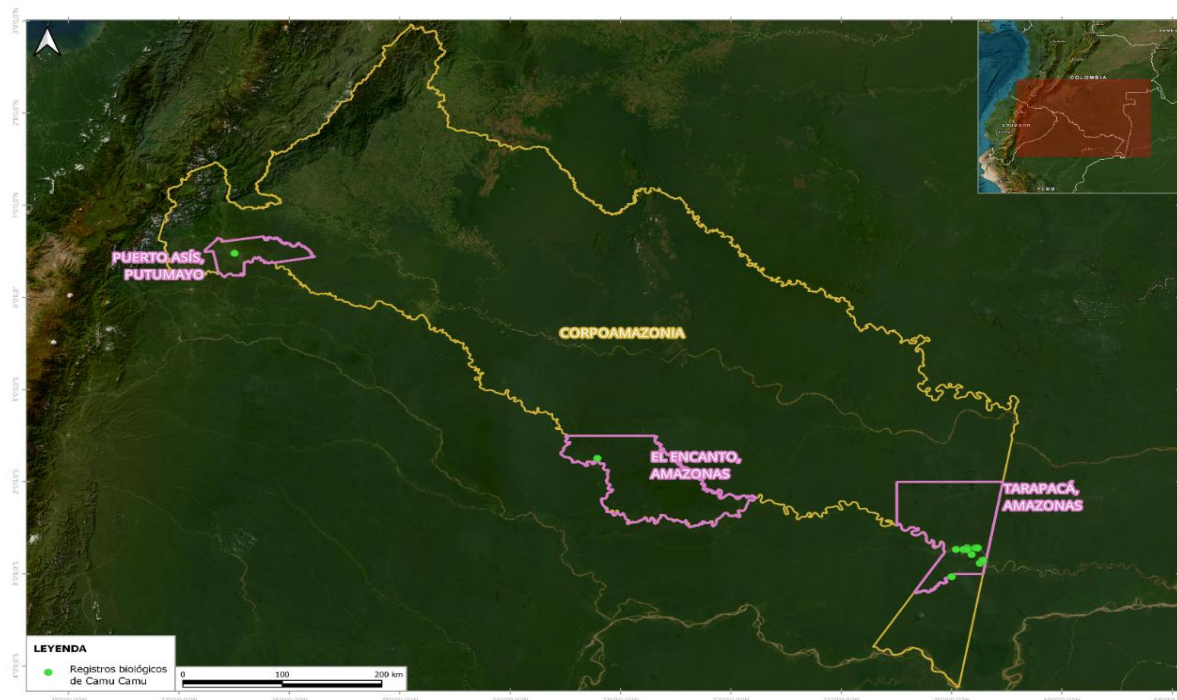


Figura 23. Registros biológicos de camu camu en la jurisdicción de Corpoamazonia.



Figura 24. Lagos de Tarapacá priorizados para realización de inventarios de camu camu.

3.3. Estrategia de participación

Teniendo en cuenta que el PMS debe considerar el conocimiento empírico o tradicional de los actores locales sobre el camucamu (*M. dubia*), 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 los meses de abril y mayo de 2024 se realizaron visitas de reconocimiento y/o espacios de socialización del proyecto para validar la presencia de poblaciones representativas de camu camu y generar contactos con actores locales relacionados con la especie para realizar inventarios.

Socialización del proyecto “Cadenas de valor de PFNM” y diálogo de saberes con conocedores locales en Leticia y Puerto Nariño, Amazonas

Leticia (9 de abril de 2024): Esta socialización se llevó a cabo en el mercado de Leticia con un cosechador de camu camu que comercializa sus frutos en el mercado de Leticia. Adicionalmente, se visitaron las áreas de cosecha ubicadas en la comunidad de Santa Sofía donde se pudo evidenciar que existe otra especie probablemente de la familia Myrtaceae también llamada comúnmente camucamu de porte arbóreo. Además, es posible observar cultivos de la especie objeto de este protocolo *M. dubia* en esta localidad. Durante la visita al área de manejo sostenible de camu camu, el cosechador socializó los métodos y épocas de cosecha y los individuos tanto arbóreos como cultivados fueron georreferenciados y les fue medido su DAP y área de copa (**Figura 25** y **Figura 26**).

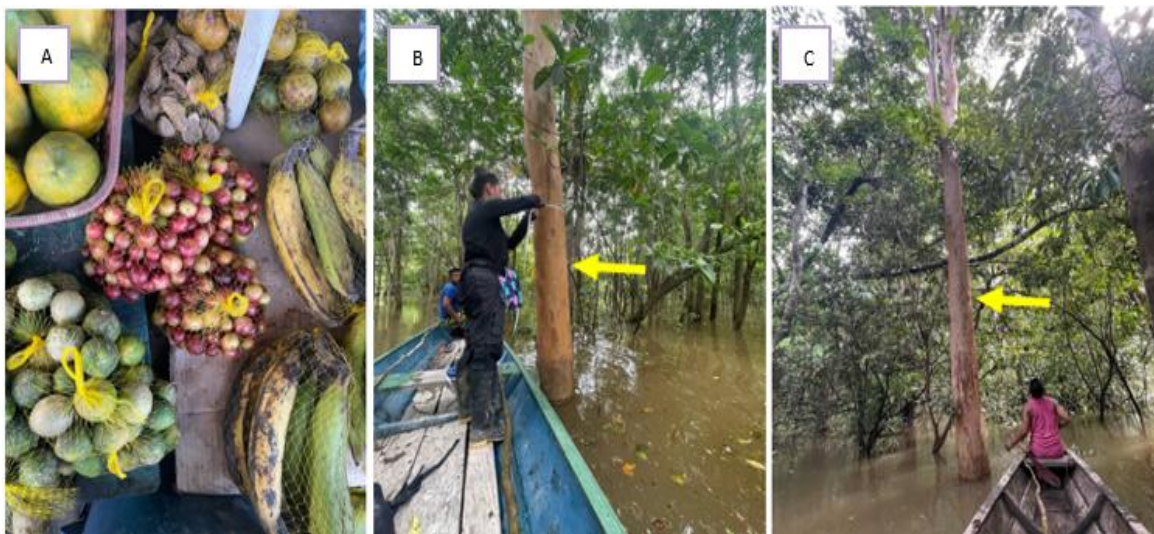


Figura 25. Camu camu comercializado en el mercado de Leticia (A), medición de camucamu de porte arbóreo (Otra especie de la Familia Myrtaceae) en comunidad de Santa Sofía, Leticia (B y C).



Figura 26. Camu camu en cultivos en comunidad de Santa Sofía (A y B) y medición de individuos cultivados (C).

Puerto Nariño (13 de abril de 2024): La socialización del proyecto se realizó el día 13 de abril de 2024 en el Mercado de Puerto Nariño, en este sitio se evidenció que la mayoría de camu camu comercializado proviene de Perú, sin embargo, el proyecto fue socializado con dos conocedores locales de camu camu que **no** lo comercializan, pero lo reconocen en campo ya que su actividad económica está relacionada con la pesca en los lagos donde se presenta la especie. Al igual que en Leticia, se identifica otra especie de Myrtaceae de porte arbóreo conocida comúnmente como camu camu. Los individuos fueron visitados, georreferenciados y se les midió el DAP y su área de copa. En esta localidad también fue posible observar un cultivo de *M. dubia*, al cual no fue posible acceder para obtener sus mediciones (**Figura 27**).



Figura 27. Cultivo de camu camu en Puerto Nariño, Amazonas (A) y medición de DAP de camu camu (Otra especie de la Familia Myrtaceae) arbóreo en Lago Tarapoto, Puerto Nariño (B).

Espacio de socialización de proyecto “Cadenas de valor de Productos Forestales No Maderables (PFNM)” (15 de abril de 2024)

Este taller fue desarrollado el día 15 de abril de 2024 en la sede de Corpoamazonia, Leticia y tuvo como objetivo socializar con los actores Institucionales relacionados con el manejo de camucamu en la jurisdicción de Corpoamazonia 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.

Socialización del Decreto 690 de 2021 con énfasis en los Protocolos de manejo sostenible

Samanta Castro del Instituto Humboldt inició dando un contexto sobre el proyecto Cadenas de valor de PPNM, haciendo referencia por un lado a la elaboración del Protocolo de Manejo Sostenible de seis especies proveedoras de PPNM a nivel nacional y por otro, al componente relacionado con bioeconomía, específicamente con la caracterización de sus clústeres productivos, identificación de necesidades y oportunidades de benchmarking, recomendaciones de buenas prácticas, entre otros.

Posteriormente, se socializó la diferencia de los documentos técnicos (Estudio técnico y Protocolo de Manejo Sostenible) establecidos por el Decreto 690 de 2021 para el acceso legal al manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables, detallando su contenido y haciendo especial énfasis en el Protocolo de Manejo Sostenible y su metodología de elaboración. Seguido de esto, se dio un contexto general sobre la especie, teniendo en cuenta tanto la información bibliográfica como la visita de reconocimiento realizada previamente en los mercados de Leticia y Puerto Nariño y áreas de cosecha en la comunidad de Santa Sofía en Leticia. Finalmente, se precisaron las áreas identificadas en la jurisdicción con presencia de poblaciones naturales y se abrió un espacio para que los asistentes compartieran las experiencias de las Instituciones relacionadas con camucamu (**Figura 28**).

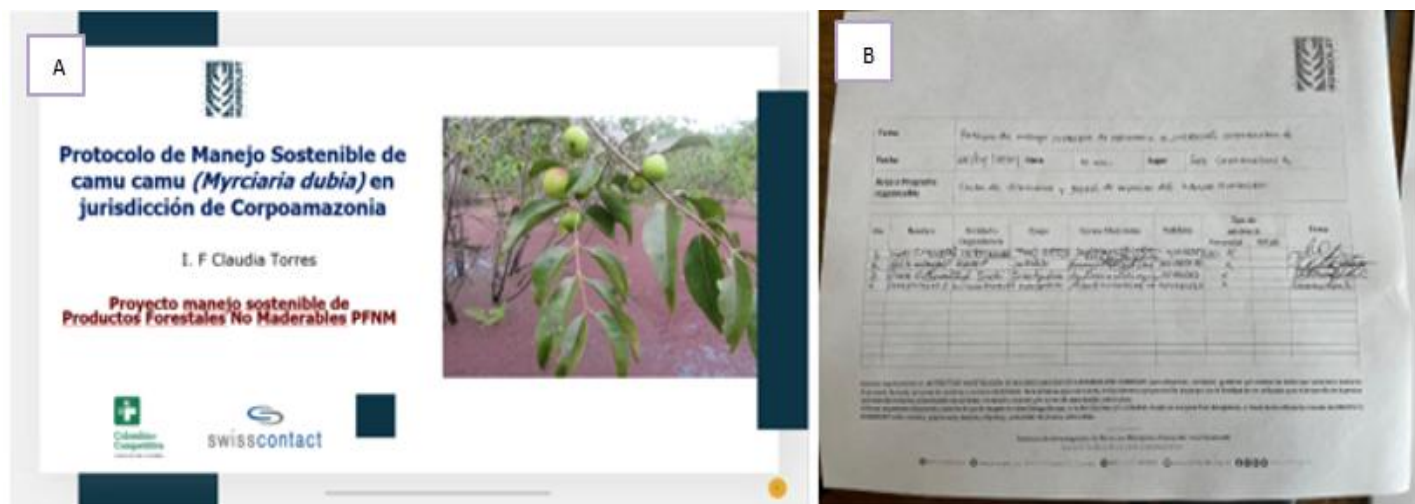


Figura 28. Socialización de proyecto “Cadenas de valor de Productos Forestales No Maderables (PPNM)” con actores institucionales (Corpoamazonia e Instituto Sinchi) (A) Lista de asistencia al espacio de socialización en la sede de Corpoamazonia (B).

Socialización del proyecto “Cadenas de valor de PPNM” y diálogo de saberes con conocedores locales en Tarapacá, Amazonas (19 de abril de 2024)

Esta socialización se llevó a cabo el 19 de abril de 2024 con diferentes cosechadores y representante legal de ASMUCOTAR en el área no municipalizada de Tarapacá, Amazonas. Este espacio incluyó la identificación y planificación para visita a áreas de cosecha (Lago Piexeboi, Santa Clara, Sacambú y Juró de Brasil). Los asistentes socializaron las épocas de cosecha, aspectos ecológicos de la especie, estrategias adelantadas de propagación, entre otras (**Figura 29**).



Figura 29. Socialización del proyecto y visita a áreas de cosecha de camu camu en Tarapacá, Amazonas.

Socialización del proyecto “Cadenas de valor de PPNM” y diálogo de saberes con conocedores locales en sede de Corpoamazonia en Puerto Asís, Putumayo (24 de mayo de 2024)

En la sede de Puerto Asís de Corpoamazonia se reunieron representantes de organizaciones locales, organizaciones de apoyo, representantes de Corpoamazonia y un agricultor, para dialogar sobre el protocolo de uso sostenible del camu camu en la jurisdicción de Corpoamazonia.

Se socializó el proyecto “Cadenas de valor de PPNM. La socialización hizo énfasis en el Protocolo de Manejo Sostenible para la jurisdicción de la Corpoamazonia. Este documento técnico consolidará el conocimiento de esta especie con miras a generar los lineamientos para su manejo sostenible, teniendo en cuenta la participación de diferentes actores relacionados, incluyendo cosechadores, investigadores, universidades, entre otros. También se dio un contexto general sobre el Decreto 690 de 2021 y la importancia del estudio de las poblaciones naturales de camu camu, y se compartió con los asistentes los avances en el desarrollo de inventarios de esta especie en Tarapacá.

Al finalizar la presentación, Marcela Arango, investigadora del Instituto, convocó a las personas participantes a compartir información sobre los diferentes eslabones de la cadena de valor del camu camu en Putumayo (Figura 30).

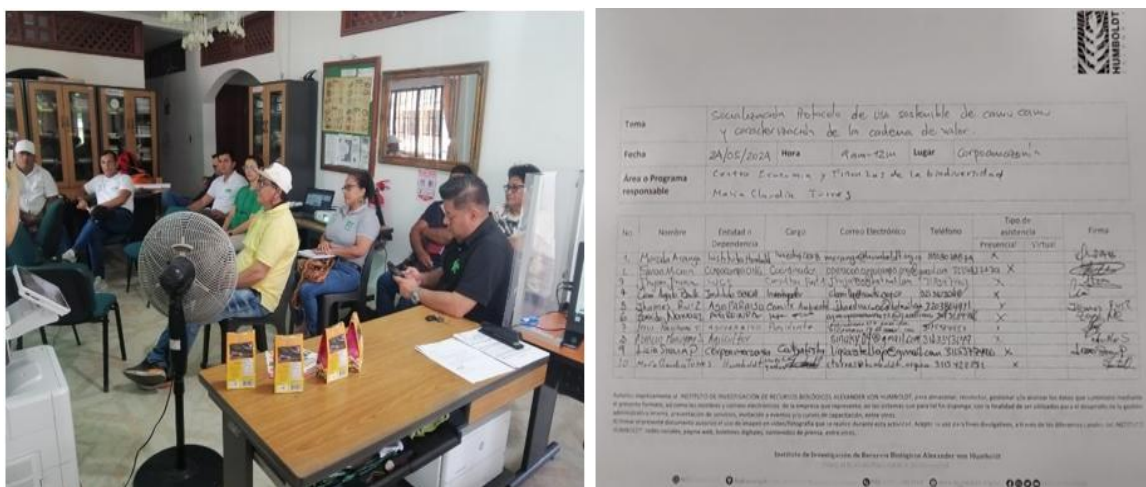


Figura 30. Asistentes a socialización del protocolo de manejo sostenible de camu camu en Puerto Asís, Putumayo.

Taller de socialización del protocolo de manejo sostenible de camu camu (*Myrciaria dubia*) y retroalimentación por parte de actores relacionados (20 de septiembre de 2024)

El día 20 de septiembre del 2024 se realizó la socialización del Protocolo de manejo sostenible - PMS de camu camu en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA a los diferentes actores relacionados con la cosecha, transformación, comercialización e investigación de la especie. El taller tuvo modalidad mixta, con componente presencial en la ciudad de Leticia. En el marco de este taller se realizó una retroalimentación y comentarios por parte de los actores relacionados con el camu camu 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

Teniendo en cuenta que el camu camu se encuentra en zonas inundables y que muchas veces el nivel del río limita el acceso a los rodales de camu camu, se proponen dos métodos de muestreo para la realización de los inventarios.

Diseño de muestreo en aguas bajas

Según Hernández y Barrera (2010) y Asmucotar e Instituto Sinchi (2020) el diseño de muestreo aplicado para camu camu en la época de aguas bajas corresponde a un muestreo **sistemático**. Las unidades de muestreo son cuadrantes independientes o continuos que generan transectos de largo variable que dependen del tamaño del camucamal y de las facilidades del muestreo.

Unidades de muestreo en aguas bajas

Este método se realiza cuando los niveles del agua del lago bajan y consiste en realizar cuadrantes independientes o continuos de 5 x 5 m. De acuerdo con el tamaño del rodal de camu camu, se pueden realizar transectos de 5 (Figura 31 color rojo) o 10 m ancho (Figura 31 color verde) y longitud variable. El ancho puede variar entre 5 y 10 metros ya que, en aguas bajas, es posible caminar dentro del rodal. Se mide el diámetro a un (1) metro de altura desde el nivel del suelo, la altura total y se registra la presencia de flores y/o frutos para cada uno de los tallos o ramets mayores a 2 cm de diámetro presentes en el transecto.

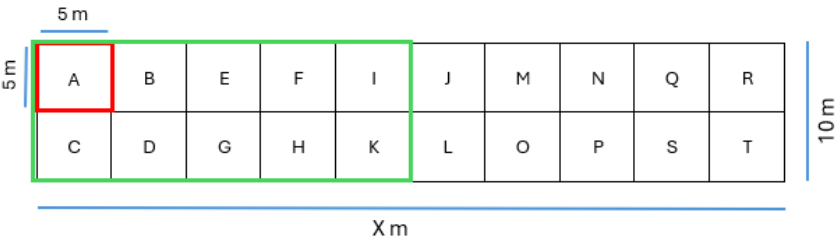


Figura 31. Diseño del muestreo de camu camu en aguas bajas. Metodología tomada de Hernández y Barrera (2010). Dependiendo del tamaño del camucamal puede ser un cuadrante (ejemplo color rojo) o varios continuos (ejemplo color verde). El orden de la marcación de los cuadrantes (A, B, C...) se estableció de acuerdo a lo realizado por Asmucotar e Instituto Sinchi (2020).

Diseño de muestreo en aguas altas

Este diseño de muestreo aplicado fue ajustado de la metodología dada por Peters y Hammond (1990) y Hernández y Barrera (2010) y corresponde a un **muestreo adaptativo**, enfocado a los rodales de camu camu con facilidades de acceso en época de aguas altas. 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. Las unidades de muestreo son cuadrantes independientes o continuos que forman transectos de largo variable dependiendo del tamaño del camucamal y de las facilidades de acceso ya que en aguas altas el inventario se realiza desde la canoa (Figura 32).



Figura 32. Inventario de camu camu en aguas altas.

Unidades de muestreo en aguas altas

Durante el periodo de aguas altas se realizaron cuadrantes continuos o transectos de 5 m ancho y longitud variable. El transecto es dividido en cuadrantes de área 5 x 5 m (**Figura 33**) y dentro de cada cuadrante fue medido el diámetro, la altura donde fue medido el diámetro, la altura total y se registró la presencia de flores y frutos de cada uno de los tallos o ramets. Para determinar la independencia de los tallos o ramets se tuvo en cuenta el conocimiento dado por los cosechadores de camu camu y cuando era necesario ellos lo verificaban palpando con el remo o sumergiéndose en el agua.

