

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

Sustainable Management Protocol for camu camu (*Myrciaria dubia*) fruits in the Jurisdiction of the Corporation for the Sustainable Development of the Southern Amazon- CORPOAMAZONÍA

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

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

Presentado por:

Samanta Castro Sanabria

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

Cindy Milena Vargas Caicedo

Estudiante Ingeniera Forestal, Pasante del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, cmvargasc@udistrital.edu.co

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

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

Bogotá, D.C., 2024

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

PÁGINA DE FICHA DE CATALOGACIÓN EN LA FUENTE

Catalogación en la fuente.

Castro Sanabria, Samanta y Vargas Caicedo, Cindy Milena
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 = Sustainable Management Protocol for camucamu (*Myrciaria dubia*) fruits in the Jurisdiction of the Corporation for the Sustainable Development of the Southern Amazon- CORPOAMAZONIA / Samanta Castro Sanabria. – Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2024.

72 páginas

Incluye bibliografía, tablas, mapas, fotos a color

1. Amazonia – 2. Manejo sostenible. – 3. Arbusto. – 4. Colombia. – 5. Conservación. – 6. Cosecha. – 7. Flora. – 8. Frutos. – 9. PFMN. I. Samanta Castro-Sanabria II. Cindy Milena Vargas-Caicedo. III. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Catalogación en la fuente – Biblioteca Francisco Javier Matís.

Cómo citar este documento:

Castro-Sanabria, S. y Vargas-Caicedo, C. M. (2024). 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 = Sustainable Management Protocol for camucamu (*Myrciaria dubia*) fruits in the Jurisdiction of the Corporation for the Sustainable Development of the Southern Amazon- CORPOAMAZONÍA. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von 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. Este protocolo constituye un instrumento técnico clave, que recopila información primaria y secundaria obtenida mediante estudios previos, salidas de campo, entrevistas semiestructuradas y observación participante. 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 y aspectos sociales y comerciales de su cadena productiva. Además, incluye recomendaciones de seguimiento y monitoreo que permitieron definir los lineamientos de manejo sostenible más adecuados para esta especie en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA.

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

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. 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 PFM.....	17
3. Metodología de elaboración del protocolo.....	26
3.1. Identificación de actores de la cadena productiva del PFM.....	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

Figuras

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 verdedores locales (F).....	12
Figura 2. Vista general del arbusto de camucamu en el lado Santa Clara, área no municipalizada de Tarapacá, Amazonas.....	13
Figura 3. Copa rala que facilita la entrada de luz (A). Tallos teretes y con corteza lisa (B). Hojas simples opuestas lanceoladas (C). Inflorescencias en fascículos axilares y caulinares (D). Frutos en bayas globosas de color verde inmaduras y moradas – negras cuando maduran (E, F, G). Semillas (H).....	14
Figura 4. 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/	15
Figura 5. Camu camu para uso cosmético. Fuente: Crema CaryO. https://caryo.co/producto/crema-facial-rich-moisturizer/ . Serum Fauno. https://www.tiendaecosapiens.com/product-page/serum-anti-edad-con-vitamina-c?utm_source=google&utm_medium=wix_google_feed&utm_campaign=freelistings&srsltid=AfmBOopmMYiEPKwZRgc1h3jJIVGUa3U49Futs9Pw-0tS6GDJWF2yNut27-A	16
Figura 6. Distribución global y nacional de camu camu (<i>M. dubia</i>). 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).	17
Figura 7. Tallos de camu camu en lago Piexeboi, Tarapacá, Amazonas. Foto: Vergara, E.	18
Figura 8. Camucamales en lago Piexeboi, Tarapacá - Amazonas en época de aguas bajas (A). Fuente: Vergara, E. y aguas altas - más de 2 metros de profundidad (B).	19
Figura 9. 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.....	19
Figura 10. 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.....	21
Figura 11. Descripción morfológica de la fenología de <i>M. dubia</i> (Tomado de Inga et al., 2001).....	23
Figura 12. Calendario fenológico de camu camu en la amazonia colombiana.	23
Figura 13. 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).....	25
Figura 14. 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).	25
Figura 15. Metodología para la elaboración del PMS de camucamu (<i>Myrciaria dubia</i>). Fuente: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.	27
Figura 16. Lagos de Tarapacá priorizados para realización de inventarios de camu camu.	31
Figura 17. Socialización de proyecto “Cadenas de valor de Productos Forestales No Maderables (PFNM)” con actores institucionales (Corpoamazonia e Instituto Sinchi) (A) Lista de asistencia al espacio de socialización en la sede de Corpoamazonia (B).....	32
Figura 18. 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).....	32
Figura 19. Camu camu en cultivos en comunidad de Santa Sofía (A y B) y medición de individuos cultivados (C).....	33
Figura 20. 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).....	33
Figura 21. Socialización del proyecto y visita a áreas de cosecha de camu camu en Tarapacá, Amazonas.	34
Figura 22. Asistentes a socialización del protocolo de manejo sostenible de camu camu en Puerto Asís, Putumayo.....	34

Figura 23. 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).....	35
Figura 24. Inventario de camu camu en aguas altas.....	36
Figura 25. 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).	36
Figura 26. Variables a registrar por tallo o ramet de camu camu.....	37
Figura 27. Marcación de tallos o ramets de camu camu.	38
Figura 28. Transectos separados en cuadrantes de 25 m ² . 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.	39
Figura 29. Análisis box plot para los cuatro lagos de Tarapacá inventariados. No. De tallos/ha (A) y No. De tallos/25 m ² (B).....	42
Figura 30. Análisis box plot para los sitios o lagos con diferentes intensidades de cosecha en jurisdicción de CORPOAMAZONIA.....	43
Figura 31. Distribución diamétrica y altimétrica de los tallos productivos de camu camu en los cuatro lagos de Tarapacá muestreados.	47
Figura 32. Análisis box plot de diámetros (A) y alturas totales (B) para los cuatro lagos muestreados en Tarapacá, Amazonas.....	48
Figura 33. Distribución diamétrica (A) y distribución altimétrica (B) por lago muestreado en Tarapacá, Amazonas.	49
Figura 34. Pulpa de camu camu empacada y sellada. Fotografía tomada de Asmucotar e Instituto Sinchi (2020). ...	54
Figura 35. Cosecha de camu camu en lago Santa Clara, Tarapacá, Amazonas.	55
Figura 36. Tabla de calidad de fruto camu camu Tomado de: Hernández y Barrera (2010).	55
Figura 37. Plántulas de camu camu en tierra y bolsa. Foto tomada de Hernández y Barrera, 2010.	59
Figura 38. Actores de la cadena productiva de camu camu en Tarapacá, Amazonas. Tomado de Hernández y Barrera, 2010.	62