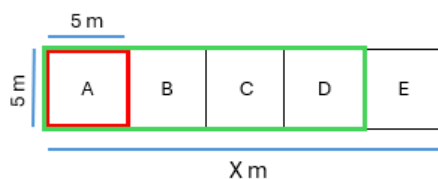


Figura 33. Diseño del muestreo de camu camu en aguas altas. La longitud puede ser variable puede ser de 5 metros (color rojo) o 20 metros (color verde). Metodología ajustada de Hernández y Barrera (2010).

Establecimiento de los transectos

El proceso detallado para el establecimiento de los transectos consiste en:

- i. Se selecciona el rodal de camu camu que se va a muestrear y que cuente con buenas condiciones de acceso y alta abundancia de camu camu.
- ii. Una vez seleccionado se debe ubicar el centro del rodal (a lo ancho) y se traza una línea recta (con pita o cuerda) de longitud variable que abarque la longitud de todo el rodal. Esta línea tiene marcaciones cada cinco metros para limitar el inicio y final del cuadrante.

- iii. Adicionalmente, en sentido perpendicular a la línea trazada anteriormente, se traza una línea a 2,5 metros a lado y lado (total 5 metros para aguas altas) o de 2,5 o 5 metros a lado y lado (total 5 o 10 metros para aguas bajas) y así limitar el ancho del transecto.
- iv. La medición de los tallos o ramets puede realizarse por cuadrante de 5 x 5 metros para mayor facilidad.

Tallos y ramets medidos y registrar en cada transecto

Para la realización de este protocolo, los tallos o ramets medidos y registrados en cada parcela incluyeron todos los tallos o ramets mayores a 2 cm de diámetro, teniendo en cuenta que Hernández y Barrera (2010) reportan que a partir de este diámetro el tallo es productivo. Sin embargo, las características del inventario para interesados en presentar la solicitud de acuerdo con el tipo de usuario definido en el Decreto 690 de 2021 se encuentran detalladas en el **Anexo 1**.

Categorías de tamaño (plántulas, juveniles y adultos)

Es importante destacar que la medición de las categorías de tamaño de plántulas y juveniles de camu camu pueden verse limitadas por el nivel del río al momento de realizar el inventario, pues en varias ocasiones de acuerdo con información reportada por Hernández y Barrera (2010), observaciones en campo y cosechadores locales, **no es posible** acceder a las áreas con presencia de plántulas y juveniles por permanecer inundadas la mayor parte del año, de hecho, la verificación de la presencia de estas categorías de tamaño se han realizado con recorridos en lancha alrededor de las áreas sin poder cuantificar y medir directamente los tallos o ramets. Las categorías de tamaño se encuentran definidas en la **sección 4.3** del presente documento (**Tabla 14**).

Variables registradas por tallo o ramet

En la **Figura 34** se presentan las variables registradas por tallo o ramet de camu camu.

Protocolo de manejo sostenible de camucamu (<i>Myrciaria dubia</i>) en la jurisdicción Corpoamazonia										
Fecha:		Localidad o lago:				Pedio privado: ____ o público: ____				
Descripción localidad				Área muestreada						
Coinvestigador 1:				Circunferencia (cm): Circunferencia del tallo o ramet.						
Coinvestigador 2:				POM (cm): Altura de medición de la Circunferencia. En aguas bajas 1 metro desde el suelo y en aguas altas se debe tomar la altura por encima del agua a la cual fue medido el Circunferencia.						
Coinvestigador 3:				ESTADO FENOLÓGICO: Inf: Infértil, BF: Botón floral, Fa: Flor abierta, Fv: fruto verde, Fp: fruto pintón, Fm: fruto maduro.						

No. De transecto	Orientación de transecto	No. de cuadrante	Ind	No. De tallo o ramet	Prof (m)	Alt desde superficie (m)	Circunferencia (cm)	POM (m)	Estado fenológico	Observaciones
1	300 ° NW	A	1	1	2,4	1,5	6,8	2,49	Inf	
1	300 ° NW	A	1	2	2,4	1	7	2,4	Fruto verde	
1	300 ° NW	A	1	3	2,4	1,5	6,5	2,7	Inf	

Figura 34. Variables a registrar por tallo o ramet de camu camu.

Las variables estructurales por tallo o ramet se detallan a continuación:

- **No. de Transecto:** Hace referencia al número de transecto que se va a medir (1, 2, 3...).
- **Orientación del transecto:** Se registró la orientación de cada transecto dada por la brújula.
- **No. de Cuadrante:** Corresponde a la letra del cuadrante que pertenece al transecto (A, B, C...) (**Figura 31** o **Figura 33**).

- **Ind:** Hace referencia al identificador para el individuo al que pertenece un conjunto de tallos o ramets (1, 2, 3...).
- **No. De tallo o Ramet:** Corresponde al identificador del tallo o ramet (1, 2, 3...).
- **Prof (m):** Hace referencia a la profundidad del agua al momento del inventario.
- **Alt desde superficie del agua (m):** Corresponde a la altura del tallo o ramet comprendida desde el nivel del agua hasta la última hoja del arbusto.
- **Circunferencia del tallo (cm):** Hace referencia a la circunferencia del tallo o ramet (**Figura 14**).
- **POM (m):** Altura a la que fue medido el Circunferencia del tallo (cm) en aguas altas. Para aguas bajas debe ser un (1) metro desde el suelo.
- **Estado fenológico:** Se debe registrar de acuerdo con la información descrita en la **Tabla 7**.

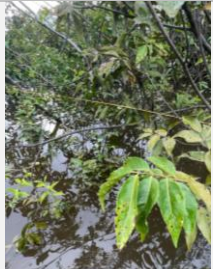
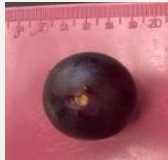
Infértil (Inf)	Botón floral (Bf)	Flor abierta (Fa)	Fruto verde (Fv)	Fruto pintón (Fp)	Fruto maduro (Fm)
	 Tomada de Hernández y Barrera, 2010				

Tabla 7. Visión de los estados fenológicos del arbusto de camu camu.

- **Observaciones:** Describir si el arbusto presenta ramas secas, cortadas, signos o síntomas de alguna enfermedad o plaga, etc.

Marcaje de los tallos o ramets dentro de los transectos

La marcación de los tallos o ramets se realiza por medio de placas de aluminio que se codificaron con el número de transecto, letra del cuadrante, número de individuo y el número de tallo o ramet (**Figura 35**).



Figura 35. Marcación de tallos o ramets de camu camu.

Debido a la alta abundancia de tallos o ramets de camu camu, su marcación se realizó en cuadrantes específicos como se detalla en la **Figura 36**.

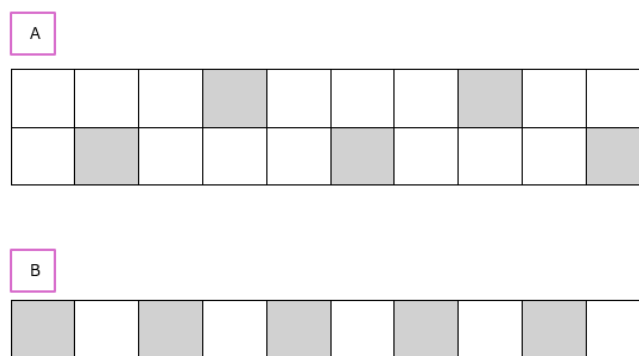


Figura 36. Transectos separados en cuadrantes de 25 m². Metodología en aguas bajas (A) y metodología en aguas altas (B) señalando en gris los cuadrantes donde se marcan todos los tallos o ramets con placas de aluminio.

Los métodos finales sugeridos para los inventarios de camu camu se presentan en el **Anexo 1**.

Inventarios estadísticos

Con el fin de realizar los análisis sobre las poblaciones naturales de camu camu en jurisdicción de Corpoamazonia se realizaron un total de **59 cuadrantes de 25 m²** para un total de 16 cuadrantes o transectos de longitud variable en cuatro lagos del área no municipalizada de Tarapacá, Amazonas. El detalle de la ubicación de los transectos o cuadrantes se presenta en la hoja denominada “Parcelas” en el **Apéndice B**. En la **Tabla 8** se presentan los cuadrantes totalizados por lago.

Lago	No. De cuadrantes	Área total muestreada (m ²)
Sacambú	4	100
Juró de Brasil	6	150
Santa Clara	9	225
Piexeboi	40	1000
Total	59	1475 m ² = 0,15 ha

Tabla 8. Inventarios realizados en Lagos de Tarapacá, Amazonas.

Análisis de información

- Análisis Exploratorio de los datos:** Para iniciar se realizó la consolidación de información tomada en campo. La base de datos incluyó para cada tallo o ramet información de la localidad, profundidad al momento del muestreo, altura total (m), Diámetro (cm), POM (m) o punto de medición del Diámetro y el cálculo del área basal. Teniendo en cuenta que el muestreo realizado fue en temporada de aguas altas, los datos analizados correspondieron a tallos o ramets con diámetro (cm) mayor o igual a 2 cm. La independencia de los tallos fue determinada a partir del conocimiento de cosechadores de camu camu o en su defecto con la ayuda de una vara. Con ayuda del software estadístico R, este análisis también incluyó pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) para las variables morfológicas medidas (altura total y Diámetro) y para abundancia, obteniendo que ninguna de las tres variables es normal ($p\text{value} < 0.05$). Por último, se realizaron pruebas de comparación para las variables morfológicas entre los 4 lagos inventariados a partir de la prueba de Kruskal-wallis y prueba post-hoc de Dunn. Obteniendo que los lagos similares en la variable de altura total son Santa Clara y Piexeboi y en Diámetro todos los lagos difieren de Piexeboi.
- 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).

- c. **Abundancia:** Los datos de abundancia no son normales (Prueba Kolmogorov-Smirnov, $p\text{-value} < 0.05$) y fueron comparados en términos de densidad (tallos o ramets/hectárea). Para su análisis se utilizó la prueba de comparación de medianas para múltiples grupos (*i.e.* tres o más) Kruskal-Wallis en el programa estadístico R y la prueba post-hoc de Dunn para la comparación de densidad de tallos o ramets productivos entre lagos. También se compararon los tallos o ramets productivos entre lagos con diferentes intensidades de cosecha (media y alta) por medio de la prueba de comparación no paramétrica para dos grupos U de Mann-Whitney. Se determinó que el lago con alta intensidad de cosecha es Piexeboi de acuerdo con información reportada por los cosechados, los tres lagos restantes se tomaron como lagos con intensidad media de cosecha. El análisis de abundancias fue complementado de manera gráfica con box plots para densidades por hectárea y por la unidad mínima muestreada (25 m^2).
- d. **Categorías de tamaño:** La definición de las categorías de tamaño se realizó a partir de la revisión de literatura asociada a la especie (Asmucotar e Instituto Sinchi, 2020) y observaciones en campo.
- e. **Producción de la parte a cosechar:** Para el cálculo de la producción de la parte a cosechar se tuvo en cuenta el estudio realizado por Hernández y Barrera (2010), debido a que, durante el momento del inventario, no fue posible tomar registros de producción por ausencia de frutos producto de la época seca de acuerdo con información de los cosechadores. El estudio realizado por Hernández y Barrera (2010) estableció una relación directa entre el diámetro (cm) de los tallos o ramets y la cantidad de frutos producidos, esta fórmula se presenta detallada en la **sección 4.4** de este documento. Esta fórmula se aplicó a todos los individuos que se muestrearon en el inventario realizado en el presente estudio y a partir de la producción obtenida se calculó la producción total estimada por lago. Por otro lado, en campo fueron tomados datos del peso de frutos y número de semillas promedio por fruto a partir de una muestra de 120 frutos. Esta información es clave para la definición posterior de rangos de tamaño (diámetro - cm) y capacidad de producción de los tallos o ramets. Un ejercicio práctico para el cálculo de la producción de la parte a cosechar se presenta en el **Anexo 1**.
- f. **Definición de rangos de tamaño y producción:** Para iniciar la definición de los rangos de tamaño de los tallos o ramets de camu camu se realizó aplicando la regla de Sturges, los datos fueron agrupados en 13 clases de tamaño (para el rango de diámetros comprendidos entre 2,01 cm y 9,42 cm). Posteriormente, se determinó que los datos de diámetros no eran normales (prueba Kolmogorov-Smirnov $p < 0.05$) y por esta razón, se procedió a realizar la prueba no paramétrica de Kruskal-wallis y post hoc de Dunn para determinar si había diferencias significativas entre las clases de tamaño halladas con la regla de Sturges. Tras este análisis se determinaron seis rangos de diámetros (cm) (Clase I a VI con límite inferior de 2,01 cm y superior de 9,42 cm basados en los resultados de los inventarios), teniendo en cuenta que Hernández y Barrera (2010) reportaron diámetros hasta 12 cm, se adicionaron dos clases. Para la clase VII la producción se calculó a partir de la fórmula reportada por estos autores y se estimó como el promedio entre el límite de diámetro inferior y superior de la clase (Límite inferior: 9,43 cm y Límite superior: 11,9 cm) y para la clase VIII se utilizó la producción reportada por Hernández y Barrera (2010). 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**).

Error de muestreo

Siguiendo lo indicado en el Decreto 690 de 2021 y 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%
Diseño de muestreo recomendado para reducir la variabilidad y el error de muestreo. Nota: se debe tener en cuenta que la selección del diseño de muestreo depende de la distribución espacial de la especie dentro del área de cosecha a solicitar		
Aleatorio simple		X
Aleatorio estratificado	X	X
Sistemático		X
Censo	X	

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.

Siguiendo lo indicado en el Anexo 1 de la Resolución 219 de 2025 para el caso de camu camu, con el número de cuadrantes realizados (*i.e.* 59) **se cumplió con el error de muestreo establecido** en el Decreto 690 de 2021 para las variables No. De tallos o ramets (12,6%), altura total (13,9%) Diámetro (11,6%) y área basal (12%). El error de muestreo también fue calculado con los 10 transectos que tenían la misma área (125 m²), **cumpliendo con el error de muestreo** para la variable DAP (18,8%). Los cálculos detallados se encuentran en la hoja denominada “ERROR_MUESTREO_1” para el calculado con los 59 cuadrantes de 25 m² realizados y “ERROR_MUESTREO_2” para los 10 transectos de 125 m² del **Apéndice B**.

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

4.1. Distribución de la especie y áreas de manejo de la autoridad ambiental

De acuerdo con información dada por diferentes expertos que conocen y han trabajado con la especie, la revisión de literatura, las observaciones de campo y el conocimiento de los cosechadores locales, esta especie posee una distribución concentrada principalmente en los lagos del área no municipalizada de Tarapacá, Amazonas (Cumprido, Sacambú, Juró de Brasil, Santa Clara y Piexeboi) en rodales monoespecíficos conocidos como camucamales, para los cuales Hernández y Barrera (2010) han calculado un área total de 25,1 ha (**Tabla 10** y **Figura 24**).

Lago	Área actual (ha) Hernández y Barrera, 2010	Área potencial (ha) Hernández y Barrera, 2010
Sacambú	1,9	1,9
Juró de Brasil	0,7	3,4
Santa Clara	0,2	10
Piexeboi	20,9	30,2
Cumprido	1,4	2,8
Total	25,1	48,3

Tabla 10. Áreas actuales y potenciales de los lagos de Tarapacá. Tomadas de Hernández y Barrera (2010)

No obstante, existen registros de herbario de las localidades de: área no municipalizada de El Encanto en la orilla de la laguna Bosicué en el margen derecho del río Putumayo; en el departamento de Caquetá, municipio de Solano en la región Araracuara, sector Chiribiquete, rebalse del río Yari, La Gamitana; y en el municipio de Puerto Leguízamo (Putumayo) en el Resguardo Indígena de Lagarto Cocha, cuenca del río Cauca, parte baja, bosque húmedo tropical. Si bien se reportan individuos en estas localidades, no se tiene certeza de la presencia de camucamales como los observados en Tarapacá (Amazonas).

Según organizaciones que transforman los frutos de camu camu, existen cultivos incipientes en el municipio de Puerto Asís, Putumayo y cultivos de hasta 10 años en Puerto Leguízamo (Putumayo). Así mismo, en Leticia y Puerto Nariño también se observaron pequeños cultivos.

En cuanto a la cobertura de acuerdo con la nomenclatura Corine Land Cover los registros de esta especie se encuentran en herbazales y bosques densos inundables, sin embargo, un camucamal como población agregada corresponde más a la tipología de herbazal, que a la de bosque, ya que la cobertura del dosel es muy rala y la altura no sobrepasa los 8 metros. Por otra parte, es importante resaltar que la cobertura de camu camu **es dinámica** (Hernández y Barrera, 2010) por tanto, el área actual con rodales de camu camu no es constante en el tiempo y es posible establecer áreas potenciales que puede colonizar la especie en un mismo lago. De hecho, según conocedores locales, en los últimos años esta especie también ha colonizado otros lagos. En este sentido es posible que se llegue a registrar una población de camu camu que en los mapas de coberturas coincida con áreas de lagos o cuerpos de agua debido a la limitada actualización de estos mapas.

Si bien es posible que en la jurisdicción de Corpoamazonia se encuentre camu camu en coberturas de herbazal o de bosque, teniendo en cuenta que el análisis de producción está formulado a nivel de individuo, no es necesario establecer diferentes Unidades de Manejo Forestal¹ basados en el tipo de ecosistema o cobertura donde se encuentre el camu camu.

En la **Figura 37** se presenta el modelo de distribución de esta especie en la jurisdicción de Corpoamazonia. Este modelo fue realizado por el equipo de BioModelos del Instituto Humboldt para la distribución nacional de la especie teniendo en cuenta sus registros de presencia obtenidos de herbarios, GBIF, consulta a expertos y coordenadas de actos administrativos para el otorgamiento del manejo sostenible de la especie, además de un conjunto de 60 variables bioclimáticas y edafológicas predictivas para determinar la presencia de camu camu. Este modelo de distribución potencial actual de camu camu posee una resolución de 1 km². A medida que se conozca mayor información sobre las poblaciones de camu camu, la actualización del modelo de distribución estará disponible en la página <https://biomodelos.humboldt.org.co/>

¹ La Resolución 219 de 2025 define la Unidad de Manejo Forestal como “*el área continua o discontinua definida para llevar a cabo tanto el manejo sostenible de la flora silvestre en los ecosistemas naturales, como de los productos forestales no maderables en los bosques naturales. Puede estar ubicada en baldíos de la Nación con o sin ocupación, en predios de propiedad privada y en predios de propiedad colectiva*”. Es de notar que en esta Resolución, a diferencia de la normativa de aprovechamiento forestal maderable, no se desarrolla el concepto de Unidad de Corta Anual (UCA).