Tablas

Tabla 1. Especies que comparten el hábitat con el camu camu.....	20
Tabla 2. Información general y experiencias relacionadas con camu camu.....	28
Tabla 3. Información bibliográfica clave para identificación de áreas con camu camu en Jurisdicción Corpoamazonia.	29
Tabla 4. Salida de reconocimiento y espacios de socialización para la identificación de áreas de manejo sostenible de camu camu.	30
Tabla 5. Municipios con poblaciones naturales de camu camu en la jurisdicción de Corpoamazonia.	30
Tabla 6. Visión de los estados fenológicos del arbusto de camu camu.	38
Tabla 7. Inventarios realizados en Lagos de Tarapacá, Amazonas.	39
Tabla 8. 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.	41
Tabla 9. Densidad de tallos o ramets productivos por hectárea en diferentes Lagos en Tarapacá en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA.....	42
Tabla 10. Densidad de tallos o ramets productivos por hectárea en sitios o lagos con diferentes intensidades de cosecha en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA.	43
Tabla 11. Comparación de abundancias de tallos o ramets productivos por hectárea en lagos de Tarapacá y otros estudios realizados en la misma localidad.....	44
Tabla 12. Densidad promedio de tallos productivos por hectárea y para el área potencial de cada lago en Tarapacá, Amazonas.....	45
Tabla 13. Categorías generales de tamaño de camu camu para las poblaciones en jurisdicción de CORPOAMAZONIA	46
Tabla 14. Detalle de medición y cálculo de Diámetro del tallo (cm) y Circunferencia del tallo (cm)	50
Tabla 15. Cálculo de peso total producido (kg) al año por arbusto de camu camu.	50
Tabla 16. 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.	51
Tabla 17. Producción estimada por lago en Tarapacá, Amazonas según el cálculo de rangos del presente estudio y según el estudio de Hernández y Barrera (2010)	51
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.....	52
Tabla 19. Épocas de cosecha de camu camu en las localidades con presencia de poblaciones naturales (Tarapacá, El Encanto – Amazonas y Puerto Asís, Putumayo) de la especie en jurisdicción de CORPOAMAZONIA. En morado oscuro los meses principales de cosecha y en morado claro cosecha remanente o “mitaca” en los meses de septiembre y octubre cuando excepcionalmente se dan dos cosechas al año.	52
Tabla 20. Factores que determinan la época de cosecha de camu camu en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA.	53
Tabla 21. 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.	56
Tabla 22. 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.	57
Tabla 23. 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.	57
Tabla 24. Actuales prácticas de manejo para de camu camu en la jurisdicción CORPOAMAZONIA.	59
Tabla 25. Régimen de uso y gobernanza sobre el camu camu en la jurisdicción CORPOAMAZONIA.	60
Tabla 26. Descripción y valoración del impacto de la cosecha de camu camu en la jurisdicción de la CORPOAMAZONIA.....	61
Tabla 27. Aspectos de la cadena productiva y factores externos que pueden afectar la sostenibilidad de la cosecha de camu camu.	62
Tabla 28. Lineamientos para el manejo sostenible de camu camu en la jurisdicción CORPOAMAZONIA.	66
Tabla 29. Variables para el monitoreo por parte de usuarios a los que se les haya otorgado el acceso al manejo sostenible de camu camu.....	67

Tabla 30. Ejemplo del registro de fruto para ingreso a centro de acopio para un usuario con acceso al manejo sostenible de camu camu. 67

Tabla 31. Ejemplo del registro de variables de monitoreo para un usuario con acceso al manejo sostenible de camu camu..... 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 son corozo (*Bactris guineensis*), naidí (*Euterpe oleracea*), cacay (*Caryodendron orinocense*), moriche (*Mauritia flexuosa*), agraz (*Vaccinium meridionale*) y camu camu (*Myrciaria dubia*). El proyecto incluye la elaboración de Protocolos de Manejo Sostenible para cada una de estas especies en cinco Autoridades Ambientales: Corporación Autónoma Regional del Cesar - Corpopesar, Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó - Codechoco, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico - CDA, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía - Corpoamazonia respectivamente.

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 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 PFMN 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.

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).

En las últimas décadas, el interés global por los PFMN 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. La investigación y divulgación sobre el camu camu, incluyendo su manejo postcosecha, formas de transformación y alternativas de cultivo, son esenciales para impulsar su comercio de manera sostenible (Hernández y Barrera, 2010).

La elaboración de un Protocolo de Manejo Sostenible (PMS) para el camu camu, conforme al Decreto 690 de 2021, es crucial para garantizar su conservación y uso sostenible. Este protocolo no solo facilitará el acceso legal a la cosecha de frutos por parte de los productores, sino que también fomentará la actividad económica asociada, garantizando la preservación del ecosistema amazónico. Al seguir los lineamientos establecidos, se promoverá un equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación ambiental, beneficiando a las comunidades locales y asegurando la sostenibilidad a largo plazo de los recursos forestales no maderables en la Amazonia colombiana.

1.3. Objeto del Protocolo

Elaborar el Protocolo de Manejo Sostenible para 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.

2. Caracterización general de la especie

Nota aclaratoria:

Es importante destacar que el presente PMS está diseñado para los frutos de la especie *Myrciaria dubia*. Sin embargo, de acuerdo con las visitas de campo realizadas en el departamento de Amazonas, se identificó que conocedores y/o cosechadores locales identifican los frutos de probablemente otra especie de la familia Myrtaceae de porte arbóreo como camu camu y de manera específica en el municipio de Leticia actualmente están siendo comercializados.

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).

En la **Figura 1** se presentan otras especies arbóreas conocidas como camu camu en el municipio de Puerto Nariño y Leticia. Se realizaron colectas botánicas de estas especies, sin embargo, para el momento de la salida ninguna de las especies arbóreas se encontraba en estado reproductivo. Las muestras fueron enviadas

y depositadas en el Herbario Federico Medem Bogotá (FMB) del Instituto Humboldt. Adicionalmente, los árboles conocidos como camu camu en estas dos localidades se les midió el Diámetro a la altura del Pecho DAP (cm), Punto de medición del DAP (POM) (m), altura total del árbol (m), diámetros de copas (norte – sur y oriente - occidente) (m) y profundidad (m) del lago donde se encontraban. El promedio de DAP de los árboles medidos fue de 68,6 cm, de altura total 12,4 m, diámetro de copa norte – sur fue de 6,7 m y diámetro de copa de oriente – occidente fue de 6,6 m. Los datos se encuentran en el **Apéndice A** del presente documento.

Según información de un colector de la comunidad de Santa Sofía, Leticia, una de las especies arbóreas de camu camu fructifica en enero y sus frutos son morados oscuros.



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 verdedores locales (F).

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

Sinónimos reportados para la especie: *Eugenia dicaricata* Benth., *Eugenia grandiglandulosa* Kiaersk, *Marlierea macedoi* C.D. Legrand, *Myrciaria caurensis* Steyerem., *Myrciaria divaricata* O.Berg (Bentham), *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.

Nombres comunes: En Brasil, el camu camu es conocido como caçari (Peters & Vasquez, 1996), araçá-da-água, araçá-de-igapó, azedinha, miráuba 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).

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.

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 (**Figura 3B**), con **corteza** lisa (**Figura 3B**) 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 hasta coposa, además según Pinedo, et al., (2001) su copa es rala (**Figura 3A**) y esto facilita la entrada de luz a través de todo el camucamal. Presenta **hojas** simples, opuestas, ovadas, lanceoladas o elípticas, base redondeada, ápice acuminado y margen entera (**Figura 3D**), sin estípula, sin exudado y con olor; la vena media de la hoja es plana por el haz y con poca predominancia por el envés (Peters y Vásquez, 2006). **Es una especie caducifolia por efecto del agua**, es decir, pierde sus hojas cuando se inunda (Dávila-Pinedo, 2013).



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

Es una especie **monoica**, es decir, en una misma planta se encuentran órganos reproductores masculinos y femeninos; sus flores son **hermafroditas** (con flores estaminadas-masculinas y flores pistiladas-femeninas) y se presentan en inflorescencias son fascículos axilares y caulinares con entre 3 y 6 hojas por axila. Tiene flores subsésiles con cuatro pétalos libres de color blanco con aproximadamente 125 estambres y estilos que tiene una longitud entre 8 y 9,2 mm (**Figura 3D**). Sus frutos son **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 3E, Figura 3F**). Las semillas son reniformes, obteniendo de 1 a 4 semillas por fruto (Peters & Vásquez, 2006) (**Figura 3G, Figura 3H**). 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 caducifolios con corteza lisa de color marrón desprendible (**Figura 3B**). Hojas simples, opuestas, con margen entero (**Figura 3C**), sin

estípula, sin exudado y con olor. Inflorescencias en fascículos axilares y caulinares de color blanco (**Figura 3D**), frutos en bayas globosas lisas (sin pelos) verdes cuando están inmaduros y morados o negros cuando maduran (**Figura 3E**, **Figura 3F**) estos poseen entre 1 y 4 semillas (**Figura 3G**, **Figura 3H**).

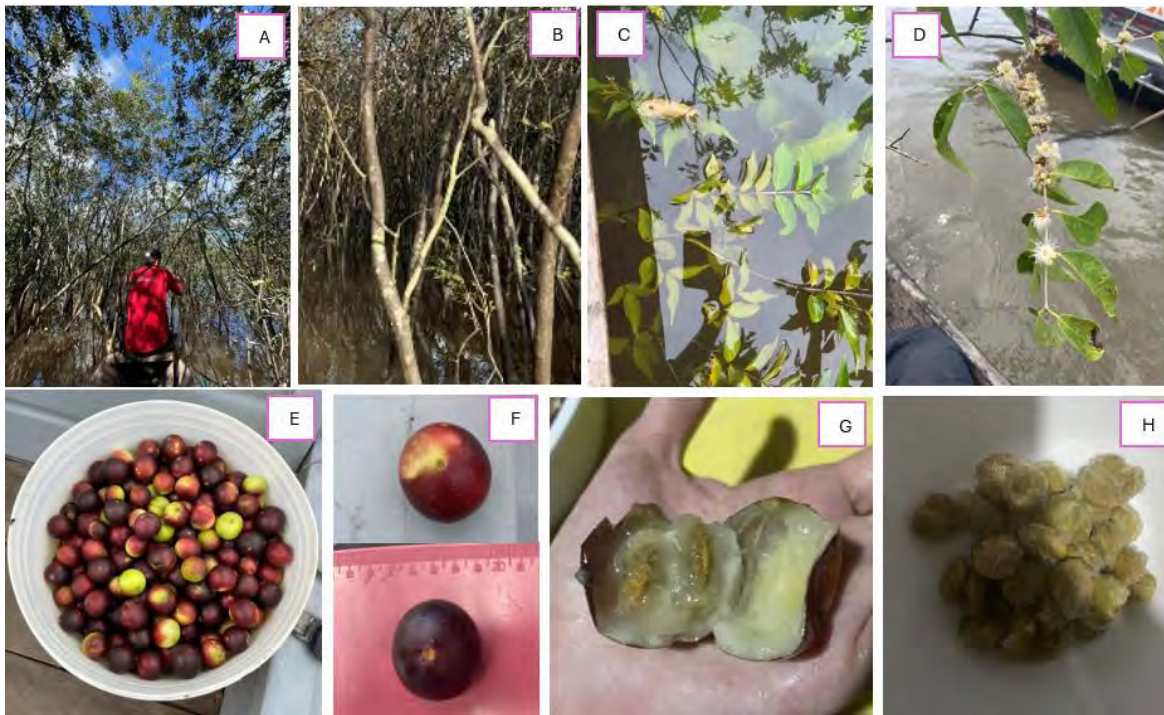


Figura 3. Copa rala que facilita la entrada de luz (A). Tallos teretes y con corteza lisa (B). Hojas simples opuestas lanceoladas (C). Inflorescencias en fascículos axilares y caulinares (D). Frutos en bayas globosas de color verde inmaduras y moradas – negras cuando maduran (E, F, G). Semillas (H).

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 4**), 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 5**).

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 4. 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 5. Camu camu para uso cosmético. **Fuente:** Crema CaryO. <https://caryo.co/producto/crema-facial-rich-moisturizer/>. Serum Fauno. https://www.tiendaecosapiens.com/product-page/serum-anti-edad-con-vitamina-c?utm_source=google&utm_medium=wix_google_feed&utm_campaign=freelistings&srsItd=AfmBOopmMYiEPKwZRgc1h3jJIVGUa3U49Futs9Pw-0tS6GDJWF2yNut27-A

2.2. Distribución global o nacional

El camu camu es un arbusto o árbol pequeño nativo de la amazonia occidental. 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. Es originario de la Amazonia, donde crece de forma silvestre. 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. También se encuentra en Inírida (Guainía) (Bernal, et al., 2023), Mítú (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 6**).

En Colombia Velásquez-Restrepo et al. (2006) han reportado cultivos experimentales en el bajo Cauca antioqueño y en la amazonia en Leticia (Comunidad de Santa Sofía), Puerto Nariño y en el departamento de Putumayo en los municipios de Puerto Leguizamo y en menor medida en el municipio de Puerto Asís.