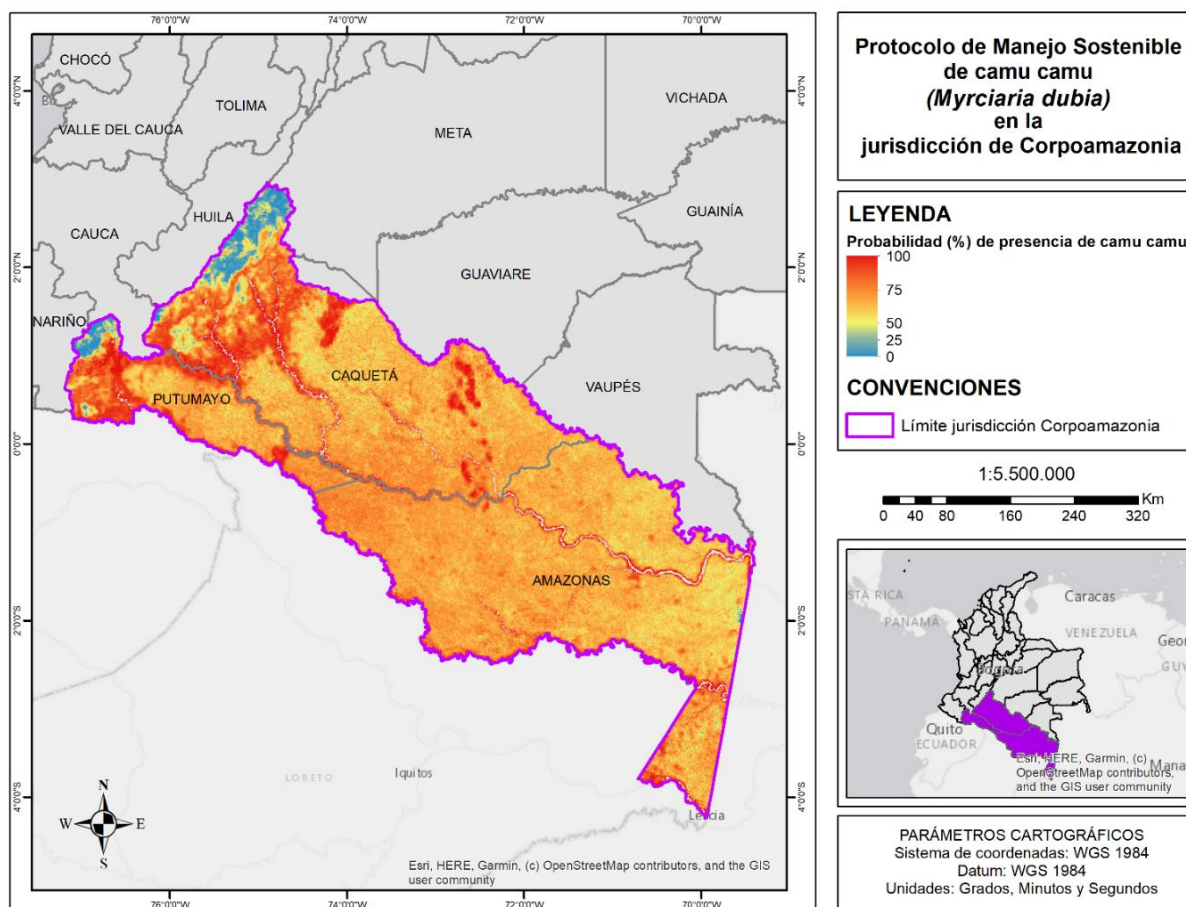


Figura 37. Modelo de distribución de camu camu en la jurisdicción de Corpoamazonia. Fuente. Equipo de Biomodelos del Instituto Humboldt (2025).

4.2. Abundancia de la especie

Teniendo en cuenta el muestreo realizado en un área total de $1475 \text{ m}^2 \approx 0,15 \text{ ha}$ en los lagos de Sacambú, Juró de Brasil, Santa Clara y Piexeboi la **densidad de ramets productivos** de camu camu es de 18183 ramets/hectárea y de 46 ± 22 ramets en un área de 25 m^2 . Se registraron un total de 2682 ramets productivos (*i.e.* adultos).

Análisis de abundancia por lago:

Al evaluar la densidad de tallos o ramets productivos por lago, se obtuvo que pueden oscilar entre **3440 y 21220 tallos o ramets productivos por hectárea**. En la **Tabla 11** se puede observar que el lago que presenta la menor cantidad de tallos o ramets productivos es Cumprido y el mayor es el lago Piexeboi. Adicionalmente, a partir de análisis estadístico se determinó que hay diferencias significativas (Prueba Dunn p value adj.<0.05) entre las densidades de tallos productivos por hectárea entre el lago Piexeboi y los lagos Juró de Brasil y Santa Clara tanto para las densidades por hectárea como en el área mínima muestreada de 25 m^2 (**Figura 38**). Estos dos últimos lagos presentan las menores densidades de los lagos muestreados en este estudio, posiblemente debido a la presencia de otras especies como gramalote, guayabilla y capara que limitan el crecimiento exclusivo de camu camu, a diferencia del lago Piexeboi donde la formación de rodales monoespecíficos (solo camu camu) es mayor y fuertemente predominante.

Lago	Densidad total (tallos o ramets productivos/ha)
Sacambú	14400 ± 6482,8
Juró de Brasil	10267 ± 5163,9
Santa Clara	11644 ± 7669,3
Piexeboi	21220 ± 8162,4
Cumprido	3440 (Hernández y Barrera, 2010)

Tabla 11. Densidad de tallos o ramets productivos por hectárea en diferentes Lagos en Tarapacá en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA.

De acuerdo con los datos analizados de abundancia para la región de la amazonia se realizan las siguientes anotaciones:

- La densidad total fue calculada teniendo en cuenta el área total muestreada por lago, tal como se describe en la **Tabla 8**.
- Para el caso del lago Cumprido donde el presente estudio no realizó inventarios se tomó el dato reportado por Hernández y Barrera (2010).

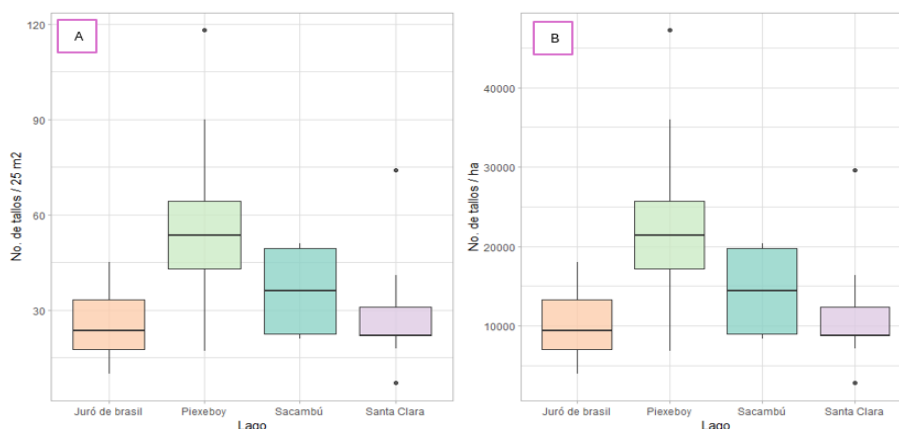


Figura 38. Análisis box plot para los cuatro lagos de Tarapacá inventariados. No. De tallos/ha (A) y No. De tallos/25 m² (B).

Análisis de abundancia por intensidad de cosecha:

Para este análisis se estableció al lago Piexeboi como un lago **con alta intensidad** de cosecha ya que, de acuerdo con información dada por los cosechadores, la cosecha en este lago se prioriza por ser el lago con mayores extensiones de camucamales monoespecíficos, con una alta productividad y facilidades de acceso (no hay presencia de gramalote que limita de manera importante el acceso a los rodales). Los lagos Sacambú, Juró de Brasil y Santa Clara se tomaron como áreas con intensidad de cosecha media. De acuerdo con el análisis estadístico realizado, se encontraron diferencias significativas ($p\text{value} < 0.05$) (**Figura 39**) entre los tallos o ramets productivos por hectárea del lago Piexeboi (alta intensidad de cosecha) y los tres lagos restantes (**Tabla 12**). Diferencia asociada a las condiciones monoespecíficas y a la alta dominancia de camu camu en este lago.

Sitios con diferente intensidad de cosecha	Densidad total (ramets productivos/ha)
Alta	21220
Media	11790

Tabla 12. Densidad de tallos o ramets productivos por hectárea en sitios o lagos con diferentes intensidades de cosecha en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA.

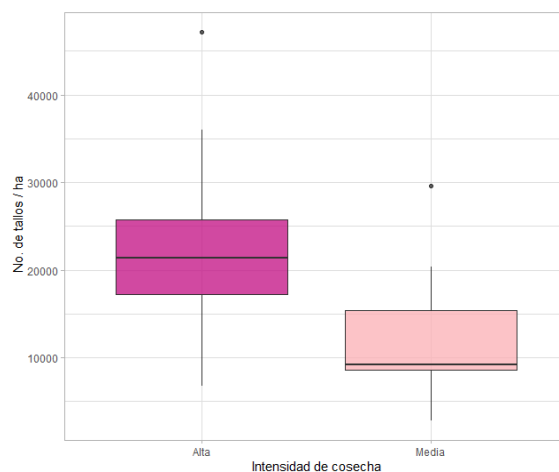


Figura 39. Análisis box plot para los sitios o lagos con diferentes intensidades de cosecha en jurisdicción de CORPOAMAZONIA.

Análisis de abundancia por lago y comparación con otros estudios realizados

La densidad general de tallos o ramets obtenida en este estudio corresponde a 18183 ramets o tallos mayores a 2 cm por hectárea, la cual es mucho mayor que la reportada en estudios previos como el realizado por Peters & Vásquez (1987) en camucamales del lago Sahuá Cocha en el río Ucayali (Perú) quienes hallaron 1500 tallos o ramets de esta especie en 1000 m² con tallos mayores a 1 cm, es decir, 15000 ramets o tallos/ha. Sin embargo, a pesar de estas diferencias, es evidente la dominancia de esta especie (Peters, et al., 1989) en los rodales estudiados. Otro estudio realizado en camucamales en el lago Sahuá Cocha del río Ucayali (Perú) estableció una densidad de arbustos con tallos mayores o iguales a 1 m de alto es de 8714 por hectárea, sin embargo, no se especifica si este valor corresponde a los individuos genéticamente independientes, es decir, genets o al número total de tallos o ramets.

Este estudio obtuvo que el lago con mayor cantidad de ramets o tallos productivos fue Piexeboi con 21220 ramets/ha, resultado también hallado por Hernández y Barrera (2010) y, por otro lado, el lago con menor cantidad de ramets productivos por hectárea fue Juró de Brasil con 10267, coincidiendo parcialmente con lo hallado por Hernández y Barrera (2010). Adicionalmente, se realizó la comparación de los resultados del presente estudio con las densidades documentadas en el plan de manejo y aprovechamiento de camu camu realizado por el Instituto Sinchi para Asmucotar en el año 2020, para el cual también fue posible observar una alta diferencia cercana a los 8000 ramets/ha.

Teniendo en cuenta las diferencias en las densidades de ramets productivos por lago observadas, es posible que estas estén relacionadas con la metodología de muestreo llevada a cabo, pues para la época en la que se realizaron las mediciones en el presente estudio se presentaron aguas altas y la determinación de la independencia de los ramets se realizó a partir del conocimiento de los cosechadores, quienes se sumergían o palpaban con el remo los ramet para verificarla. Es importante resaltar que para el lago Santa Clara las condiciones de acceso limitaron el muestreo a rodales de camu camu poco monoespecíficos, con presencia abundante de guayabilla (*Psidium densicomum*) y capara (Indeterminada), siendo esta, probablemente la razón de hallar altas diferencias con los datos obtenidos por Hernández y Barrera (2010). Por otro lado, es importante resaltar que en los lagos Sacambú y Juró de Brasil se halló una alta presencia de gramalote (*Hymenachne cf. donacifolia*), esto no permitió el acceso a los camucamales y, por ende, limitó su área muestreada.

Por otro lado, no se realizó comparación con los datos establecidos en de la Resolución 730 de 2011 por medio de la cual, se otorga el permiso de aprovechamiento forestal persistente de productos de flora silvestre tipo 3 a la Asociación ASMUCOTAR, ya que los datos reportados corresponden realizados en el estudio de Hernández y Barrera (2010) del Instituto Sinchi.

En la **Tabla 13** se presentan los resultados detallados del presente estudio y los obtenidos por Hernández y Barrera (2010) y el plan de manejo y aprovechamiento de camu camu realizado por el Instituto Sinchi para la Asmucoitar (2020):

Lago	Presente estudio			PMF (2020)			Hernández y Barrera (2010)		
	Densidad (No. De tallos productivos/ área muestreada)	Área muestreada (m ²)	Densidad total (No. De tallos productivos/ha)	Densidad (tallos productivos/ área muestreada)	Área muestreada (m ²)	Densidad total (tallos productivos/ha)	Densidad (No. De tallos productivos/ área muestreada)	Área muestreada (m ²)	Densidad total (No. De tallos productivos/ha)
Sacambú	144	100	14400	-	-	-	511	500	10220
Juró de Brasil	154	150	10267	-	-	-	511	500	10220
Santa Clara	262	225	11644	-	-	-	342	125	27360
Piexeboi	2122	1000	21220	878	300	29267	2243	1000	22430
Cumprido	-	-	-	-	-	-	8,6	25	3440 (Hernández y Barrera, 2010)

Tabla 13. Comparación de abundancias de tallos o ramets productivos por hectárea en lagos de Tarapacá y otros estudios realizados en la misma localidad.

Teniendo en cuenta las limitaciones que trae consigo el muestreo de esta especie relacionadas en principio con las dificultades para identificar individuos adultos por la abundante y profusa ramificación subterránea que posee, estimada entre cero y nueve ramificaciones por individuo (Hernández y Barrera, 2010) y por otro lado, con la alta fluctuación del río Putumayo lo cual restringe un adecuado seguimiento al crecimiento y acceso a los rodales y, además, con miras a tener una aproximación más concluyente sobre la abundancia o densidad de ramets por lago, se decidió sacar un promedio de tallos o ramets productivos por hectárea para cada lago, tomando como réplicas los diferentes estudios realizados en esta localidad y respetando el área muestreada en cada uno (**Tabla 14**). Estos datos estimados son prudentes ya que se requiere de seguimiento a los muestreos para obtener datos más certeros por lago.

Lago	Densidad total (No. De tallos productivos/m ²)			Densidad promedio (No. De tallos productivos/m ²)	Densidad promedio (No. De tallos productivos/ha)	Área actual (ha) (Hernández y Barrera, 2010)	No. De tallos productivos por lago
	Presente estudio	Hernández y Barrera (2010)	PMF (2020)				
Sacambú	1,44	1,02	-	1,23	12300	1,9	23370
Juró de Brasil	1,03	1,02	-	1,03	10250	0,7	7175
Santa Clara	1,16	2,74	-	1,95	19500	0,2	3900
Piexeboi	2,12	2,24	2,94	2,43	24333	20,9	508567
Cumprido	-	-	-	-	3440 (Hernández y Barrera, 2010)	1,4	4816

Tabla 14. Densidad promedio de tallos productivos por hectárea y para el área potencial de cada lago en Tarapacá, Amazonas.

4.3. Estructura de las poblaciones

Selección de variables morfológicas y definición de categorías de tamaño de *Myrciaria dubia*

Teniendo en cuenta estudios demográficos previos realizados para esta especie por Peters y Vásquez (1987), Hernández y Barrera (2010) y el Instituto Sinchi con la Asociación ASMUCOTAR (2011 y 2020) las variables morfológicas que determinan las clases de tamaño de esta especie son el diámetro (cm) y la altura total (m). Este último carácter es clave y presenta una alta variación, pues debido al crecimiento vegetativo del camu camu y al ser una especie altamente heliófita (Hernández y Barrera, 2010) prioriza su crecimiento vertical fomentando el crecimiento en altura, tal como otras especies con este tipo de crecimiento (Tolvanen, 1995).

Las categorías de tamaño definidas para esta especie se realizaron a partir de la revisión de estudios previos como los realizados por Peters y Vásquez (1987), Peters, *et al.* (1989), Hernández y Barrera (2010) y a partir del plan de manejo presentado por la ASMUCOTAR con apoyo técnico del Instituto Sinchi en 2020.

Para la definición de plántulas se estableció que la altura total a la cual aumenta la probabilidad de sobrevivencia de las plántulas de camu camu es 80 cm de acuerdo con el conocimiento tradicional y teniendo en cuenta la altura de los tallos o ramets más pequeños presentados en el perfil de distribución de altura de camu camu realizado por Hernández y Barrera (2010) en un rodal juvenil y productivo del lago Juró de Brasil.

Por otro lado, de acuerdo con los estudios anteriormente mencionados, el camu camu inicia su etapa reproductiva cuando los tallos o ramets alcanzan un diámetro de 2 cm. Teniendo en cuenta las dos categorías anteriormente mencionadas, se determinó la categoría intermedia correspondiente a juveniles.

Las categorías de tamaño de esta especie se presentan en la **Tabla 15**:

Clase de tamaño	Diámetro (cm)*	Altura total (m)	Estructuras reproductivas	Imagen de referencia
Plántulas	-	Menor a 0,8	-	 Tomada de Hernández y Barrera (2010)
Juveniles	Menor a 2	Mayor a 0,8	-	

Adultos	Mayor o igual a 2	-	Presencia de flores y frutos			
---------	-------------------	---	------------------------------	--	---	--

*Diámetro tomado a partir de 1 metro en adelante.

Tabla 15. Categorías generales de tamaño de camu camu para las poblaciones en jurisdicción de CORPOAMAZONIA.

Estructura poblacional de camu camu en lagos de Tarapacá, Amazonas

Estructura poblacional de camu camu con relación a la dinámica de inundaciones

De acuerdo con información de cosechadores e información de estudios previos en los camucamales es posible observar una ligera estratificación de tallos o ramets con diferentes edades siguiendo la pendiente del terreno. Esta estratificación esta determinada por la acumulación de sedimentos, es decir, en las partes altas donde hay mayor acumulación de sedimentos se encuentran los tallos o ramets adultos y conforme la acumulación va disminuyendo se encuentran los juveniles y por último las plántulas más cercanas al cauce del río (en época de aguas bajas). En aguas altas las áreas con presencia de plántulas y juveniles son inundadas. De hecho, según Pinedo, *et al.* (2001) las plántulas pueden estar cubiertas durante dos o tres años de crecimiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, la dinámica de la población de camu camu responde a los niveles de sedimentación e inundación de los lagos que permita el establecimiento de plántulas y juveniles. Es decir, periodos con inundaciones extremas no permitirán el establecimiento de plántulas y juveniles durante un periodo y, por el contrario, periodos de sequía favorecerán su establecimiento y crecimiento. Este aspecto ha sido observado por Asmucotar e Instituto Sinchi (2020), quienes establecen que es posible observar parches de camucamales de plántulas y juveniles de la misma edad (coetáneos) a lo largo de los perímetros de los camucamales adultos. Dado lo expuesto, el **factor que más incide en el crecimiento y la supervivencia de los tallos o ramets de camu camu es la dinámica de las inundaciones y no a la cantidad de semilla que cae al suelo.**

Las inundaciones pueden generar efectos positivos y negativos. Por un lado, según información de cosechadores locales, las épocas de sequía generan estrés en los ramets de camu camu y esto genera una mayor producción de flores y, por ende, de frutos. Por otro lado, las inundaciones prolongadas no permiten el establecimiento de plántulas. Es importante destacar, que, en áreas con rodales de mayor porte, es decir, una altura mayor a 5 metros es posible observar espacios vacíos en estratos inferiores (Hernández y Barrera, 2010), con ausencia o muy poca abundancia de categorías de tamaño menores, posiblemente relacionado con la alta abundancia de tallos o ramets o tallos adultos que restringen el acceso de la luz y limitan el establecimiento de estas categorías de tamaño.