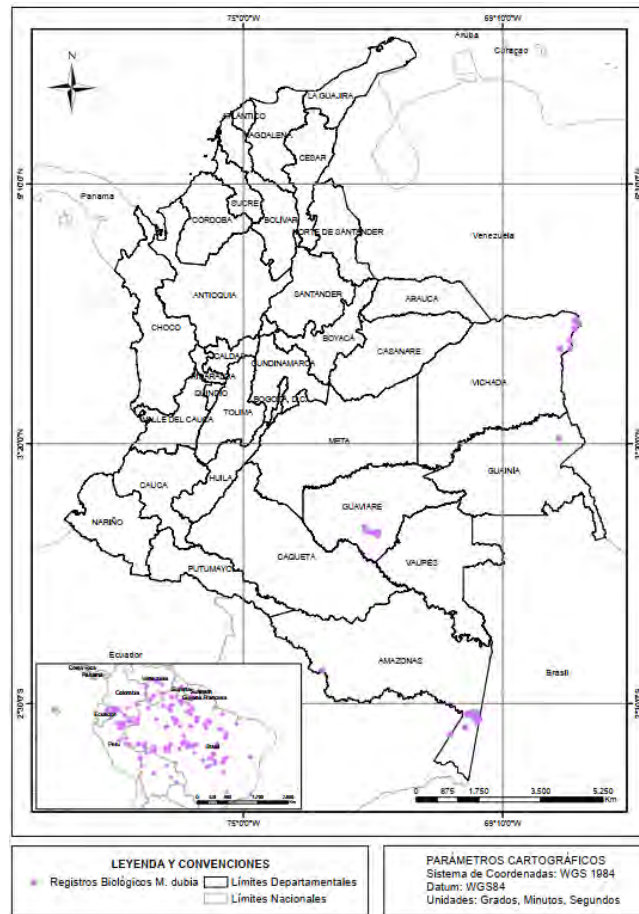


Figura 6. Distribución global y nacional de camu camu (*M. dubia*). Fuente: registros biológicos de GBIF.org (2023), registros obtenidos de herbarios y expertos de la especie a nivel nacional y división político-administrativa de Colombia del DANE (2020).

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

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

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 9A**), 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 7**) 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 7. 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 8A** y **Figura 8B**). 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 9B**). 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).



Figura 8. Camucamales en lago Piexeboi, Tarapacá - Amazonas en época de aguas bajas (**A**). Fuente: Vergara, E. y aguas altas - más de 2 metros de profundidad (**B**).



Figura 9. 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

En la **Tabla 1** se presentan especies que comparten hábitat con el camu camu.






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

Tabla 1. Especies que comparten el hábitat con el camu camu.

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 9B**).

Longevidad e inicio de producción

Es una especie de ciclo de vida largo (Linares-Prieto, 2000; Hernández y Barrera, 2010). Desde su germinación, esta planta puede alcanzar una altura de 2,5 metros en un período de 24 meses (Hernández y Barrera, 2010). La **floración se inicia cuando los tallos o ramets alcanzan una circunferencia de 6,3 cm (Figura 10A) o un diámetro de aproximadamente 2 cm medidos a 1 m del suelo (Figura 10B)**, 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).

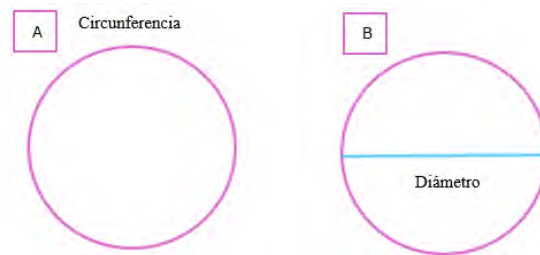


Figura 10. Diferencia entre circunferencia representada con la línea morada (A) y diámetro representado con la línea azul (B) de un tallo o ramet de camu camu.

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.

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** 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).

Dispersión

El camu camu se dispersa principalmente por endozoocoria (Aguirre-Neira, 2020). 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).

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 & 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 11**).

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 1mm				Escala 1cm							
Diciembre				Enero				Febrero		Marzo	

Figura 11. 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 períodos 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 12**), 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.

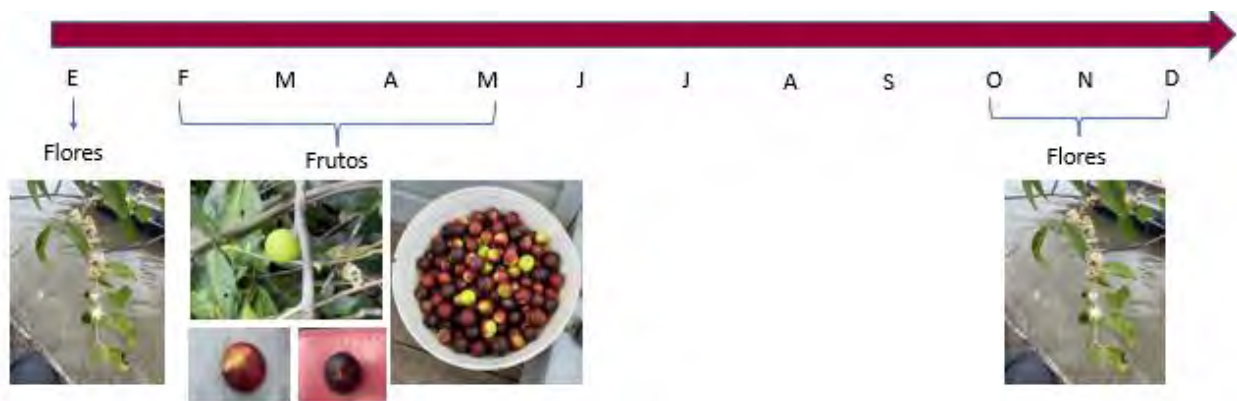


Figura 12. Calendario fenológico de camu camu en la amazonia colombiana.

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), demostraron 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.

Propagación

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

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 13**) con variedades seleccionadas para el establecimiento de plantaciones con mejores producciones y más resistentes (Osorio-Moreno, 2001).

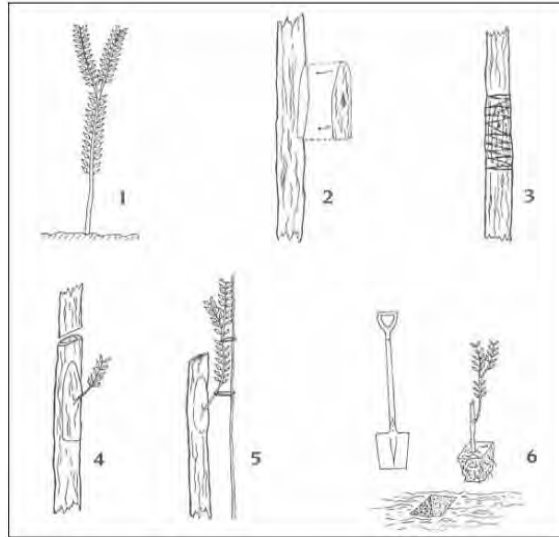


Figura 13. Injerto. 1. Plántula lista de camu camu para ser injertado (tallo con 10 mm de diámetro). 2. Yema de otro individuo con astilla de 3 cm de longitud en inserción lateral. 3. Yema fijada por atadura con cinta plástica. 4. Brote con injerto. 5. Tutorado de injerto. 6. Plántula con “pan de tierra” listo para el trasplante. Tomado de Pinedo, et al. (2001)

Pinedo, et al. (2001) también ha reportado la propagación por medio de acodos (**Figura 14**) 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.

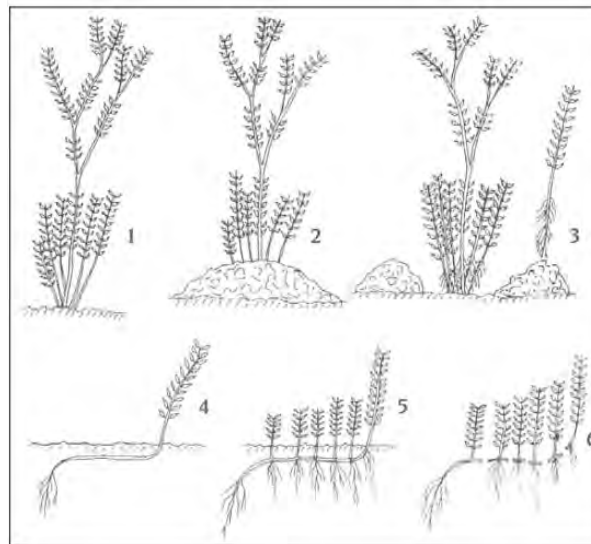


Figura 14. Propagación vegetativa por acodo: 1. Planta adulta de 3-4 años con brotes basales. 2. Suelo acumulado entorno a varios chupones o brotes con el fin de estimular su enraizamiento. 3. Brotes enraizados y aislamiento luego de 4 meses de acorde. 4. Brote aislado y trasladado a terreno. 5. Brotes en desarrollo luego de 5 meses de acorde. 6. aislamiento de brotes listos para el trasplante. Tomado de Pinedo, et al. (2001).

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.

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 15**.

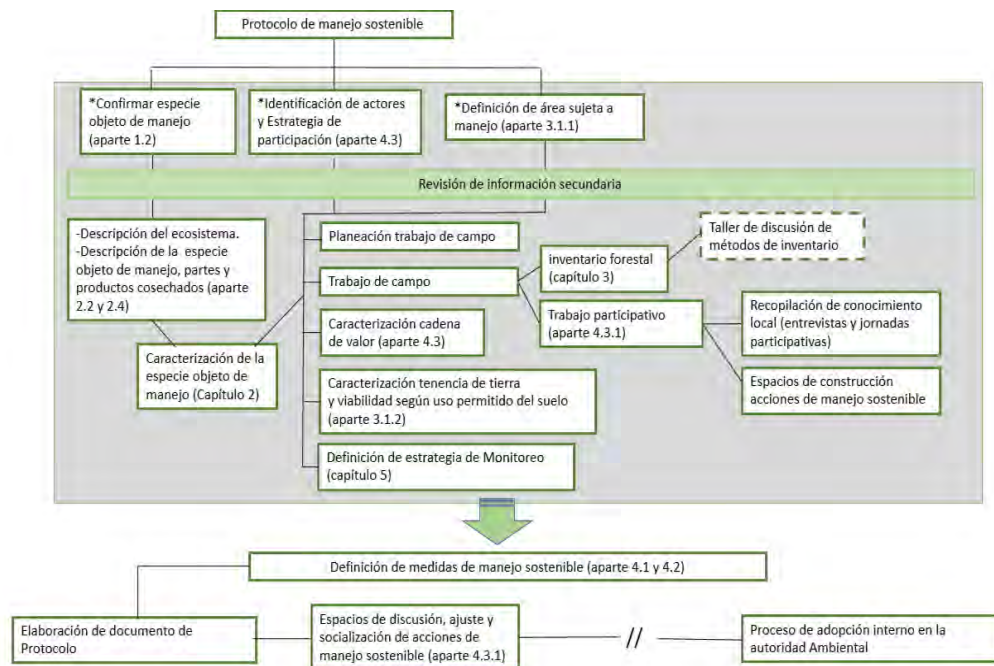


Figura 15. Metodología para la elaboración del PMS de camucamu (*Myrciaria dubia*). Fuente: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

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 PPNM

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 concedores 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 2**).

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

Tabla 2. 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 Corpoamazonía fueron:

Revisión de información secundaria:

Esta fase incluyó la revisión de bibliografía (**Tabla 3**) 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, et al., 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, et al., 2001	Cuenca fronteriza peruano-colombiana del río Putumayo
Especies priorizadas de la Amazonía: 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., et al., 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 3. 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**, el contacto 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 Leguizamo, Putumayo.

Salidas de reconocimiento y talleres de socialización

Durante la salida de reconocimiento y espacios de socialización (**Tabla 4**) 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 4. 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 5**).

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

Tabla 5. Municipios con poblaciones naturales de camu camu en la jurisdicción de Corpoamazonia.

Áreas de manejo sostenible de *M. dubia*

Las poblaciones naturales de esta especie se encuentran distribuidas dentro de la jurisdicción de Corpoamazonia en los departamentos de Putumayo y Amazonas. Sin embargo, de acuerdo con la información recopilada anteriormente, presenta 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 región de Colombia donde se conocen camucamales (rodales naturales monoespecíficos) de más de 5000 m².

Adicionalmente, se tuvieron en cuenta los **procesos adelantados** en términos de transformación y comercialización por parte de la Asociación de mujeres comunitarias de Tarapacá (ASMUCOTAR). Sin desconocer los aportes dados sobre el conocimiento de la especie por actores del departamento de Putumayo, donde el comercio de la especie es mayormente local.

En vista de lo anterior, esta área fue priorizada para la realización de los inventarios para el presente protocolo (**Figura 16**).



Figura 16. 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.

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

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 PFNM, haciendo referencia por un lado a la elaboración del Protocolo de Manejo Sostenible de seis especies proveedoras de PFNM 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 17**).