Clases de tamaño y representación de camu camu en lagos de Tarapacá, Amazonas

Debido a que los niveles de inundación obstaculizaron la observación de ramets juveniles y plántulas de esta especie, durante el muestreo solo fue posible tomar información sobre la categoría de adultos (Diámetro ≥ 2 cm). Debido a esto, la caracterización de su población se realizó teniendo en cuenta la representatividad

de tallos o ramets adultos en cada clase de tamaño según el diámetro (cm) y la altura (m).

A partir de la información estructural de diámetro y altura total tomadas para los lagos muestreados, los 2682 ramets de camu camu fueron agrupados en 13 clases de tamaño diamétrico y altimétrico con intervalos de 0,57 cm (**Figura 40A**) y 0,52 cm (**Figura 40B**) respectivamente. Para la variable de diámetro es posible observar una tendencia al modelo exponencial negativo (“J” invertida) que aun cuando solo se están teniendo en cuenta los ramets adultos, es evidente una prevalencia y alta representatividad de “adultos jóvenes” que aportan al crecimiento de la población ya que son activamente reproductivos, agrupándose más del 70% de los tallos o ramets en las primeras 4 categorías de tamaño (más de 500 ramets), consistente con lo reportado por Peters, et al. (1989), quien establece que en las poblaciones de esta especie predominan más jóvenes o adultos jóvenes, lo cual sugiere que el crecimiento poblacional está ocurriendo a una tasa suficiente para mantenerla estable y sostenible en el tiempo. Adicional a esto, según Pinedo, *et al.* (2001) esta especie tiene la capacidad de producir hasta 11000 semillas contribuyendo aún más a generación de propágulos para el mantenimiento estable de su población.

Por otro lado, con relación a la altura, es posible observar que más del 70% de los tallos o ramets se agrupan en el rango entre 5 y 7 metros con un diámetro entre 5 y 8 cm. La concentración de ramets en estas categorías evidencia el carácter altamente heliófito (Hernández y Barrera, 2010) y de búsqueda de luz como recurso para promover el crecimiento de esta especie. El promedio de diámetro por ramet para los cuatro lagos fue de $3,5 \pm 1,1$ cm y de altura $6,2 \text{ m} \pm 0,88$ cm valores muy cercanos a los reportados por Hernández y Barrera (2010) quienes establecieron un diámetro promedio de ramet para los cuatro lagos de $3,5 \pm 0,9$ cm y 5 metros de altura. Cabe destacar que los inventarios realizados en este estudio se realizaron en camucamales diferentes a los muestreados por Hernández y Barrera (2010).

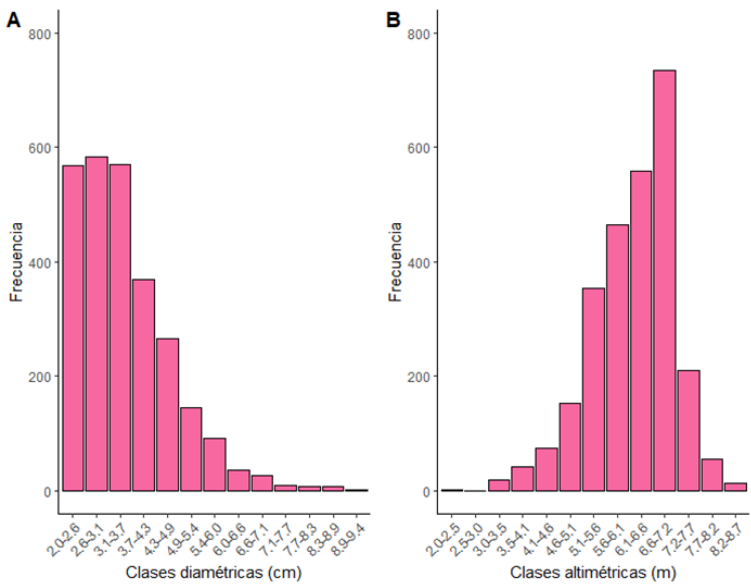


Figura 40. Distribución diamétrica y altimétrica de los tallos productivos de camu camu en los cuatro lagos de Tarapacá muestreados (área = 0,15 ha).

En general, la distribución observada para la especie indica que en el presente hay una alta proporción de tallos adultos aportando propágulos (semillas) a la población, sumado a esto, se resalta la alta capacidad de la especie para generar tallos clonales o ramets que también son parte fundamental de su regeneración (Ligarreto, *et al.*, 2011)

como sucede con otras especies en las cuales predomina este tipo de crecimiento vegetativo. De hecho, según Hernández y Barrera (2010), el número de ramificaciones por individuo puede variar entre 0 y 9.

Con relación a la categoría de tamaño juvenil en las poblaciones de esta especie, Peters, *et al.* (1989) ha reportado la presencia de 7490 individuos/ha en camucamales de Perú y Brasil, sin embargo, este estudio no detalla si la densidad hallada corresponde a individuos genéticamente independientes o al número de tallos o ramets. Por otro lado, en Colombia en Tarapacá según el Instituto Sinchi y ASMUCOTAR en un área de 25 m² fue posible hallar 114 ramets juveniles con una tasa de mortalidad del 0,08%, sin embargo, estos datos estimados deben ser tratados con prudencia ya que actualmente no se conocen estudios detallados sobre la sobrevivencia de los diferentes estadios de tamaño, especialmente de plántulas, ni de la capacidad de regeneración natural de la especie (Hernández y Barrera, 2010).

Aun cuando la información sobre la estructura poblacional del camu camu es limitada en la amazonia colombiana, observaciones en campo por parte de cosechadores de ASMUCOTAR y el Instituto Sinchi (2020) a lo largo de los perímetros de camucamales en la región de Tarapacá, ha permitido establecer que el crecimiento de la especie se da de forma estratificada, respondiendo a la pendiente del terreno, es decir, los tallos o ramets más jóvenes se encuentran en el terreno más bajo y los tallos o ramets más adultos en las partes altas (Hernández y Barrera, 2010), estos recorridos han hecho posible observar que **existe regeneración natural de la especie, incluso en rodales jóvenes** (alturas entre 2 y 3 metros). Así mismo, estudios como el realizado por Peters y Vásquez (1987) y Hernández y Barrera (2010) evidencian que su alta capacidad de regeneración debido a su crecimiento vegetativo (clonal) permite compensar de manera óptima la mortalidad en otras categorías de tamaño debida principalmente a las condiciones de inundación que se prologan hasta por cinco meses y no permiten aprovechar el potencial reproductivo de todos los adultos de la población y mantener el crecimiento normal de la población.

Finalmente, es posible considerar que en general la población de camu camu tiene un comportamiento saludable, pues hay una buena proporción de adultos productivos con muy alta probabilidad de sobrevivencia, aportando tallos o ramets, frutos y semillas para mantener el crecimiento poblacional sostenible, el cual se ve determinado por la dinámica de las inundaciones como se mencionó anteriormente. No obstante, sigue siendo vital tener información más precisa sobre las tasas de reclutamiento y mortalidad de las categorías de tamaño inferiores.

Categorías de tamaño y representación de camu camu por lago

Se determinó la representación de las clases diamétricas y altimétricas de camu camu por lago para observar las diferencias entre ellos y se obtuvo que el lago Juró de Brasil fue el que presentó la mayor variabilidad de diámetros y alturas (**Figura 41**).

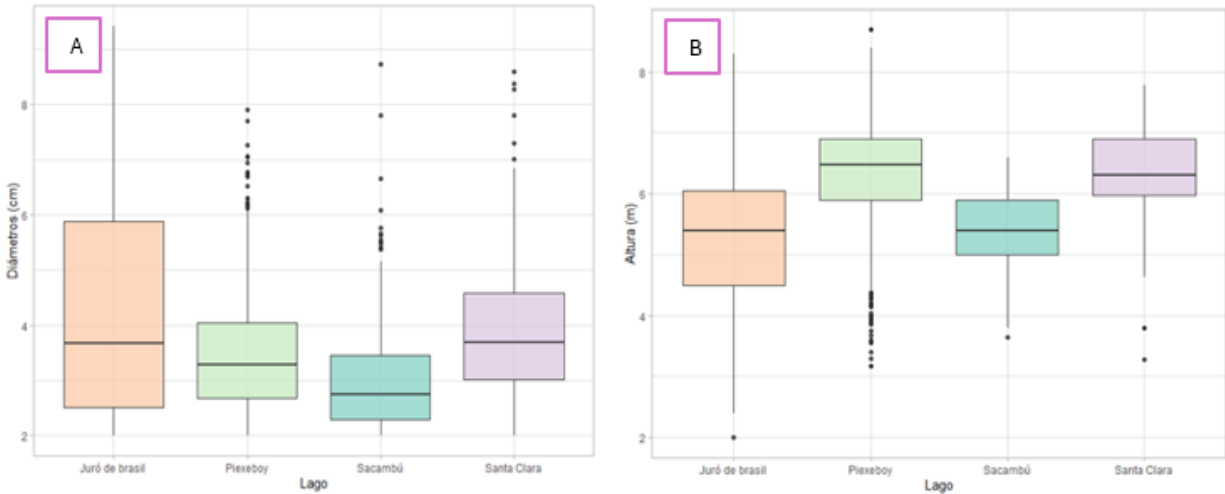


Figura 41. Análisis box plot de diámetros (A) y alturas totales (B) para los cuatro lagos muestreados en Tarapacá, Amazonas.

En términos generales todos los lagos presentan una distribución diamétrica en “J” invertida con mayor predominancia de las clases más pequeñas. Por otro lado, con respecto a las clases altimétricas, los lagos con rodales jóvenes como el Juró de Brasil y Sacambú (Hernández y Barrera, 2010) las alturas que predominantes se encuentran entre 4 y 6 metros y en lagos con rodales más antiguos como Santa Clara y Piexebó predominan alturas entre 6 y 8 metros. Adicionalmente, según Hernández y Barrera (2010) es normal encontrar en rodales con tallos o ramets de mayor altura (mayor a 5 m) estratos inferiores vacíos o con presencia mínima de individuos (**Figura 42B**). Esta una estrategia de la especie para eliminar la competencia por la luz, aún más conociendo el carácter altamente heliofíto del camu camu.

Por último, en la **Figura 42A** y **Figura 42B**, es posible observar una alta abundancia en la distribución de las clases tanto diamétricas como altimétricas del lago Piexebó en comparación con los otros tres lagos, esto debido a la dominancia monoespecífica del camu camu en este lago y a la presencia de rodales de camu camu más extensos, lo cual también lo provee de la mayor aptitud para la cosecha y manejo sostenible de la especie de acuerdo con información dada por los colectores locales de camu camu.

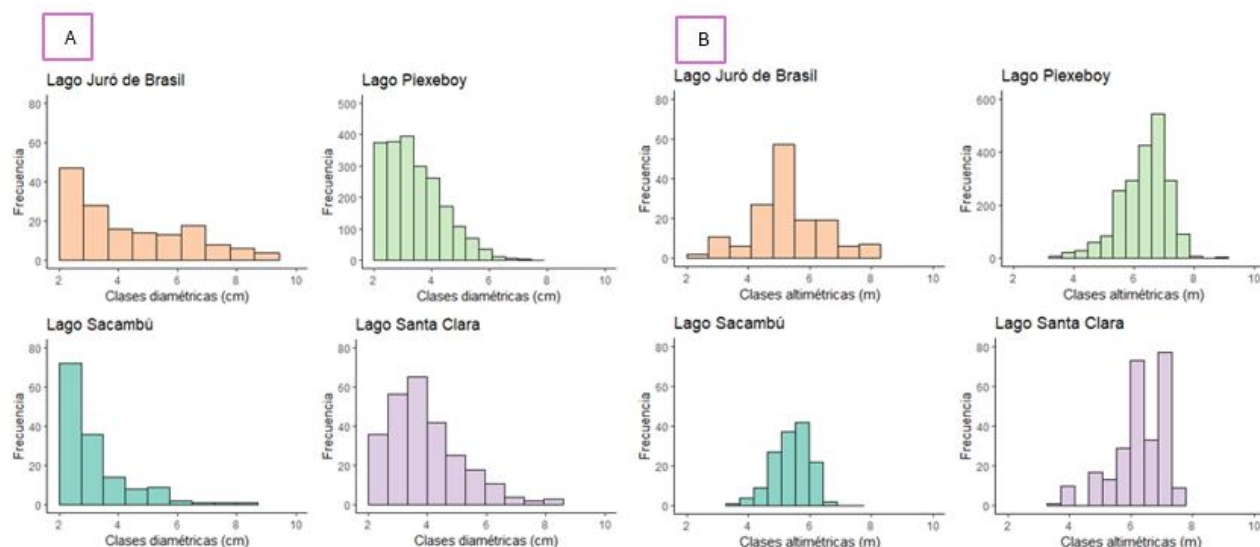


Figura 42. Distribución diamétrica (A) y distribución altimétrica (B) por lago muestreado en Tarapacá, Amazonas. Las distribuciones se realizaron para el total de área muestreada por lago se detalla en la **Tabla 8**.

4.4. Producción de la parte a cosechar

Según Inga, *et al.* (2001) y Hernández y Barrera (2010) esta especie inicia su etapa productiva entre los dos y tres años de edad aproximadamente cuando alcanzan una circunferencia de 6,3 cm o un diámetro de aproximadamente 2 cm medidos a 1 m del suelo. Hernández y Barrera (2010) realizaron seguimiento a la producción de frutos de esta especie y determinaron una relación directa entre el diámetro de los tallos o ramets y el número de frutos producidos a partir de una regresión lineal ($R^2 = 0,96$) descrita a continuación:

$$\text{Número de frutos producidos} = -93,3782 + 46,9039 * \text{Diámetro (cm)}$$

Además de la relación detallada anteriormente, durante la salida de campo se registró el peso de 120 frutos cosechados en los lagos de Sacambú, Juró de Brasil y Santa Clara y con esta información se estimó el peso promedio por fruto de camu camu correspondiente a 13,56 gr. Se estimó que en promedio un fruto tiene 2,63 semillas y según Medina-Bardales, *et al.* (2014) una semilla de camu camu pesa 0,52 gramos, es decir, un kilogramo tiene aproximadamente 1923 semillas. A partir de esta información se presentan los cálculos de producción de diferentes estudios.

Producción estimada para lagos en Tarapacá, Amazonas

Las producciones encontradas en este estudio oscilan entre 7,36 y 13,63 ton/ha (calculadas a partir de la fórmula dada por Hernández y Berrera, 2010), estas producciones son similares con las reportadas por Hernández y Barrera en 2010. Con respecto a la producción calculada en el Plan de Manejo Forestal realizado por ASMUCOTAR e Instituto Sinchi en 2020, el cual solo incluye datos de producción para el lago Piexeboi evidencia producciones mayores. Esto puede deberse a cambios anuales de producción que pueden estar asociados a condiciones climáticas y dinámica de las poblaciones de camu camu. Estos datos son consistentes con los hallazgos de Peters, *et al.* (1989) quienes estimaron que la producción de fruto de camu camu en la amazonia peruana y brasilera es de $11,1 \pm 1,6$ ton/ha/año. La producción estimada sólo tiene en cuenta el 70% de los tallos productivos registrados en cada estudio, ya que según Asmucotar e Instituto Sinchi (2020) los tallos en fructificación durante la época de cosecha corresponden a este porcentaje (**Tabla 16**).

Lago	Producción Ton/ha/año ^b (Presente estudio)	Producción promedio Ton/ha/año ^b Asmucotar e Instituto Sinchi, 2020 ^a	Producción promedio Ton/ha/año ^b Hernández y Barrera, 2010 ^a
Sacambú	7,36 ± 0,08	-	9,35
Juró de Brasil	10,7 ± 0,09	-	9,35
Santa Clara	10,1 ± 0,04	-	15,66
Piexeboi	13,63 ± 0,01	20,01	12,19
Cumprido	-	-	1,78

^a Los datos de las fuentes Hernández y Barrera (2010) y Resolución 0467 de 2020 presentan cifras diferentes ya que su cálculo se realizó asumiendo la producción del 100% de los tallos productivos.

^b Los cálculos se obtuvieron por año teniendo en cuenta que la especie por lo general solo presenta una cosecha al año comprendida entre febrero y marzo, sin embargo, excepcionalmente también pueden presentarse dos cosechas al año como la reportada por los cosechadores locales en el 2014 (abril a mayo, la cosecha remanente y entre septiembre y octubre la “mitaca”) (Tabla 22) causada por variaciones atípicas del nivel del río Putumayo.

Tabla 16. Producción por hectárea estimada por lago en Tarapacá, Amazonas según el cálculo de rangos del presente estudio y según el estudio de Hernández y Barrera (2010).

De acuerdo con los datos obtenidos en este Protocolo en la **Tabla 17** se presenta información sobre el número de frutos y semillas estimados para los lagos ubicados en Tarapacá, Amazonas.

Lago	Producción Ton/ha/año (Tomado de Tabla 16)	Número de frutos promedio/ha/año ^a	Número de semillas promedio/ha/año ^b	Kg de semillas/ha/año ^c
Sacambú	7,36 ± 0,08	542578	1426981	742,06
Juró de Brasil	10,7 ± 0,09	789412	2076154	1079,64
Santa Clara	10,1 ± 0,04	745097	1959605	1019,03
Piexeboi	13,63 ± 0,006	1005018	2643196	1374,52
Cumprido	-	-	-	-

- El número de frutos fue calculado teniendo en cuenta que 1 fruto de camu camu pesa 13,56 gr.
- En promedio el número de semillas por fruto se estimó en 2,63 a partir de una muestra de 120 frutos.
- Según Medina-Bardales, *et al.* (2014) una semilla de camu camu pesa en promedio 0,52 gramos, es decir, que un kilogramo tiene en promedio aproximadamente 1923 semillas.

Tabla 17. Datos adicionales de producción como número de frutos y semillas por lago en Tarapacá, Amazonas.

Teniendo en cuenta las áreas estimadas por Hernández y Barrera (2010) de la existencia de camucamales en los lagos de tarapacá y los datos de la **Tabla 16**, en la **Tabla 18** se presenta la oferta actual y potencial por cada lago. Para esta oferta sólo se tienen en cuenta el 70% de los tallos productivos registrados en cada estudio, ya que según Asmucotar e Instituto Sinchi (2020) los tallos en fructificación durante la época de cosecha corresponden a este porcentaje.

Lago	Área actual (ha) Hernández y Barrera, 2010	Área potencial (ha) Hernández y Barrera, 2010	Este estudio		Asmucotar e Instituto Sinchi, 2020		Hernández y Barrera (2010)	
			Oferta actual (ton)/año	Oferta potencial (ton)/año	Oferta actual (ton)/año	Oferta potencial (ton)/año	Oferta actual (ton)/año	Oferta potencial (ton)/año
Sacambú	1,9	1,9	13,98	13,98	-	-	17,77	17,77
Juró de Brasil	0,7	3,4	7,49	36,4	-	-	6,55	31,8
Santa Clara	0,2	10	2,02	101,04	-	-	3,13	156,59
Piexeboi	20,9	30,2	284,83	411,57	418	-	254,71	368,05
Cumprido	1,4	2,8	-	-	-	-	2,49	4,98

Tabla 18. Oferta actual y potencial por cada lago en Tarapacá, Amazonas según el cálculo de rangos del presente estudio y según el estudio de Hernández y Barrera, 2010.