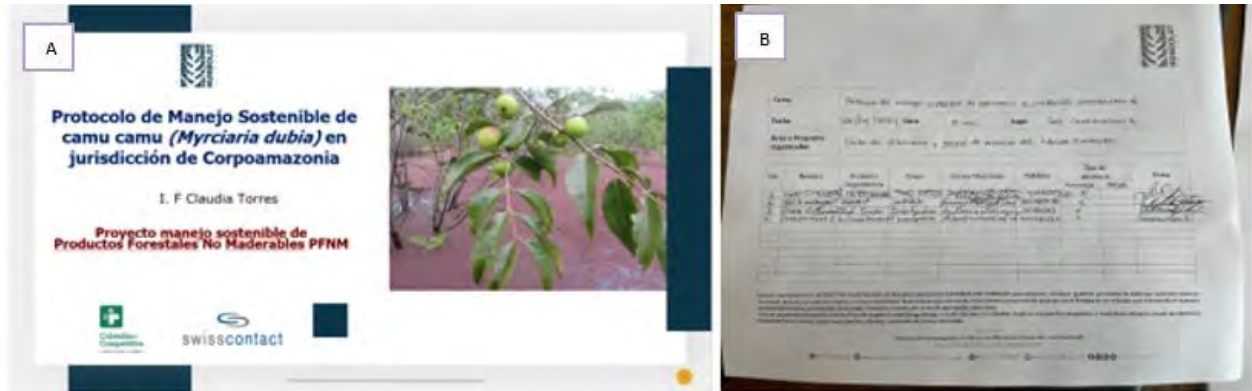


Figura 17. Socialización de proyecto “Cadenas de valor de Productos Forestales No Maderables (PFNM)” con actores institucionales (Corpoamazonia e Instituto Sinchi) (A) Lista de asistencia al espacio de socialización en la sede de Corpoamazonia (B).

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

Leticia: Esta socialización se llevó a cabo en el mercado de Leticia, el día 9 de abril de 2024 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 18** y **Figura 19**).



Figura 18. 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 19. Camu camu en cultivos en comunidad de Santa Sofía (A y B) y medición de individuos cultivados (C).

Puerto Nariño: 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. Es esta localidad también fue posible observar un cultivo de *M. dubia*, al cual no fue posible acceder para obtener sus mediciones (**Figura 20**).

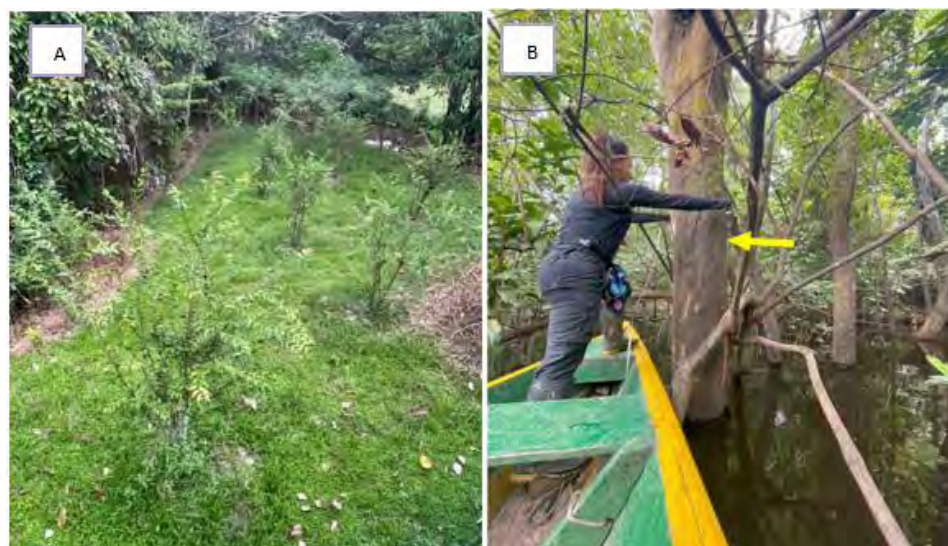


Figura 20. Cultivo de camu camu en Puerto Nariño, Amazonas (A) y medición de DAP de camu camu (Otra especie de la Familia Myrtaceae) arbóreo en Lago Tarapoto, Puerto Nariño (B).

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

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 21**).



Figura 21. Socialización del proyecto y visita a áreas de cosecha de camu camu en Tarapacá, Amazonas.

Socialización del proyecto “Cadenas de valor de PFSM” y diálogo de saberes con conocedores locales en sede de Corpoamazonia en Puerto Asís, Putumayo

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

Se socializó el proyecto “Cadenas de valor de PFSM. La socialización hizo énfasis en el Protocolo de Manejo Sostenible para la jurisdicción de la Corpoamazonía. 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 22).

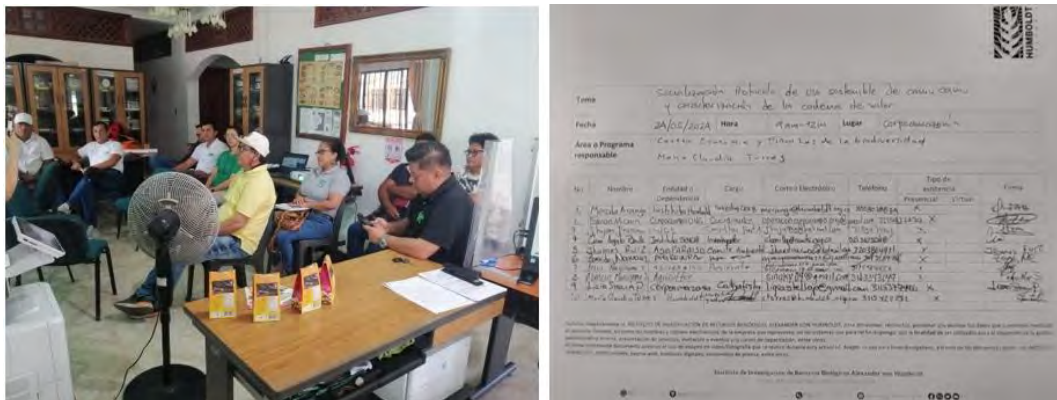


Figura 22. Asistentes a socialización del protocolo de manejo sostenible de camu camu en Puerto Asís, Putumayo.

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

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. 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 23** color rojo) o 10 m ancho (**Figura 23** 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.

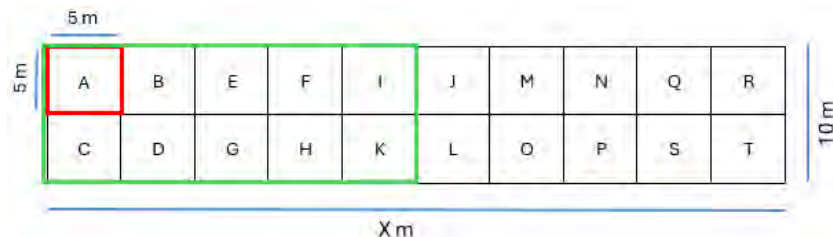


Figura 23. Diseño del muestreo de camu camu en aguas bajas. Metodología tomada de Hernández y Barrera (2010). Dependiendo del tamaño del camucamal puede ser un cuadrante (ejemplo color rojo) o varios continuos (ejemplo color verde). El orden de la marcación de los cuadrantes (A, B, C...) se estableció 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 & 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 24**).