Propuesta para el cálculo de producción por tallo o ramet en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA

Si bien la ecuación generada por Hernandez y Barrera (2010), la cual encuentra que existe una alta correlación lineal ($R^2=0.96$) entre el aumento del tamaño del diámetro y el número de frutos producidos por tallo, consideramos que este cálculo puede ser dispendioso para los usuarios y en consecuencia proponemos un procedimiento que basándose en la misma ecuación, permita obtener las producciones solamente a partir de la medición de los diámetros, dividiendo los individuos por rangos de diámetro como se explica a continuación:

Paso 1. Medición o cálculo del Diámetro (cm) por tallo o ramet (Tabla 19)

Medición*	Definición	Imagen de referencia*	Instrumento de medición	Cálculo sobre el valor obtenido
Circunferencia del tallo (cm)	Circunferencia del tallo o ramet. Representado en la imagen en tono verde.		Cinta métrica	$Diámetro = \frac{Circunferencia}{\pi}$
Diámetro del tallo (cm)	Diámetro del tallo o ramet. Representado en la imagen en tono rojo.		Cinta diamétrica	No requiere ya que el valor tomado corresponde al Diámetro del tallo o ramet del arbusto de camu camu.

*La medición se realiza a 1 m desde el suelo en **aguas bajas**. En **aguas altas** corresponde a la altura tomada como Punto Óptimo de medición (POM).

Tabla 19. Detalle de medición y cálculo de Diámetro del tallo (cm) y Circunferencia del tallo (cm).

Ejemplo de cálculo de Diámetro (cm) a partir de la medición del Circunferencia (cm):

Al medir el Circunferencia (cm) de un tallo de camu camu con una cinta métrica da un valor de 6,7 cm. El procedimiento para obtener el Diámetro (cm) sería:

$$Diámetro (cm) = \frac{Circunferencia (cm)}{\pi}$$

Entonces:

$$Diámetro (cm) = \frac{6,7 \text{ cm}}{\pi}$$

$$Diámetro (cm) = 2,13 \text{ cm}$$

Paso 2: Cálculo de frutos **producidos** por tallo o ramet de acuerdo con la fórmula establecida por Hernández y Barrera (2010) (Tabla 20).

Arbusto	Diámetro (cm)	Número de frutos totales producidos al año	Peso total de frutos producidos al año (gr)
		Se calcula a partir de la siguiente fórmula: $Número \text{ de frutos producidos} = -93,3782 + 46,9039 * Diámetro (cm)$ (Hernández y Barrera, 2010)	Se calcula a partir de la siguiente relación: $Gramos \text{ de frutos producidos} = (Número \text{ de frutos producidos} * 13,56 \text{ gr})$ Un (1) fruto de camu camu pesa 13,56 gr
1	2,13	6,52	88,51
2	2,86	40,76	552,8

Tabla 20. Cálculo de peso total producido (gramos) al año por arbusto de camu camu.

Definición de rangos de tamaño de diámetros para cálculo de producción

Los cálculos realizados en la **Tabla 20** se aplicaron a los 2682 tallos o ramets identificados como cosechables en el inventario, a partir de los cuales se definieron rangos de tamaño basados en el diámetro a los cuales se asocia una

producción promedio calculada con las mismas ecuaciones descritas en la **Tabla 20**. De acuerdo con la metodología descrita en la sección 3.4. del presente documento. Estos rangos se presentan en la **Tabla 21**.

Tamaños de clase*	Rango de diámetro (cm)	Peso anual producido (kg/tallo o ramet)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
I	≤ 2,57	0,01	0,17	0,33
II	Mayor que 2,57 y menor o igual que 3,15	0,39	0,54	0,72
III	Mayor que 3,15 y menor o igual que 3,72	0,73	0,88	1,07
IV	Mayor que 3,72 y menor o igual que 4,29	1,1	1,26	1,42
V	Mayor que 4,29 y menor o igual que 4,86	1,47	1,61	1,79
VI	Mayor que 4,86 y menor o igual que 9,42	1,86	2,24	3,68
VII ^a	Mayor que 9,42 y menor que 12	-	5,51	-
VIII ^b	Mayor o igual que 12	5	6	7

- Los límites de las clases I a VI se definieron a partir de los diámetros hallados en el presente estudio (Límite inferior 2,01 cm y Límite superior 9,42 cm).
- Los límites de las clases VII y VIII se incorporaron para reflejar los diámetros reportados por Hernández y Barrera (2010).

Tabla 21. Rangos de tamaño de camu camu a partir del diámetro (cm) y valor mínimo, promedio y máximo de peso anual producido por tallo o ramet.

Es importante tener en cuenta que los datos presentados anteriormente representan una producción promedio o regular, no obstante, es posible que se presenten fluctuaciones.

Pueden presentarse valores más altos de producción por la aparición de una cosecha adicional en el año, denominada por los cosechadores locales como “mitaca” como la reportada para el 2014 entre septiembre y octubre (Cosechador, comunicación personal, 22 de abril de 2024) (**Tabla 22**) o el aumento de la producción en un 30% en años donde la época de aguas altas demora más en llegar y por ende, las copas quedan destapadas por más tiempo (Resolución 730 de 2011); o valores de producción más bajos o casi inexistentes por condiciones climáticas de sequías o la influencia de las crecientes del río, que cubren completamente los arbustos de camu camu cosechas donde la producción es muy bajita o casi inexistente dependiendo del nivel del río, aguas muy altas imposibiliten la cosecha.

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 los cosechadores y observaciones en campo, las épocas de floración, fructificación y maduración de camu camu ocurren de forma **escalonada**, por tanto, es muy común observar en un mismo tallo o ramet la presencia de yemas florales, flores, frutos verdes y maduros en un mismo momento, lo anterior permite que la época de cosecha logre extenderse hasta por tres o cuatro meses (**Tabla 22**). Según información de los cosechadores es posible que se presenten dos cosechas al año, esto es debido a cambios atípicos en los niveles del río. La segunda cosecha se denomina “mitaca” y se presenta entre septiembre y octubre, sin embargo, no es algo común, ni refieren que suceda cada cierto intervalo de tiempo.

De acuerdo con la información dada por cosechadores de diferentes localidades, la época de cosecha es la misma para todas las localidades con presencia de poblaciones naturales de camu camu.

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

Tierras Amazónicas, Hotel Waira, Restaurante El Santo Angel, Helados Nai Chi, Supermercado Ruco), Bogotá (Selva Nevada y Jero el Granjero) y Medellín (Jugos Mamba).



Figura 43. Pulpa de camu camu empacada y sellada. Fotografía tomada de Asmucotar e Instituto Sinchi (2020).

De acuerdo con datos tomados durante la salida de campo la relación entre el peso (gr) y el número de frutos permitió establecer que un kilogramo de camu camu tiene en promedio 70,6 frutos. De acuerdo con información dada por cosechadores y transformadores locales, el rendimiento de producción de pulpa es del 50%, es decir, que se requieren 2 kg de fruto para producir 1 kg de pulpa. El detalle de la equivalencia entre lo cosechado y lo producido se presenta en la **Tabla 24**.

Número de frutos	Kilogramos de fruto	Kilogramos de pulpa
141,2	2	1

Tabla 24. Equivalencia entre el peso cosechado y la pulpa transformada de camu camu.

Un estudio realizado por Meléndez-Pérez (2018) estableció que la producción de pulpa congelada tiene un rendimiento del 54% en frutos pequeños y puede variar a 60% en frutos medianos y llegar al 70% en frutos grandes. Según Ardila-Ortiz y Yunda (2017), la composición del fruto del camu-camu se distribuye en tres partes: un 19% corresponde a la cáscara, un 20% a las semillas, y el 61% restante a la pulpa. Esta pulpa es la parte más aprovechada del fruto y se puede utilizar en la elaboración de productos como refrescos, helados, mermeladas, entre otros alimentos.

5.2. Descripción del proceso de cosecha y transformación

La producción escalonada de camu camu permite tener en un mismo momento y en un mismo tallo o ramet diferentes etapas de desarrollo como flores, frutos verdes, pintones o maduros. Por esta razón, los recolectores pueden cosechar dos veces por semana en la época de mayor producción y una vez por semana en la época de menor producción que corresponde a los meses de lluvias más altas (Asmucotar e Instituto Sinchi, 2020).

La cosecha inicia con el traslado de las familias a los diferentes lagos donde se encuentran los rodales de camu camu, utilizando canoas o botes pequeños por vía fluvial. El patrón de búsqueda y recolección se enfoca en **los bordes de los rodales, donde se concentra la mayor parte de la producción**. La recolección se realiza en un perímetro de 5 metros de ancho a lo largo de los bordes del rodal, lo que facilita el acceso y minimiza el daño a las plantas causado por los botes que intentan ingresar al interior del rodal (**Figura 44**). Teniendo en cuenta que no siempre producen los mismos tallos o ramets, se realiza una rotación natural de áreas de recolección.

La recolección del camu camu se lleva a cabo manualmente y se desprenden de la planta con ayuda de la uña para evitar desgarramientos y rupturas en los tallos o ramets. Los frutos recolectados son almacenados en cajas de madera, recipientes plásticos o canastillas de máximo 20 kg hasta ser entregados en el centro de acopio. En la región de Tarapacá, las labores de recolección son realizadas por familias de las comunidades de Puerto Nuevo y Puerto

Huila, quienes reciben capacitación técnica específica para asegurar que la recolección se realice de manera eficiente y adecuada y el centro de acopio se encuentra en el centro poblado del área no municipalizada de Tarapacá. El estado de los frutos cosechados es pintón y maduro y se presentan de manera gráfica en la tabla de calidad y corresponde al estado 3 y 4 (**Figura 46**).



Figura 44. Cosecha de camu camu en lago Santa Clara, Tarapacá, Amazonas.



Figura 45. Transporte y centro de acopio de camu camu en Tarapacá, Amazonas. Fotos: Asmucotar.

En el centro de acopio, los frutos son pesados y se registra la cantidad recibida por recolector en kilogramos para realizar el respectivo pago. Este paso mantiene el control de la producción en las diferentes zonas de recolección y asegura la trazabilidad del producto (Hernández y Barrera, 2010).

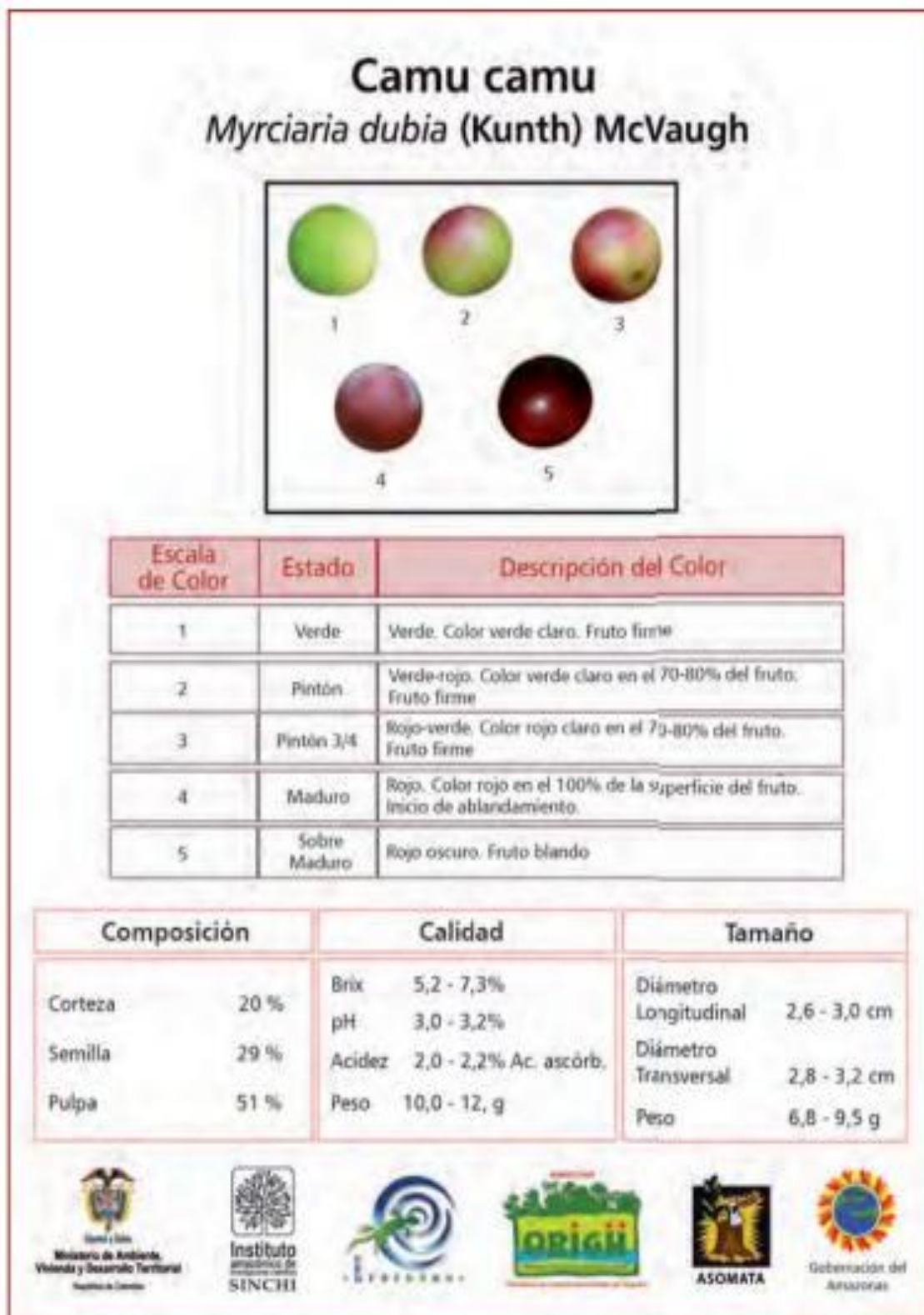


Figura 46. Tabla de calidad de fruto camu camu Tomado de: Hernández y Barrera (2010).

Proceso de transformación de pulpa en Tarapacá, Amazonas

En el centro de acopio, se realiza una **selección** de los frutos, separándolos por su estado de madurez y calidad. Los frutos que no cumplen con los estándares de calidad, ya sea por daños mecánicos o frutos que no poseen los estados de madurez adecuados, son descartados (**Figura 48**). Los frutos seleccionados se preparan para el procesamiento mediante un **lavado cuidadoso** con agua potable para eliminar cualquier residuo de tierra, hojas u otros contaminantes adquiridos durante la recolección y el transporte. Posteriormente continúa la **desinfección**, para reducir la carga microbiana, este paso consiste en sumergir los frutos en una solución de agua clorada con una concentración de 100 ppm durante 5 minutos. Después de este tratamiento, los frutos **se enjuagan** con agua potable para eliminar cualquier residuo de desinfectante, asegurando que estén limpios y seguros para el procesamiento posterior (Hernández y Barrera, 2010) (**Figura 47**).

En la planta de procesamiento se realiza el **proceso de despulpado** con el fin de la comercialización de la pulpa de este fruto. Este proceso se realiza por medio de una despulpadora vertical de acero inoxidable. Este equipo realiza movimientos circulares que separan la pulpa de los residuos mediante un tamiz con orificios de aproximadamente 0,7 mm de diámetro. La pulpa resultante se recoge en recipientes de acero inoxidable o plástico, mientras que los residuos, que se descargan por una salida lateral de la máquina, se destinan a la producción de abonos orgánicos, que serán utilizados como sustrato para la propagación de nuevas plantas (Asmucotar e Instituto Sinchi, 2020). El Almacenamiento en Tarapacá se realiza a 10°C lo que favorece la conservación del color externo de la pulpa y retrasa la pérdida de peso fresco y nutrientes (Hernández y Barrera, 2010)



Figura 47. Selección y desinfección de camu camu (A, B). Proceso de transformación de pulpa de camu camu (C, D, E, F). Empacado y almacenamiento de pulpa (G y H). Fotos: Asmucotar.

<i>Golpes y rajaduras (daño mecánico):</i> Daños por impactos provocados por el movimiento de los frutos desde el lugar de procedencia en el campo hasta el centro de acopio y/o industria, incluyendo las etapas de almacenamiento y manipulación hasta su destino final. Estos daños ocurren por el rozamiento entre frutos y entre frutos y paredes del empaque, al cual se ven sometidos durante el transporte. También ocurren durante la manipulación de los frutos durante la cosecha, mientras son retirados de la planta y depositados en el recipiente de cosecha.	
<i>Hongo:</i> Presencia de hongos en frutos de Camu camu	
<i>Marchitamiento:</i> Es un desorden que se encuentra directamente relacionado con la pérdida de peso. Cuando las pérdidas de peso de los frutos son superiores al 10% del peso inicial, se pierde su apariencia fresca y se evidencia la deshidratación, la cual se expresa como arrugas en la superficie del fruto.	
<i>Daño por frío</i> Son daños fisiológicos característicos de frutos tropicales expuestos a bajas temperaturas. En el caso del Camu camu se presenta por la exposición prolongada a temperaturas inferiores a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$. Esta sensibilidad depende del tiempo de exposición y dificulta el manejo de poscosecha y el almacenamiento de los productos.	
<i>Zonas decolorada:</i> Estas zonas se presentan en los frutos al parecer como consecuencia del daño ocasionado durante el transporte y manipulación de los frutos. La zona golpeada evidencia este daño de manera simultánea con el ablandamiento de los mismos.	
<i>Ablandamiento:</i> Es un proceso que ocurre durante la maduración de la mayoría de los frutos, y que se ve acelerada como consecuencia del daño mecánico. La principal consecuencia del ablandamiento son los daños durante la manipulación y un incremento en la susceptibilidad a enfermedades. Este daño limita la vida comercial de los productos.	

Figura 48. Daños en los frutos de camu camu. Tomado de Hernández y Barrera (2010).

5.3. Prácticas de manejo

A partir de las observaciones en campo, estudios previos y entrevistas realizadas se documentaron diferentes prácticas de manejo implementadas por los cosechadores de camu camu. Estas prácticas se describen en la **Tabla 25** y **Tabla 26**.

Intensidad de cosecha

De manera específica para la medida de manejo de la intensidad de cosecha, en la **Tabla 25** se presenta el detalle de **intensidades de cosecha** revisadas en permisos de aprovechamiento otorgados previamente.

Intensidad de cosecha		
Práctica de manejo		Detalle
Intensidad de cosecha	Cantidad solicitada y otorgada para aprovechamiento	Para la Resolución 0467 de 2020 el aprovechamiento máximo de camu camu en el lago Piexeboi corresponde al 50% sobre el 70% de la producción total del lago, ya que según Asmucotar e Instituto Sinchi (2020) el 70% del total de tallos productivos se encuentran en fructificación en la época de cosecha (Tabla 23). Para la Resolución 730 de 2011 el aprovechamiento máximo de camu camu en tres lagos (Piexeboi, Juró de Brasil y Santa Clara) de Tarapacá corresponde al 50% sobre el 100% de la producción total del lago (Tabla 22).
	Tasa progresiva de aprovechamiento	Para la Resolución 0467 de 2020 y Resolución 730 de 2011 se establece una tasa progresiva de aprovechamiento a lo largo de 5 años hasta llegar al total del 50% solicitado (Tabla 22 y Tabla 23).

Tabla 25. Descripción de la intensidad de cosecha sugerida en las Resoluciones 730 de 2011 y 0467 de 2020 para camu camu en lagos de Tarapacá, Amazonas.

Otras prácticas de manejo

Prácticas de manejo	
Práctica de manejo	Detalle
Advertencia de cuidado	Cosechar los frutos sin eliminar los individuos, ni romper ramas ni desgarramientos, realizar la cosecha de forma manual con ayuda de la uña para evitar daños en los tallos o ramets. Adicionalmente, no se debe realizar remoción de la cobertura vegetal. Adicionalmente, el ingreso a los rodales de camu camu debe realizarse en canoas o si es un bote de mayor tamaño, con este solo se debe acceder hasta el borde del camucamal para evitar generar daños en los arbustos.
Delimitación del área de manejo	Según la Resolución 730 de 2011 y Resolución 0467 de 2020 se debe delimitar la Unidad de Manejo en los tres lagos utilizando picas, jalones de madera o estacas, cintas o arbustos marcados.
Marcación de tallos o ramets cosechables	De acuerdo con la Resolución 730 de 2011 y Resolución 0467 de 2020 se deben identificar y marcar los arbustos que serán cosechados utilizando numeraciones y plaquetas.
Identificación de arbustos semilleros	Según la Resolución 730 de 2011 se deben identificar, georeferenciar y tomar registro fotográfico de arbustos semilleros de camu camu
Compensación	Según la Resolución 0467 de 2020 se debe realizar el manejo de la regeneración natural de dos hectáreas de camucamales en el lago Piexeboi durante el periodo del permiso de aprovechamiento forestal.

Liberación de plántulas	Según Asmucotar e Instituto Sinchi (2020) se plantea como práctica de manejo la liberación de plántulas de camu camu para favorecer su crecimiento.
Definición de áreas de conservación y enriquecimiento	De acuerdo con la Resolución 730 de 2011 en 21,8 hectáreas (correspondiente al área actual de los lagos Piexeboi, Juró de Brasil y Santa Clara) se debe realizar enriquecimiento de la especie con un sistema de siembra en cuadrado de 2 x 2 m. De acuerdo con la Resolución 0467 de 2020 del área potencial del lago Piexeboi correspondiente a 30,9 ha, solo se realizará cosecha en el área actual correspondiente a 20,9 ha, dejando las 10 ha restantes para la conservación y protección de la especie. De acuerdo con Asmucotar e Instituto Sinchi (2020) los lagos con rodales de camu camu juveniles (Juró de Brasil y Santa Clara) se establecieron como áreas de conservación y enriquecimiento. Estas áreas solo aplican en caso de que existan áreas con bajas densidades y/o poblaciones afectadas. Según Hernández y Barrera (2010) se pueden definir exclusivamente para conservación (sin aprovechamiento) o realizar una rotación de cosecha entre lagos dejando un lago para que la población de plántulas y fauna se recuperen.
Esparcimiento de semillas	Según Asmucotar e Instituto Sinchi (2020) se implementa un programa de repoblamiento en los rodales, tanto en Piexeboi como en aquello donde se puede propagar y conservar la especie. Idealmente este repoblamiento se debe realizar en época de aguas bajas, sin embargo, en vista de que el nivel del río no lo ha permitido en los últimos años, se ha optado por realizar el esparcimiento de semillas por el perímetro de los rodales luego del proceso de transformación.
Propagación y siembra	Actualmente se realiza propagación de camu camu en el vivero de la Asociación Asmucotar, material que se plantea ser utilizado en la revegetalización de la especie en diferentes lagos (Asmucotar e Instituto Sinchi, 2020). De acuerdo con el conocimiento de cosechadores locales las plántulas deben ser trasladadas al campo definitivo cuando tienen una altura entre 0,8 y 1,2 m (Hernández y Barrera, 2010) y sembradas en hoyos de 20 x 20 x 30 cm con un distanciamiento de 2 x 2 m. Este arreglo permite obtener un total de 2500 plántulas/hectárea con un a tasas de sobrevivencia del 60% (Asmucotar e Instituto Sinchi, 2020) (Figura 49).

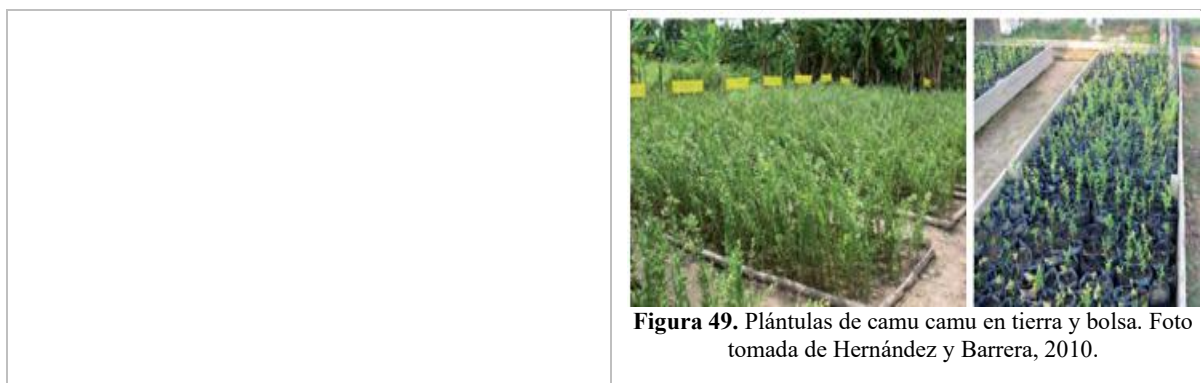


Tabla 26. Actuales prácticas de manejo para de camu camu en la jurisdicción CORPOAMAZONIA.

Tasas de aprovechamiento de camu camu en lagos de Tarapacá, Amazonas

A continuación, se presentan sus cálculos, los cuales fueron propuestos y sugeridos por el Instituto Sinchi y aceptados por CORPOAMAZONIA en permisos solicitados para el aprovechamiento de camu camu en lagos de Tarapacá, Amazonas (**Tabla 27 y Tabla 28**).

Detalle de los cálculos

Resolución 730 de 2011									
Lago	Área total de los tres lagos Hernández y Barrera, 2010	Producción total en el área actual de los tres lagos (100%)	Permiso otorgado por el 50% de la producción total	Tasa de aprovechamiento progresiva en 5 años (10% cada año hasta el 100% del 50%) (Ton)					Total solicitado y otorgado para los 5 años (Ton)
Piexeboi, Juró de Brasil, Santa Clara	21,8 ha	377,62	189 ton	38	76	114	152	189	569

Tabla 27. Propuesta de intensidad de cosecha sugerida por el Instituto Sinchi y aceptadas por Corpoamazonia en la Resolución 730 de 2011 para permiso de aprovechamiento de camu camu en lagos de Tarapacá, Amazonas.

Resolución 0467 de 2020										
Lago	Área actual del lago Hernández y Barrera, 2010	Producción total en el área actual del lago (100%)	Producción efectiva en el área actual del lago (70% ^a)	Permiso otorgado por el 50% de la producción efectiva	Tasa de aprovechamiento progresiva en 5 años (20% cada año hasta 100% del 50%) (Ton)					Total solicitado y otorgado para los 5 años (Ton)
Piexeboi	20.9 ha	597.53 ton	418.3 ton	209 ton	41	83	125	167	209	625

^a Según Asmucotar e Instituto Sinchi (2020) el 70% del total de tallos productivos se encuentran en fructificación en la época de cosecha.

Tabla 28. Propuesta de intensidad de cosecha sugerida por el Instituto Sinchi y aceptadas por Corpoamazonia en la Resolución 0467 de 2020 para permiso de aprovechamiento de camu camu en el lago Piexeboi en Tarapacá, Amazonas.

Los cálculos presentados en la **Tabla 27 y Tabla 28** propuestos por el Instituto Sinchi responden a grandes poblaciones monoespecíficas de camu camu que producen altos volúmenes de fruto. No obstante, se debe tener en cuenta que el cálculo sobre el **70% de la producción efectiva de camu camu en cada lago**, no es el valor total de la producción, ya que, por un lado, la cosecha de los frutos es selectiva, solo tomando los frutos en los estados los estados 3 y 4 de la **Figura 46**. Por otro lado, al momento de la cosecha el roce de las lanchas o botes con los tallos hace que los frutos maduros se caigan, sin ser cosechados y finalmente, otro porcentaje se pierde al inicio y final de la época de cosecha, pues la cosecha de los frutos se concentra en los picos de la cosecha con miras a obtener una

mayor oferta y optimizar aspectos logísticos como tiempo, costos de transporte, etc. En vista de lo anterior las plantas de camu camu producen más del 70% calculado y este porcentaje representa exclusivamente lo que temporalmente está al alcance para ser cosechado.

Por esta razón, el volumen máximo por aprovechar propuesto como lineamiento de manejo obligatorio será hasta del 70% del producido en el área de manejo (Detalle en la **Tabla 32**).

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 29** se presentan los diferentes regímenes de uso y gobernanza donde se encuentran poblaciones representativas de camu camu en la jurisdicción de Corpoamazonía (Tarapacá, El Encanto – Amazonas y Puerto Asís, Putumayo) como áreas protegidas y otros tipos de propiedad.

Tipo de predio		Forma de propiedad	Uso de productos forestales no maderables	Gobernanza
Reserva Forestal de la Amazonía	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 PFNM en las zonas tipo A, B y C de las Reservas forestales de Ley 2da de 1959	Baja
Parques Nacionales Naturales	PNN Amacayacú (Parques Nacionales Naturales, s.f.)	Público	Permitido	Baja
	PNN Río Puré (Parques Nacionales Naturales, 2022)		No explícito	
Resguardos Indígenas	Uitiboc	Privada	Permitido	Media
	Tikuna de los Ríos Cotuhé y Putumayo			
	Tikuna de Mocagua, Macedonia, El Vergel y Zaragoza			
	Cofan de Bocana de Luzon			
	Siona Santa Cruz de Piñuña Blanco			
	Páez de Nasa Chamb			
	San Sebastián del Pueblo Pastos			
	Awa de Agua Blanca			
	Siona de Buena Vista			
	Inga Villa Catalina de Puerto Rosario			
	Páez de Alto Lorenzo			
	Murui Monilla Amena			
	Bajo Santa Helena			
	Awa La Cabaña			
	Embera Chami La Italia			
	Cofan Tssenene			
	Siona de Vegas de Santana			
	Inga Villa Catalina de Puerto Rosario			
	Predio Putumayo			
	Zona de Biodiversidad El Triunfo	Privada	No presentan planes de manejo	Media

Reserva Natural de la Sociedad Civil – RNSC	Zona de Biodiversidad La Loma			
	Zona de Biodiversidad La Vega			
	La Guerrero			
	Buena Vista			
Otros instrumentos de planificación del territorio				
Experiencia piloto de zonificación forestal en el corregimiento de Tarapacá (Amazonas) (Cárdenas-López, <i>et al.</i> , 2004)		-	Permitido	-
Actualización del Plan de Ordenación Forestal Tarapacá – Arica (Huella verde Consultoría Forestal SAS, EQM SAS y Compañía Forestal Colombiana SAS, 2020)		-	Permitido	-

Tabla 29. Régimen de uso y gobernanza sobre el camu camu en la jurisdicción CORPOAMAZONIA.

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 30**). Como resultado de esta evaluación se obtuvo que el impacto de la cosecha es bajo teniendo en cuenta principalmente aspectos como que la recolección manual no causa ningún daño a las plantas, la alta capacidad de crecimiento y reproducción (vegetativo y sexual) y la alta capacidad de producción de frutos.

Característica	Impacto bajo	Descripción
Parte utilizada	Fruto	Según Stockdaley, <i>et al.</i> (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 PFNM obtenidos de los frutos.
Método de cosecha	Recolección manual directamente de las plantas	El método de cosecha de la especie es manual y selectivo directamente de los arbustos, además una práctica de manejo implementada es la advertencia de cuidado donde prácticas como no romper ni desgarrar las ramas, tallos o ramets se tienen en cuenta y métodos de recolección dañinos como el raspado no se llevan a cabo. En campo no se observaron daños a los arbustos como por ejemplo: cortes para cosecha, quemas, limpiezas para acceder al centro de los rodales. Por otra parte, no se cosechan las ramas muy altas, la cosecha se concentra en los bordes de los rodales, ya que las canoas no pueden acceder al centro del rodal por la alta densidad de tallos de camu camu y para evitar causar daños a las plantas (Prácticas habituales de ASMUCOTAR), se garantiza dejar un remanente de frutos para la fauna y la provisión de semillas para la población.
Crecimiento	Vegetativo y reproductivo	Esta especie posee crecimiento vegetativo y sexual, sin embargo, en hábitats naturales el vegetativo es el que prevalece (Pinedo, <i>et al.</i> , 2001; Hernández y Barrera, 2010). Gracias a su crecimiento vegetativo o tipo clonal esta especie es excelente colonizadora que desarrolla rizomas (tallos o ramets) nuevos a partir de tallos subterráneos y lo cual le provee de una alta abundancia principalmente en áreas donde tiene disponibilidad de luz

Resiliencia	Alta	Es una especie que posee una alta tasa de adaptabilidad a condiciones extremas de anegación a lo largo de todo su ciclo de vida. Esta especie puede permanecer en condiciones de inundación entre cuatro y cinco meses al año (Hernández y Barrera, 2010).
Abundancia	Alta	Como se mencionó anteriormente, debido a su crecimiento vegetativo esta especie posee una alta abundancia por su profusa ramificación y generación de tallos clonales. Según este estudio su abundancia puede variar entre 3440 y 21220 tallos o ramets productivos/ha.
Capacidad de reproducción	Alta	Es una especie con distribución agregada con una alta tasa de reproducción por medio de la formación de tallos clonales subterráneos (Hernández y Barrera, 2010) y también a partir de semillas. Según Pinedo, <i>et al.</i> (2001) esta especie puede producir hasta 11000 semillas.
Longevidad	Alta	Es una especie longeva, que inicia su producción entre los 2 y 3 años. Según Pinedo (2009) esta especie reporta rendimientos crecientes a lo largo de 15 años en plantaciones en la región de Loreto, Perú.
Estructura de la población	Población estable y saludable	Como se presentó en la sección 4.3 esta especie presenta una alta regeneración a partir de tallos, con una prevalencia de adultos jóvenes y viejos que aportan semillas y propágulos para mantener las poblaciones estables y en crecimiento. Sin embargo, es importante mencionar que la estructura poblacional de esta especie se ve determinada por la dinámica de las inundaciones y sedimentación de los lagos donde se halla. Adicionalmente, vale la pena destacar que el impacto en la regeneración natural dada por semilla aún es desconocido y hace falta tener mayor información para definirlo.
Sexualidad y polinización	Alta	El camu camu es una especie monoica y presenta flores hermafroditas que le permiten tener una alta capacidad productiva. Adicionalmente, Peters y Vásquez (1987), esta especie posee un sistema reproductivo por polinización cruzada y autopolinización (Ardila-Ortiz y Yunda, 2017).
Productividad de la parte a cosechar	Alta	Su producción tipo escalonada (<i>i. e.</i> reproducción asincrónica) permite extender su cosecha hasta por cuatro meses. Otro aspecto que resaltar, es que aun cuando su capacidad de producción de fruto es muy alta, esta especie posee periodos de descanso natural, ya que no todos los años no producen los mismos tallos o ramets. Según Asmucotar e Instituto Sinchi (2020), el 70% de la población de tallos productivos presentan fructificación simultánea, mientras el 30% restante no presenta frutos en el mismo momento.
Impacto en el ecosistema	Bajo	De acuerdo con las observaciones en campo de este estudio y estudios previos la cosecha de camu camu no evidencia cambios negativos en el ecosistema circundante.

Tabla 30. Descripción y valoración del impacto de la cosecha de camu camu en la jurisdicción de la CORPOAMAZONIA.

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

En la **Figura 50** se presentan los actores de la cadena productiva de camu camu en Tarapacá, Amazonas.

FIGURA 1. Diagrama (en construcción) de los actores involucrados en la cadena productiva del Camu camu y el tipo de relaciones que hay entre estos.

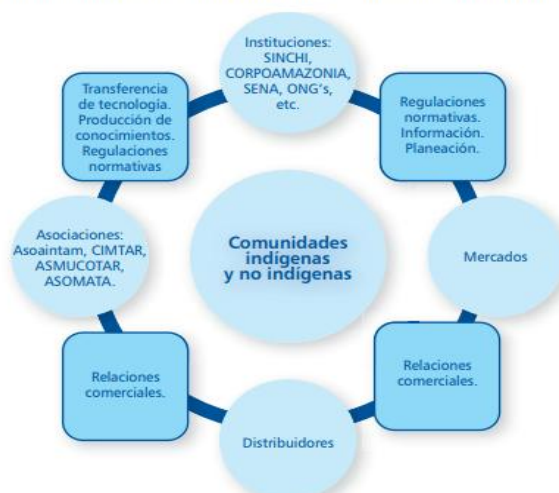


Figura 50. Actores de la cadena productiva de camu camu en Tarapacá, Amazonas. Tomado de Hernández y Barrera, 2010.

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 31**):

Relación	Descripción	Detalle
Cadena productiva	Transporte a áreas de cosecha y áreas de comercialización	Para el camu camu, el transporte es la segunda operación más costosa después del combustible, lo que influye directamente en el precio final de los productos. Si no se optimiza adecuadamente, este costo puede llegar a ser prohibitivo, comprometiendo la rentabilidad de la actividad económica.
Factor externo	Gobernanza	La gobernanza sobre el recurso es limitada. Su cosecha se desarrolla en predios públicos. A lo anterior se suma, el bajo control sobre malas prácticas de cosecha o poco cuidado al realizar esta actividad.
	Condiciones climáticas	El incremento de la ocurrencia de eventos extremos (veranos extensos o precipitaciones muy bajas) genera afectaciones en la producción y desarrollo óptimo de las flores y frutos. Adicionalmente, el pulso del río e inundaciones prolongadas también afecta la recolección de frutos y la actividad económica asociada.
	Presencia de gramalote	Puntualmente en Tarapacá los recolectores reportaron que la expansión del gramalote en los lagos puede causar afectaciones a los camucamales ya que cuando las aguas son bajas el gramalote queda adherido a las copas limitando la fotosíntesis y secando a los arbustos. Si bien, esta especie no ha sido reportada como invasora para Colombia (Cárdenas, <i>et al.</i> , 2011), si se le ha asignado esta característica en Cuba (Catasús-Guerra, 2015). Aunque se trata de una especie nativa no se descarta que pueda comportarse como una invasora o denominada colonizadora agresiva que se define como “ <i>toda especie, subespecie o taxón inferior nativa que se encuentre en su distribución natural y que sea agente de cambio y amenaza de otras especies y ecosistemas nativos</i> ” (Herbario Amazónico Colombiano Dairon Cárdenas López, s.f.) Esto se

		evidencia con lo reportado en Tarapacá donde antes solo estaba en el lago Sacambú y ahora es posible también hallarla en Juró de Brasil. Aunque no se conoce la causa de la expansión del gramalote, se ha reportado que especies nativas pueden comportarse como invasoras debido a la degradación del ecosistema (Cárdenas, <i>et al.</i> , 2011).
--	--	--

Tabla 31. Aspectos de la cadena productiva y factores externos que pueden afectar la sostenibilidad de la cosecha de camu camu.