Figura 24. 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 25**) 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 fue posible se verificaba con ayuda de una vara.

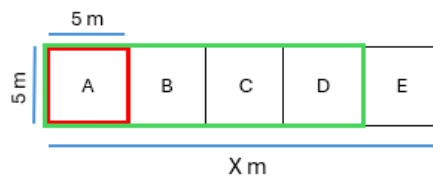


Figura 25. Diseño del muestreo de camu camu en aguas altas. La longitud puede ser variable puede ser de 5 metros (color rojo) o 20 metros (color verde). Metodología ajustada de Hernández y Barrera (2010).

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 muestreará 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. 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 13**).

Variables registradas por tallo o ramet

En la **Figura 26** 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 publico: ___					
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	No. de cuadrante	Ind	No. De tallo o ramet	Prof (m)	Alt desde superficie (m)	Circunferencia (cm)	POM (m)	Estado fenológico	Observaciones
1	A	1	1	2,4	1,5	6,8	2,49	Inf	
1	A	1	2	2,4	1	7	2,4	Fruto verde	
1	A	1	3	2,4	1,5	6,5	2,7	Inf	

Figura 26. 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...).
- **No. de Cuadrante:** Corresponde a la letra del cuadrante que pertenece al transecto (A, B, C...) (**Figura 23** o **Figura 25**).

- **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 10**).
- **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 6**.

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

Tabla 6. Visión de los estados fenológicos del arbusto de camu camu.

1. **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 27**).



Figura 27. Marcaje 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 28**.

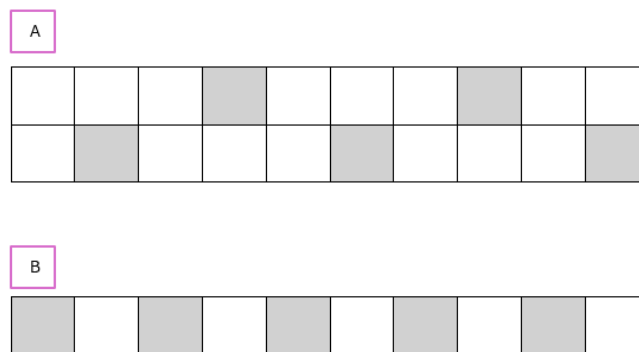


Figura 28. Transectos separados en cuadrantes de 25 m². Metodología en aguas bajas (A) y metodología en aguas altas (B) señalando en gris los cuadrantes donde se marcan todos los tallos o ramets con placas de aluminio.

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 las **Tabla 7** 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 m² = 0,15 ha

Tabla 7. Inventarios realizados en Lagos de Tarapacá, Amazonas.

Análisis de información

- a. **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 (pvalue<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.
- b. **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-Withney. 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 m²).
- 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 relación se presenta detallada en la **sección 4.4** de este documento. A partir de datos tomados en campo, se determinó el peso promedio de un fruto de camu camu. 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. 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 y a partir de revisión bibliográfica sobre producción, se determinaron **siete rangos** de diámetros (cm) con su respectiva producción. Considerando que los datos de producción no siguen una distribución normal (según la prueba de Kolmogorov-Smirnov, con $p < 0.05$), los rangos se definieron de la siguiente manera: la mediana del conjunto de datos representó el valor promedio de producción, el valor mínimo correspondió al percentil 5% y el valor máximo al percentil 95% (ver **sección 4.4**).

Error de muestreo

Siguiendo lo indicado en el Decreto 690 de 2021 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 8**.

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 (\geq 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 8. Porcentaje de área a inventariar con respecto al área de la unidad de manejo como alternativa cuando no se cumple con el error de muestreo.

Para el caso de 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, revisión de literatura, cosechadores locales y observaciones en campo, 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). Adicionalmente, en este departamento se encuentra en el área no municipalizada de El Encanto y en poblaciones de menor tamaño en Puerto Asís, Putumayo.

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.

4.2. Abundancia de la especie

Teniendo en cuenta el muestreo realizado en un área total de 1475 m² \approx 0,15 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 m². 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 9** 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 m² (**Figura 29**). 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
Juró de Brasil	10267
Santa Clara	11644
Piexeboi	21220
Cumprido	3440 (Hernández y Barrera, 2010)

Tabla 9. 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 7**.
- Para el caso del lago Cumprido donde el presente estudio no realizó inventarios se tomó el dato reportado por Hernández y Barrera (2010).

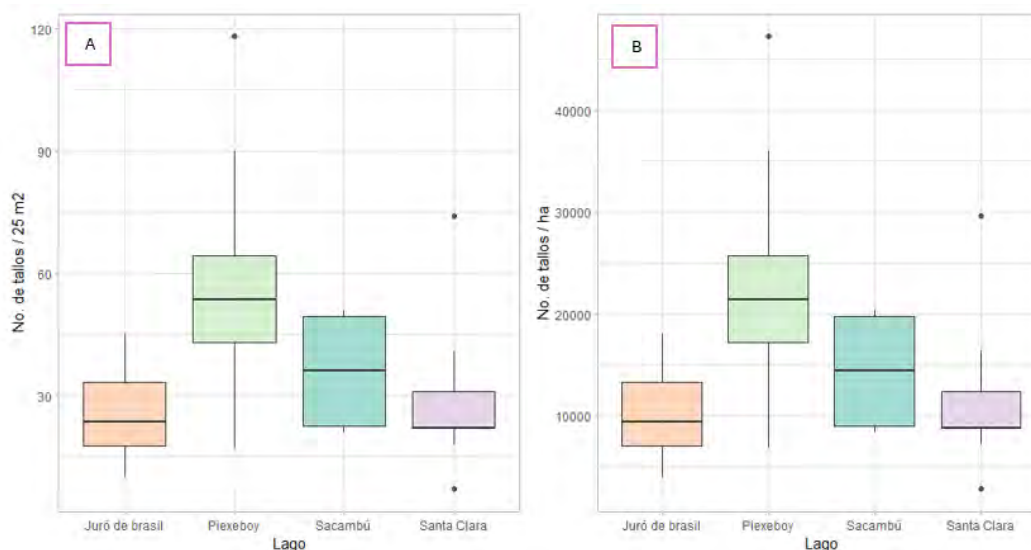


Figura 29. Análisis box plot para los cuatro lagos de Tarapacá inventariados. No. De tallos/ha (A) y No. De tallos/25 m² (B).