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 camucamu descritas en la **Tabla 32** 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
Capacitación a personal para labores pre-cosecha	Capacitación sobre buenas prácticas: Previo a la cosecha se deberá capacitar a los cosechadores en las operaciones de cosecha, transporte y post-cosecha de camu camu. tal como se describen en las siguientes secciones relacionadas con “acciones de manejo durante las labores de cosecha” y “acciones de manejo post-cosecha”. Capacitación sobre seguridad en el trabajo: Teniendo en cuenta que la cosecha se realiza en la temporada de aguas altas y gracias a esto se accede a los arbustos de camu camu desde el bote o canoa no se requieren implementos de trabajo en alturas. Así mismo, en los sitios de cosecha no se requiere el uso de chaleco salvavidas ya que el camucamal es poco profundo y denso, no obstante, durante los desplazamientos en aguas abiertas si se recomienda el uso de estos. Teniendo en cuenta la corteza lisa y ausencia de espinas u otro tipo de partes que puedan causar daños a las personas durante la cosecha no se requiere el uso de guantes u otro elemento de protección personal. Capacitación sobre manejo sanitario: No se requiere ningún tipo de manejo sanitario ya que la cosecha no implica la generación de heridas en la planta. La cosecha se realiza realizando el desprendimiento del fruto de forma manual con ayuda de la uña, sin requerir alguna herramienta de corte, por ende, no se generan problemas sanitarios y no es necesario ningún tipo de manejo preventivo.
Programación de la cosecha	Programar la cosecha considerando visitas previas para confirmar que el grado de maduración de los frutos es adecuado (frutos pintones y maduros de acuerdo con la tabla de calidad estado 3 y 4 presentados en la Figura 46), además se deben tener en cuenta los costos de transporte y a logística que debe llevarse a cabo para la cosecha. Se debe garantizar previo a la cosecha que todos las canoas y botes para el transporte de camu camu se encuentren en excelentes condiciones de mantenimiento.
Acciones de manejo durante las labores de cosecha	

Lineamientos de manejo obligatorios	
No se debe realizar la eliminación de individuos para su cosecha	Se prohíbe la tala o tumba de los individuos de camu camu. Estos deben ser cosechados en pie. Así mismo, se debe respetar la totalidad de tallos de camu camu y sus inflorescencias, garantizando la presencia de individuos vigorosos para próximas cosechas.
Advertencia de cuidado para acceso a los camucamales	Se debe tener precaución para no romper o dañar las ramas o tallos de camu camu cuando se ingrese a los rodales, principalmente cuando el ingreso se realiza en botes de gran tamaño o con motor (Figura 51). Estos deben acceder únicamente hasta el borde del camucamal.  Figura 51. Bote de motor en borde de camucamal en Tarapacá. Foto: Castro, S. Las canoas al ser más pequeñas pueden acceder al interior de los camucamales pero hasta donde la densidad de camu camu lo permita. No se deben cortar tallos para despejar el acceso de la canoa (Figura 52).

	 Figura 52. Canoa ingresando al interior de un camucamal en Tarapacá, Amazonas. Foto: Castro, S.
Advertencia de cuidado para la cosecha de los frutos y capacitación a cosechadores	La cosecha de camu camu se realiza de manera manual y selectiva de frutos pintones y maduros de acuerdo con la tabla de calidad estado 3 y 4 (Figura 46). Por lo anterior, se debe capacitar a los cosechadores sobre el punto óptimo de cosecha de frutos y los cuidados que deben tenerse al momento de cosecha y transporte de frutos para evitar que estos presentes daños físicos (Figura 48). La cosecha de los frutos debe realizarse con cuidado, evitando generar daños en los frutos, por esto se recomienda desprender los frutos de la planta con la ayuda de la uña para evitar rupturas o desgarramientos (Hernández y Barrera, 2010).



Figura 53. Cosecha manual de camu camu en Tarapacá, Amazonas. Foto: Castro, S.

No se debe realizar cosecha tipo “raspado” o “arranque”
ya que esta genera daños en las ramas y afectará la
producción de la siguiente cosecha.

Una vez se cosechan los frutos estos deben disponerse
cuidadosamente en baldes o bolsas para evitar daños físicos.



Figura 54. Camu camu cosechado y dispuesto en balde plástico. Foto: Castro, S.

	 Figura 55. Camu camu cosechado y dispuesto en bolsas de plástico. Foto: Castro, S.
Intensidad de cosecha máximo del 70%	Aprovechamiento máximo del 70% del total de frutos producidos en la unidad de manejo (por ejemplo, lago o localidad). Teniendo en cuenta que no se cosechan las ramas muy altas y que la cosecha se concentra en los bordes de los rodales, ya que las canoas no pueden acceder al centro del rodal por la alta densidad de tallos de camu camu y para evitar causar daños a las plantas (Prácticas habituales de ASMUCOTAR), este porcentaje de cosecha está garantizado. Si bien, se propone que la tasa de cosecha sea el 70% de la producción total, en la solicitud cada interesado o Asociación debe analizar su capacidad logística para no excederse en la cantidad solicitada. Se recomienda que para los interesados o Asociación(es) que hasta ahora están iniciando el proceso de aprovechamiento de camu camu solicitar una cantidad de fruto progresiva que sea proporcional a su capacidad de transformación, esto teniendo en cuenta que el fruto es perecedero y tiene que ser procesado rápidamente. Con esta práctica se busca evitar el desperdicio innecesario de fruta. Teniendo en cuenta lo anterior, es posible que se llegue a cosechar hasta el 70% de la producción total en lagos pequeños o con poca abundancia, pero para lagos grandes no sea necesario cosechar más del 50% de su producción total.
Manejo de residuos producto de la cosecha	Los residuos sólidos provenientes del mantenimiento de canoas o botes y otros relacionados con las faenas de la cosecha como envolturas de alimentos, botellas plásticas, etc., deben disponerse adecuadamente, reuniéndolos y transportándolos fuera de los bosques o rodales de camu camu.
No se requieren prácticas de control biológico y uso responsable de agroquímicos	Durante la cosecha de camu camu no se usa ningún tipo de fertilizante ni agroquímico para control de plagas, por tanto, no se requieren prácticas de control biológico o uso responsable de agroquímicos.
Manejo del gramalote	Limitar el corte o arranque del gramalote (<i>Hymenachne</i> cf. <i>donacifolia</i>) al corredor que debe transitar la lancha y las

	plantas que están cubriendo la copa de camu camu, ya que esto provoca el secamiento del arbusto (comunicación personal, 2024) El gramalote no se debe eliminar completamente ya que aunque podría tener comportamiento de especie invasora, cumple una función ecológica como hábitat y alimento de fauna (manatí y nutrias o lobos de agua). Una muestra botánica colectada de esta especie fue enviada y depositada en el Herbario Federico Medem Bogotá (FMB) del Instituto Humboldt bajo el número de colecta SCS8.  Figura 56. Gramalote en lago Sacambú, Tarapacá, Amazonas.
Lineamientos de manejo recomendados	
No se requiere tiempo de rotación para una misma planta o sitio	No se requiere definir tiempo de rotación para una misma planta o sitio debido al periodo natural de descanso, es decir, el 70% de los individuos están productivos en cada época de cosecha. No obstante, si la unidad de manejo está compuesta por varios lagos sí se podría realizar una rotación en unidades de manejo teniendo en cuenta los aspectos logísticos e impactos del proceso de cosecha.
Definición de zonas de conservación	En caso de que el usuario tenga acceso o gobernanza en varios lagos, puede definir que algunos de estos sean zonas de conservación
No es necesario establecer Unidades de Manejo Forestal por tipo de ecosistema	No se requiere utilizar unidad de manejo forestal por tipo de ecosistema (por ejemplo herbazal o bosque) ya que el análisis de producción está formulado a nivel de individuo.
No se requiere delimitación de la unidad de manejo y marcación de tallos o ramets	No se requiere delimitar la unidad de manejo (p.e. lago o localidad) pues los tallos o ramets no se eliminan durante la cosecha de frutos y no es viable por las altas fluctuaciones del nivel del río. Por otro lado, debido a la alta densidad de tallos por su crecimiento vegetativo se sugiere que las únicas marcaciones en la unidad de manejo sean las realizadas durante el inventario de la especie, tal como se detallan en el Anexo 1.
No se requiere compensación e identificación de arbustos semilleros	No se requiere compensación (No aplica a PFM). Como práctica complementaria puede manejarse la regeneración natural y la propagación del material vegetal en el vivero para procesos de enriquecimiento. No se requiere identificar arbustos semilleros debido a la alta densidad y al crecimiento vegetativo de la especie la cosecha no afecta el establecimiento de plántulas y juveniles del camu

	camu. Adicionalmente, el proceso de cosecha de frutos no implica la eliminación de los arbustos. Esta práctica no es de obligatorio cumplimiento porque al cosechar no se eliminan los tallos o ramets. Algunas consideraciones importantes para la extracción de semillas (Hernández y Barrera, 2010): ● Extraer las semillas de forma manual de los frutos maduros, es decir, de aquellos que son de un color rojo intenso (Estado 5 de la Figura 46). ● Es posible obtener la semilla de los frutos que han sido despulpados, ya que este proceso funciona como un tratamiento de escarificación que facilita la germinación. ● Las semillas deben ser sometidas a un proceso de desinfección con cloro (hipoclorito de sodio) y agua a una proporción de 100 ml de cloro en 30 litros de agua. Este proceso también facilita la separación de la pulpa adherida a la semilla. ● La semilla puede ser sembrada en bolsas de 20 cm de longitud o utilizando un germinador con sustrato compuesto de aserrín. ● Si la siembra es en capas de almácigo, se recomienda que estén cerca a una fuente permanente de agua. Para mayor detalle e información sobre recomendaciones para siembra de esta especie puede consultar Hernández y Barrera (2010). Por otro lado, el esparcimiento de semillas obtenidas después del proceso de transformación también puede ser llevado a cabo. Se recomienda que las áreas de enriquecimiento donde se esparzan las semillas sean zonas de playas dentro de los lagos.
Propagación y enriquecimiento	 Figura 57. Zona potencial de enriquecimiento en el lago Juró de Brasil. Foto tomada de Hernández y Barrera, 2010.
Cultivos <i>ex situ</i> o en sistema agroforestal	En vista de que la especie no cuenta con un paquete tecnológico, se pueden tomar de referencia buenas prácticas de cultivo a pequeña escala presentes en Leticia, Amazonas y Puerto Leguizamo, Putumayo. Un productor de Puerto Leguizamo sembró 7 ha hace 9 años, la siembra la realizó de manera escalonada (arbustos plantados en diferentes momentos) y está práctica generó que la cosecha de los arbustos también sea escalonada (asincrónica) hasta la fecha, extendiendo la temporada y tiempo de cosecha, no siendo tan estacional como el silvestre. Los terrenos idóneos son aquellos en los que entra el agua de

	ríos o caños por temporadas y luego se drena, ya que esto asegura una fertilización natural de los terrenos con los residuos vegetales transportados por el agua. No se vieron buenos resultados en una prueba de establecimiento de cultivo en humedal sin drenaje. Y en sitio seco se debe invertir mucho en fertilización. Otros estudios realizados por Agrosavia recomiendan el establecimiento de cultivos de camu camu en suelos aluviales inundables, conocidos como 'restingas' asociados a cultivos de ciclo corto, los cuales pueden ser sembrados y cosechados durante la temporada de estiaje (verano). Los experimentos realizados por Villachica (1996) en Perú indican que esta estrategia de cultivos asociados durante los primeros dos años no afecta el desarrollo del camu camu (Osorio-Moreno, 2001).  Figura 58. Cultivos de camu camu en la comunidad de Santa Sofia, Leticia, Amazonas. Por otro lado, Pinedo, <i>et al.</i> (2001) reporta una plaga los cultivos de camu camu producida por el gorgojo del fruto (<i>Conotrachelus dubiae</i>) que puede ser tratada eliminando los frutos contaminados. Para más información sobre manejo de esta plaga y otras recomendaciones para el cultivo de camu camu consultar Técnicas agronómicas prioritarias del camu camu (<i>Myrciaria dubia</i>).
Acciones de manejo post-cosecha	
Registro de producción y cantidad de fruto cosechado por época de cosecha	Registro claro y detallado del peso total cosechado en la unidad de manejo (lago o localidad) por época de cosecha, así como amenazas identificadas, períodos sin cosecha y cronograma de manejo sostenible (Para mayor detalle revisar la sección 9 del presente protocolo)
Capacitación sobre prácticas post-cosecha	Se deberá capacitar a los operarios en las actividades post-cosecha tales como selección, lavado, desinfección, despulpado, control de calidad, empacado, sellado, manejo de residuos, control de plagas, control biológico y protección del medio ambiente. Así como, lo relacionado con seguridad y salud en el trabajo.
Manejo de residuos y otras medidas para la protección del medio ambiente	Luego del proceso para obtención de pulpa debe realizarse un manejo de las semillas, disponiéndolas para nuevas siembras, como abono orgánico luego de su descomposición o introduciendo las semillas aún viables su medio natural. Durante el despulpado no se generan residuos líquidos o emisiones por lo tanto no se requieren otras medidas para protección del medio ambiente

Sitio de acopio o almacenamiento	Verificar que el sitio de acopio o almacenamiento de frutos se encuentre libre de elementos contaminantes como aceites, plaguicidas o desechos sólidos o de animales.
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.
Periodicidad y formato de informes	Se realizará con la periodicidad e instrucciones dadas en el acto administrativo por parte de CORPOAMAZONIA.

Tabla 32. Lineamientos para el manejo sostenible de camu camu en la jurisdicción CORPOAMAZONIA.

Consideraciones para otros actores de la cadena de valor

Con el fin de garantizar la sostenibilidad de esta especie como un ejercicio integral, a continuación, se presentan las acciones que podrían ser implementadas por parte de diferentes actores de la cadena de valor, como organizaciones sociales, universidades, empresas y otros gremios del sector productivo que pueden colaborar en el manejo sostenible de los recursos de biodiversidad y apoyar a comunidades clave. Se presentan recomendaciones para la transferencia de conocimiento sobre el manejo sostenible de esta especie en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA y de llevarse a cabo complementarían a largo plazo las medidas necesarias para garantizar la sostenibilidad de camu camu y sus poblaciones.

Entidades públicas, privadas, organizaciones e instituciones involucradas en el manejo sostenible de camu camu: Fomentar la investigación entre los actores que cosechan y transforman los frutos de camu camu. Esto les permitirá identificar patrones de plagas, enfermedades, cambios en la producción y el comportamiento de la fauna en relación con la especie. Asimismo, la generación de información sobre otros PFNM obtenidos de esta especie.

Universidades, Institutos de Investigación, Organizaciones No Gubernamentales (ONG's), sector privado: Fomentar alianzas para proporcionar a los usuarios de camu camu asesoría técnica, asegurando que sigan los lineamientos de manejo sostenible y generen más información y conocimiento entorno a acciones para la conservación de la especie como capacidad de regeneración, propagación, selección de plantas semilleras, indicadores de sostenibilidad, entre otros.

Actores del Sistema Nacional y Regional de Ciencia y Tecnología: Desarrollar mecanismos para transferir los resultados de investigaciones a las comunidades locales, garantizando que el conocimiento generado se pueda aplicar y asegurando la sostenibilidad de la especie en su hábitat natural.

Otros actores de la cadena de valor: Llevar a cabo los trámites ambientales de acuerdo con la actividad realizada dentro de la cadena de valor. Para cosechadores cumplir con el permiso, asociación, concesión forestal o autorización para el manejo sostenible de camu camu y para transformadores y comercializadores de productos obtenidos de los frutos de la especie registrar y cumplir con el Libro de Operaciones Forestales en Línea (LOFL) ante la Autoridad Ambiental.

9. Seguimiento y monitoreo

El monitoreo se define como “*el registro de observaciones y/o mediciones de manera repetida y metódica en un periodo de tiempo determinado, junto al análisis de esta información, para evaluar el cambio en el estado del recurso, así como el progreso hacia el cumplimiento de un objetivo*” (Elzinga *et al.*, 1998). Aplicado al uso sostenible de las especies proveedoras de pfnm, el monitoreo también hace parte de lo que se conoce como manejo adaptativo, esto quiere decir que es una herramienta que genera información para tomar decisiones de manejo, y el adjetivo adaptativo hace alusión a que manejo es susceptible al cambio según la información que se genere en el monitoreo (Celis-Tarazona y Góngora-Manrique, En prensa).

El monitoreo tiene como propósito mejorar el conocimiento en varios aspectos tales como características propias de la especie, impacto de la cosecha, efecto del manejo, entre otros; pero la selección de las variables a monitorear debe seguir los siguientes criterios: **(1) proporcionalidad:** que a menor impacto ambiental el requerimiento sea menor y viceversa; **(2) utilidad:** que la información realmente sea útil y necesaria para tomar decisiones para el manejo sostenible y **(3) viabilidad:** que pueda ser realizado por el usuario sin que implique recursos económicos o humanos que el usuario no pueda asumir, según su tipo (pequeño, mediano y grande) y el nivel de ingresos netos derivados de la actividad de manejo sostenible.

Teniendo en cuenta que el impacto de la cosecha es bajo (**Tabla 30**) y que se cuenta con estudios sobre producción de la especie, se considera que el monitoreo puede orientar únicamente a la información de la población, no a nivel individual. En este sentido la propuesta de monitoreo se limita a registrar la producción por lago o localidad, amenazas y períodos sin cosecha.

Monitoreo para usuarios: Los usuarios a los que se les haya otorgado el acceso al manejo sostenible de camu camu deben realizar el registro de las variables descritas en la **Tabla 33**.

Variables para monitoreo	Detalle
Registro del peso total cosechado en la unidad de manejo (lago o localidad) por época de cosecha (Figura 59 y Figura 60)	El detalle del registro y el formato recomendado de monitoreo se presenta en la Figura 59
Amenazas	Incluir descripciones de acciones externas que afectan la cosecha como, por ejemplo: presencia o afectación por plagas, presencia excesiva de gramalote, malas prácticas desarrolladas por otras personas recolectoras, entre otras.
Períodos sin cosecha	Incluir información sobre los períodos sin cosecha debido a causas naturales (por ejemplo, lluvias extremas o sequías) o antrópicas (por ejemplo, orden público, presupuesto). Los períodos sin cosecha pueden ser causados por la falta de oferta de frutos (por ejemplo, los rodales de camu camu no produjeron frutos en un año en específico) o por dificultades de accesibilidad a las unidades de manejo (por ejemplo, el bajo nivel del agua).
Cronograma de actividades de manejo sostenible (Tabla 35)	Se describen actividades de manejo complementarias realizadas como siembras, limpieas, cercamiento, etc.

Tabla 33. Variables para el monitoreo por parte de usuarios a los que se les haya otorgado el acceso al manejo sostenible de camu camu.

Registro del peso total cosechado en la unidad de manejo:

Forma de monitoreo: Monitoreo productivo

Periodicidad: Cada época de cosecha, normalmente se presenta solo una cosecha al año (febrero - marzo), pero excepcionalmente pueden presentarse dos cosechas al año (septiembre a octubre).

¿Cómo se hace el monitoreo?

Una vez realizada la cosecha, el usuario debe pesar y registrar el peso total cosechado en la unidad manejo (lago o localidad). Es importante resaltar que, si la cosecha la realiza en zonas separadas entre sí, debe registrar el peso total cosechado por sitio. En la **Figura 59** se presenta un ejemplo del formato de campo recomendado para este registro.

Protocolo de Manejo Sostenible de camu camu (<i>Myrciaria dubia</i>) en jurisdicción de Corpoamazonia			
FORMATO DE REGISTRO DE VARIABLES DE MONITOREO			
Nombre de quien tomó los datos			
Fecha de recolección	Peso total cosechado (kg)	Lugar de cosecha (lago o área)	Amenazas
26/02/2025	45	Sacambú	Se evidencian malas prácticas de cosecha por parte de personas externas
27/02/2025	50	Piexeboi	
...	...	...	...
...	...	...	...
Periodos sin cosecha: Durante el mes de marzo no fue posible realizar cosecha por lluvias extremas			

Figura 59. Formato de registro de variables de monitoreo para camu camu por lago o localidad.



Figura 60. Registro de peso cosechado de fruto y balde. Fotos: Castro, S.

¿Cómo se remite la información a la autoridad ambiental?

La información de monitoreo se entregará de acuerdo a lo definido por la autoridad ambiental en el acto administrativo junto con los formatos de campo en donde se registra la información.

Registro de peso total ingresado a centro de acopio (si aplica):

Se sugiere el siguiente formato de seguimiento para el centro de acopio de camu camu en el área no municipalizada de Tarapacá (**Tabla 34**):

Fecha cosecha	No. De cajas/canastilla	Recolector	Peso fruta (kg)	Fruta rechazada (kg)	Fruta que ingresa para proceso (kg)	Valor fruta (\$)/kg	Valor total	Firma responsable	Procedencia de fruta (lago)
7/12/2024	1	Juan Perez	17,5	0	17,5	2000	2000		Piexeboi

Tabla 34. Ejemplo del registro de fruto para ingreso a centro de acopio para un usuario con acceso al manejo sostenible de camu camu.

Cronograma de actividades de manejo sostenible de camu camu
--

Actividad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cosecha												
Transporte												
Siembras												
Limpias												

Tabla 35. Ejemplo del registro de variables de monitoreo para un usuario con acceso al manejo sostenible de camu camu.

Otras necesidades de investigación y 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 con la especie como Universidades, la Corporación, proyectos de cooperación, etc; que idealmente podrían contar con la participación de las comunidades locales y otros usuarios de los PFM, pero **no deben ser** una obligación incluida en el acto administrativo que otorga el manejo sostenible.

- Caracterización de poblaciones en otras localidades, por ejemplo, área no municipalizada de El Encanto en la orilla de la laguna Bosicué en el margen derecho del río Putumayo; en el departamento de Caquetá, municipio de Solano en la región Araracuara, sector Chiribiquete, rebalse del río Yari, La Gamitana; y en el municipio de Puerto Leguizamo (Putumayo) en el Resguardo Indígena de Lagarto Cocha, cuenca del río Cauca, parte baja.
- Dinámica de establecimiento de nuevas poblaciones, teniendo en cuenta la observación realizada de cómo estas se ven afectadas por el régimen de inundación y la dinámica fluvial.
- Demografía en donde se busca establecer la estructura de la población y de los aspectos relacionados con la dinámica poblacional. Debe incluir indicadores como la tasa de crecimiento, mortalidad, natalidad y análisis de los factores que influyen en el crecimiento poblacional.
- Seguimiento a la efectividad de estrategias de repoblamiento realizadas por ejemplo como las realizadas por Asmucotar e Instituto Sinchi.

10. Referencias bibliográficas

- Aguilar-Giraldo, A., Torres-Morales, G. y Castro-Sanabria, S. (2025). *Myrciaria dubia* McVaugh(Kunth). Catálogo de la Biodiversidad. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia – SiB. <https://catalogo.biodiversidad.co/file/5fe390e877d2704f01277b45/summary>.
- Aguirre Neira, J. C. (2020). Diversidade e conhecimento local associado de camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] de povos indígenas na Amazônia colombiana.
- Agrinier, A.-L., Morissette, A., Daoust, L., Gignac, T., Marois, J., Varin, T. V., Pilon, G., Larose, É., Gagnon, C., Desjardins, Y., Anhe, F. F., Carreau, A.-M., Vohl, M.-C., & Marette, A. (2024). Camu-camu decreases hepatic steatosis and liver injury markers in overweight, hypertriglyceridemic individuals: A randomized crossover trial. *Cell Reports Medicine*, 101682. <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2024.101682>
- Akter, S., Oh, S., Eun, J.-B., & Ahmed, M. (2011). Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: A review. *Food Research International*, 44(7), 1728–1732. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.045>
- Araújo, M., Fidelis, M., Andolfato, C. S., Pereira, A. C., Camps, I., Colombo, F. A., Marques, M. J., Myoda, T., Granato, D., y Azevedo, L. (2020). Camucamu (*Myrciaria dubia*) seeds as a novel source of bioactive compounds with promising antimalarial and antischistosomicidal properties. *Food Research International*, 136, 109334. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109334>

- Ardila-Ortiz, L. & Yunda, C. (2017). Camu camu (*Myrciaria dubia*) como posible alternativa productiva. Revista Sistemas Productivos Agroecológicos. 8(2). 23 pp.
- Arellano-Acuña, E., Rojas-Zavaleta, I., & Paucar-Menacho, L. M. (2016). Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Fruta tropical de excelentes propiedades funcionales que ayudan a mejorar la calidad de vida. Scientia Agropecuaria, 7(4), 433-443.
- Arias-García, J. C. y Cárdenas-López, D. (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>
- Asociación de Mujeres Comunitarias de Tarapacá (ASMUCOTAR) e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (Instituto Sinchi). (2020). Plan de manejo y aprovechamiento de camu camu. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. 34 pp.
- Becerra, K., García, J., Becerra, M., Ruiz, E., y Chávez, L. (2019). Efecto nefroprotector del Camu Camu (*Myrciaria dubia*) en un modelo de nefrotoxicidad inducida por gentamicina en ratas. Revista Chilena de Nutrición, 46(3), 303-307. <http://doi.org/10.4067/S0717-75182019000300303>
- 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/>
- Bernal, R., Gradstein, S., y Celis, M. (Eds). (2023). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Recuperado el 27 de julio de 2023 de Catálogo de plantas y líquenes de Colombia website: <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>
- Cárdenas, D y López, R. (2000). Plantas Útiles del Sur de la Amazonía, departamento de Amazonas. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI). 73 pp. Bogotá.
- Cárdenas-López, D., López-Camacho, R. y Acosta-Muñoz, L. E. Experiencia piloto de zonificación forestal en el corregimiento de Tarapacá (Amazonas). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía – Corpoamazonia. (2004). Bogotá D.C. 144 pp.
- Cárdenas-López, D., Castaño-Arboleda, N. y Cárdenas-Toro, J. (2011). Plantas introducidas, establecidas e invasoras en Amazonia colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -Sinchi-. Bogotá. Colombia.
- Catasús-Guerra, L. (2015). Consideraciones sobre las gramíneas invasoras en Cuba. Revista del Jardín Botánico Nacional. 36. 115-150. <https://www.jstor.org/stable/43840202>
- Celis-Tarazona, A. C., y Góngora-Manrique, M. K. (En prensa). Productos forestales no maderables: guía para un monitoreo con enfoque participativo. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Conceição, N., Albuquerque, B. R., Pereira, C., Corrêa, R. C. G., Lopes, C. B., Calhêla, R. C., Alves, M. J., Barros, L., y Ferreira, I. C. F. R. (2020). By-products of camu-camu [*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh] as promising sources of bioactive high added-value food ingredients: Functionalization of yogurts. Molecules, 25(1), 1-17. <https://doi.org/10.3390/molecules25010070>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (2003). Definición de áreas óptimas y estudio de factibilidad para la transformación y mercadeo del Camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc. Vaugh) en el departamento de Putumayo: boletín técnico. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/1266>.

- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonia). Resolución 0730 de 12 de julio de 2011 por medio de la cual se otorga el permiso de aprovechamiento forestal persistente de productos de flora silvestre tipo 3 a la Asociación de Mujeres Comunitarias de Tarapacá ASMUCOTAR.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonia). Resolución DG No. 0467 de 1 de junio de 2020 por medio de la cual se otorga un Aprovechamiento Forestal Persistente de Productos No Maderables de la especie camu camu (*Myrciaria dubia*) por Modo Asociación a la Asociación de Mujeres Comunitarias de Tarapacá – ASMUCOTAR.
- 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/>
- Das Chagas, E.G.L., Vanin, F. M., dos Santos, V. A., Pedroso, C. M., y Aparecida, R. (2021). Enrichment of antioxidants compounds in cookies produced with camu-camu (*Myrciaria dubia*) coproducts powders. LWT-Food Science and Technology, 137, 110472. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110472>
- Dávila-Pinedo, C. (2013). Influencia de los métodos de defoliación sobre la producción y el periodo de cosecha de frutos de Camu-camu. Geape-ufpa. https://www.academia.edu/121784258/Influencia_de_los_m%C3%A9todos_de_defoliaci%C3%B3n_sobre_la_producci%C3%B3n_y_el_periodo_de_cosecha_de_frutos_de_Camu_camu
- Escobar, C.J., Zuluaga Peláez, J.J.; García Lozano, J.; Alarcón R, M.; Gutiérrez Vanegas, B.A.; Gutiérrez Vanegas, A.J.; Osorio Moreno, V.E.; Cadena, F.M.; Cárdenas Guzmán, C.A.; Yasno Cabrera, C.A.; Colorado Gasca, G.; et al. (Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA; Programa Nacional de Desarrollo Alternativo - PNDA, (2003). El cultivo del Camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) manejo y utilización. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/16608>.
- Elzinga, C. L., y Salzer, D. W. (1998). Measuring & monitoring plant populations. US Department of the Interior, Bureau of Land Management.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (1999). An Overview of Non-Timber Forest Products in the Mediterranean Region. Roma: Organización de las Naciones Unidas. Recuperado el 15 de diciembre de 2024 de <https://www.fao.org/4/x5593e/x5593e00.htm>
- Farro, S. y Pinedo, M. (2010). Posibles factores que producen la caída de fruto de *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh, “camu camu” durante la fenología reproductiva de la colección “cinco cuencas” en el centro experimental San Miguel – IIAP, Loreto, Perú. Scientia Agropecuaria. 1. 117-123.
- García-Chacón, J. M., Marín-Loaiza, J. C., & Osorio, C. (2023). Camu camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh): An Amazonian fruit with biofunctional properties—a review. ACS Omega, 8(6), 5169–5183. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c06410>
- García-Chacón, J. M., Rodríguez-Pulido, F. J., Heredia, F. J., González-Miret, M. L., & Osorio, C. (2024). Characterization and bioaccessibility assessment of bioactive compounds from camu-camu (*Myrciaria dubia*) powders and their food applications. Food Research International, 176, 113820. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113820>
- Global Biodiversity Information Facility – GBIF. (2023). *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh in GBIF Secretariat (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2024-12-15.
- Guía Igapo. (s. f.). https://ecologia.ib.usp.br/guiaigapo/familias/myrtaceae/psidium_densicomum/psidium_densicomum.html

- Gonçalves, A. E. de S. S., Lellis-Santos, C., Curi, R., Lajolo, F. M., & Genovese, M. I. (2014). Frozen pulp extracts of camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh) attenuate the hyperlipidemia and lipid peroxidation of Type 1 diabetic rats. *Food Research International*, 64, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.05.074>
- Herbario Amazónico Colombiano Dairón Cádenas López (s.f.). Especies introducidas en la Amazonia colombiana. Recuperado el día 21 de octubre de 2025 de <https://sinchi.org.co/coah/plantas-invasoras>
- Hernández, M. S. y Barrera, J. A. (Comps.). (2010). Camu camu: (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI ISBN: 9789588317632.
- Hernández-Gómez, M. S. (2019). Emprendimientos amazónicos. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá. 102 pp.
- Huella Verde Consultoría Forestal SAS, EQM SAS y Compañía Forestal Colombiana SAS. (2020). Actualización del Plan de Ordenación Forestal Tarapacá – Arica. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Visión Amazonía. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia. 623 pp. Recuperado el 15 de diciembre de 2024 de https://visionamazonia.minambiente.gov.co/content/uploads/2023/08/POF_TARAPACA_ARICA.pdf
- Imán-Correa, S. (2001). Cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) en la región Loreto. Instituto Nacional de Investigación Agraria – INIA. Lima. Perú. 32 pp.
- Inga, H., Pinedo, M., Delgado, C., Linares, C. y Mejía, K. (2001). Fenología reproductiva de *Myrciaria dubia* McVaugh (H.B.K.) camu camu. *Folia Amazonia*. 12 (1-2). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- iNaturalist. (2011). *Couepia paraensis*. <https://www.inaturalist.org/observations/8219812>
- Ligarreto, G. (2011). Agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz): Algunas prácticas de cultivo y poscosecha. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Universidad Nacional de Colombia.
- Lima Santos, I., Freire Miranda, L. C., da Cruz Rodrigues, A. M., Meller da Silva, L. H., & Amante, E. R. (2022). Camu-camu [*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh]: A review of properties and proposals of products for integral valorization of raw material. *Food Chemistry*, 372, 131290. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131290>
- Linares-Prieto, R. (2000). Bases ecológicas para la silvicultura del bosque natural. Estudio de caso del Catival (*Prioretum copaiderae*). *Colombia Forestal* 6(13).
- Londoño Hernández, L., Montalvo Rodríguez, C., Sierra, O. J., & García González, E. (2022). Uso potencial del camu-camu (*Myrciaria dubia*) en el desarrollo de alimentos funcionales. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 9(2), 26–41. <https://doi.org/10.23850/24220582.4863>
- 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>
- Maeda, R. N., Pantoja, L., Ozaki Yuyama, L. K., & Chaar, J. M. (2007). Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh). *Food Science and Technology*, 27(2), 313–316.

- Medina-Bardales, A., Córdova-Pisco, E., Fasabi-Flores, A., Rodríguez-Mashacuri, N., Cobos-Ruiz, M., Imán-Correa S., Castro-Gómez, J. (2014). Semillas y plántulas de *Myrciaria dubia* “camu-camu”: biometría, germinación y crecimiento inicial. *Scientia Agropecuaria*. 5. 85-92.
- Meléndez-Pérez, A. (2018). Aprovechamiento industrial de *Myrciaria dubia* (camu camu)”. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Tesis de pregrado. Iquitos, Perú.
- 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.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MDAR). (2023). Camu Camu: un acercamiento al estado situacional y alcances del mercado. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <http://hdl.handle.net/20.500.13036/1669>
- Montoya, A. L. y Escobar, C. J. (2003). Análisis de las propiedades físico-químico y fertilidad de algunos suelos aluviales con potencial para el cultivo del camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.) en cuatro municipios del departamento del Putumayo. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/16607>
- Osorio-Moreno, V. E. (2001). Camu-camu. *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh. En A. Ariza-Castañeda, A., Casas-Fajardo, A. E., Gutiérrez-Vanegas, A. J., Ramírez-Rodríguez, A., Pereira-González, A. E., Cárdenas-Guzmán, C., Escobar-Acevedo, C. J., Alzate-Arango, C. P., Criollo-Cruz, D., Arias-Olave, D. A., Rivas-Cenón, E. H., Varón-Devia, E. H., Rivera-Díaz, E. Lozano-Useche, F., Ortiz-Suárez, F., Velásquez-Restrepo, J., García-Lozano, J., Rojas-Molina, J., Botina-Papamija, J. R., Zuluaga-Peláez, J. J., Zapata-Ortiz, J., Gómez-Mesa, J. E., Maya-Calpa, I. O., Ferrero-Pinto, L. E., Morales-Puentes, M. E., Cipagauta-Hernández, M., Pedraza-Rodríguez, O., Aguirre-Molina, R. A., Rojas-González, S., Quijano-Pérez, S. A., Osorio-Moreno, V. E. y Rivadeneira-Erazo, Y. (Ed.), *Especies promisorias de la Amazonia, Conservación, Manejo y Utilización de Germoplasma*. (74 – 81 pp). Corpoica Regional 10. Caquetá. Putumayo. Colombia. ISBN: 95896882-2-5.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (s.f.). Plan de Manejo 2007-2012 Parque Nacional Natural Amacayacú. Parques Nacionales Naturales de Colombia. 33 pp.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2022). Plan de Manejo 2022-2027 Parque Nacional Natural Río Puré. Parques Nacionales Naturales de Colombia. 184 pp.
- Peters, C. M., y Vásquez, A. (1987). Estudios ecológicos de Camu-Camu (*Myrciaria dubia*). I. Producción de frutos en poblaciones naturales. *Acta Amazonica*, 17(0), 161-188. <https://doi.org/10.1590/1809-43921987171174>
- Peters, C. M., y Vásquez, A. (2006). Estudios ecológicos de camu-camu (*Myrciaria dubia*) producción de frutos en poblaciones naturales. *Folia Amazónica*, 1(1-2), 87. <https://doi.org/10.24841/fa.v1i1-2.98>
- Peters, Ch. M. and Balick, M.J., Kahn, F., Anderson, A. B. (1989). Oligarchic Forests of Economic Plants in Amazonia: Utilization and Conservation of an Important Tropical Resource. *Conservation Biology*. 3 (4) 341-349
- Peters, Ch. M. and Hammond, E.J. (1990). Fruits from the flooded forests of Peruvian Amazonian: Yield estimates for natural population of three promising species. *Adv. Econ. Bot.* 8: 159-176.
- Pinedo Panduro, M., Riva Ruiz, R., Rengifo Salgado, E. L., Delgado Vásquez, C., Villacrés Vallejo, J., Gonzáles Coral, A., Inga Sánchez, López Ucariegue, Farroñay, Vega y Linares Bensimón, C. (2001). Sistema de producción de camu camu en restinga. Institutos de Investigaciones de la Amazonía Peruana. <http://www.iiap.org.pe/upload/Publicacion/L020.pdf>

- Pinedo, M. (2009). Camu-camu Innovación del agro en la Amazonia Peruana; Perspectivas. Encuentro Económico, Región Loreto 22-23 Oct 2009 BANCO CENTRAL DEL PERU. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2009/Loreto/EER-Loreto-Mario-Pinedo.pdf>
- Pinedo, P.M., Paredes, D.E., Abanto, R.C., Del Castillo, T.D., da Silva Maia, S., Fasabi, J.V., Bardales, L.R., Durand, V.J., Zumba, L.C., Soregui, M.G., Oroche, A.D., Ríos, R.C., Vásquez, B.J., Imán, C.S., Romero, V.J., Alves, Ch., E. (2019). Técnicas agronómicas prioritarias del camu-camu (*Myrciaria dubia*) Tres manuales para el productor: poda-defoliación, control del gorgojo del fruto y fertilización orgánica. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. IIAP. SN- 978-612-4372-18-6
- Ripley R., all rights reserved, uploaded by Ruth Ripley · iNaturalist. (s. f.). Photo 56189730 iNaturalist. <https://www.inaturalist.org/photos/56189730>
- Riva R., R. y González R., I. (1997). Tecnología del Cultivo de Camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) en la Amazonia Peruana. INIA. Lima, Perú. 45 Pp.
- Rodrigues, R. B, Menezes, H.C., Cabral, L.M.C., Dornier, M., Rios, G.M. y Reynes, M. (2003). Evaluation of reverse osmosis and osmotic evaporation to concentrate camu-camu juice (*Myrciaria dubia*). Journal of Food Engineering 6 pp. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.07.009>
- Rubio-Yépez, some rights reserved (CC BY), uploaded by Luis Rubio-Yépez · iNaturalist. (s. f.). Photo 114695019. iNaturalist. <https://www.inaturalist.org/photos/114695019>
- Ruiz S. L., Sánchez E., Tabares E., Prieto A., Arias J. C, Gómez R., Castellanos D., García P., Rodríguez L. (eds). (2007). Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonia colombiana - Diagnóstico. Corpoamazonia, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN, Bogotá D. C. – Colombia. 636p.
- Stockdaley, M., López, C., Blauert, J., Miranda, M., Arancibia, E., y Edouard, F. (2019). Manejo comunitario sustentable de Productos Forestales No Maderables. Editorial Ideograma.
- Tolvanen, A. (1995). Aboveground growth habits of two *Vaccinium* species in relation to otánic. Canadian Journal of Botany, 73, 465–473.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). (2019). *Myrciaria dubia*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T152941355A152941357. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T152941355A152941357.en>. Accessed on 27 July 2023.
- Velásquez-Restrepo, J. O., Londoño-Serna, C. P. y Tamayo-Zuleta, C. A. (2006). Establecimiento y adaptación del camu-camu *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc.Vaugh. en el bajo cauca antioqueño. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. Corantioquia. Mineros S.A. Medellín. 86 pp.
- Villachica, H. (1996). Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonía. Lima.