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 ($pvalue < 0.05$) (**Figura 30**) entre los tallos o ramets productivos por hectárea del lago Piexeboi (alta intensidad de cosecha) y los tres lagos restantes (**Tabla 10**). 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 10. Densidad de tallos o ramets productivos por hectárea en sitios o lagos con diferentes intensidades de cosecha en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA.

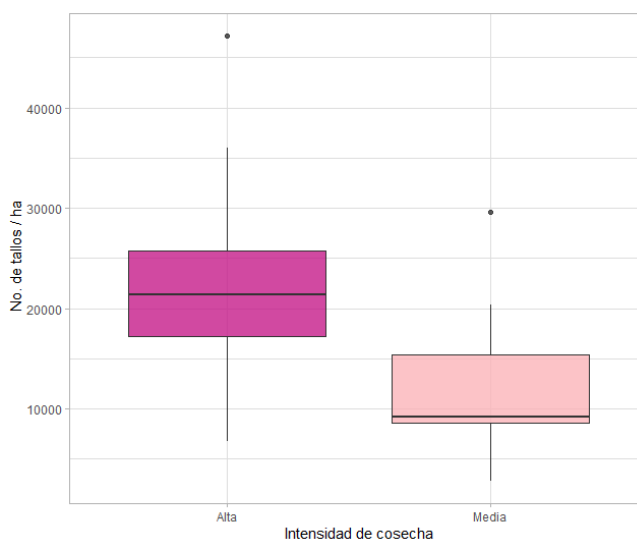


Figura 30. Análisis box plot para los sitios o lagos con diferentes intensidades de cosecha en jurisdicción de CORPOAMAZONIA.

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 movían o tocaban los ramets para verificarla. Es importante resaltar que para el lago Santa Clara las condiciones de acceso limitaron el muestreo a rodales de camu camu poco mono-específicos, 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 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 11** 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 Asmucotar (2020):

Lago	IAvH (2024)			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 11. 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 camucamales 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 12**).

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
	IAvH (2024)	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 12. Densidad promedio de tallos productivos por hectárea y para el área potencial de cada lago en Tarapacá, Amazonas.

NOTA: Estos datos estimados son prudentes ya que se requiere de seguimiento a los cuadrantes o transectos establecidos para datos más certeros por lago.

4.3. Estructura de las poblaciones

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


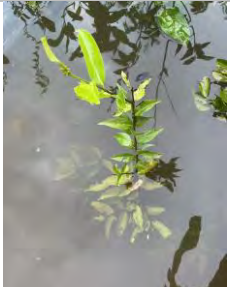
Teniendo en cuenta estudios demográficos previos realizados para esta especie por Peters y Vásquez (1987), Hernández y Barrera (2010) y el Instituto Sinchi con la Asociación ASMUCOTAR (2011 y 2020) las variables morfológicas que determinan las clases de tamaño de esta especie son el diámetro (cm) y la 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 13**:

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 13. 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 31A**) y 0,52 cm (**Figura 31B**) 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).

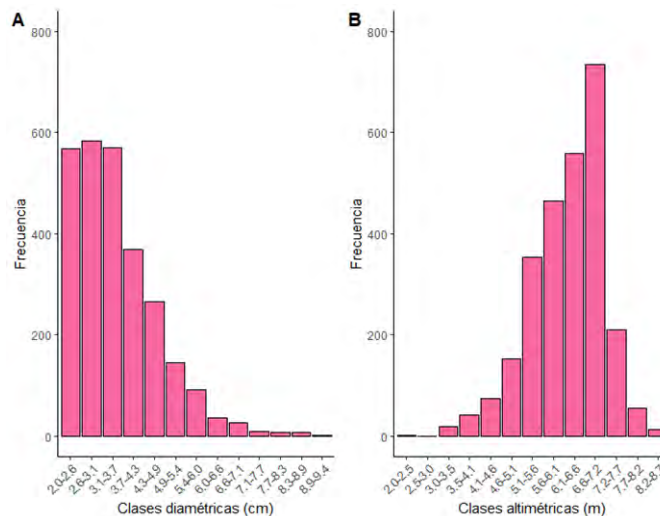


Figura 31. Distribución diamétrica y altimétrica de los tallos productivos de camu camu en los cuatro lagos de Tarapacá muestreados.

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 32**).

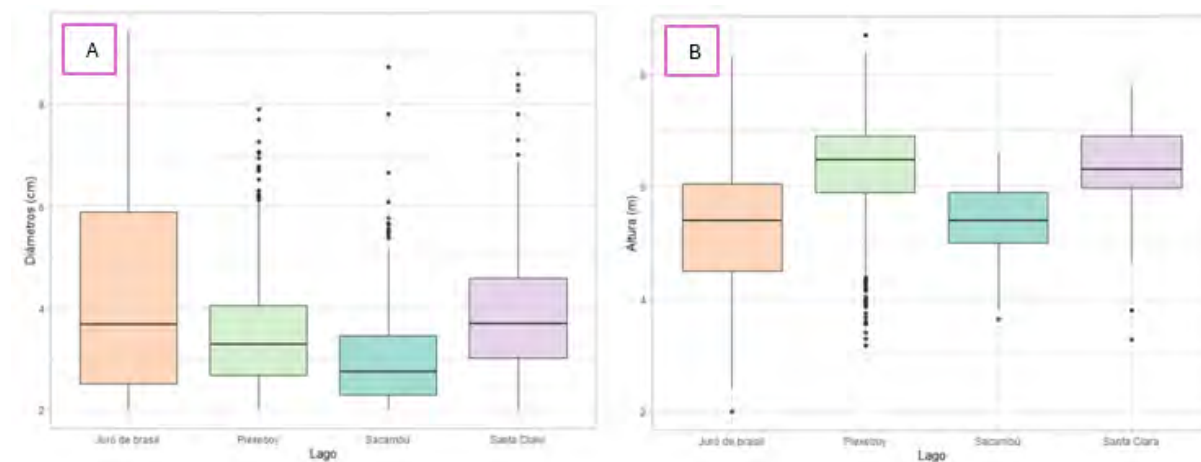


Figura 32. Análisis box plot de diámetros (A) y alturas totales (B) para los cuatro lagos muestreados en Tarapacá, Amazonas.

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 Piexeboi 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 33B**). Esta una estrategia de la especie para eliminar la competencia por la luz, aún más conociendo el carácter altamente heliofito del camu camu.

Por último, en la **Figura 33A y Figura 33B**, es posible observar una alta abundancia en la distribución de las clases tanto diamétricas como altimétricas del lago Piexeboi 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.

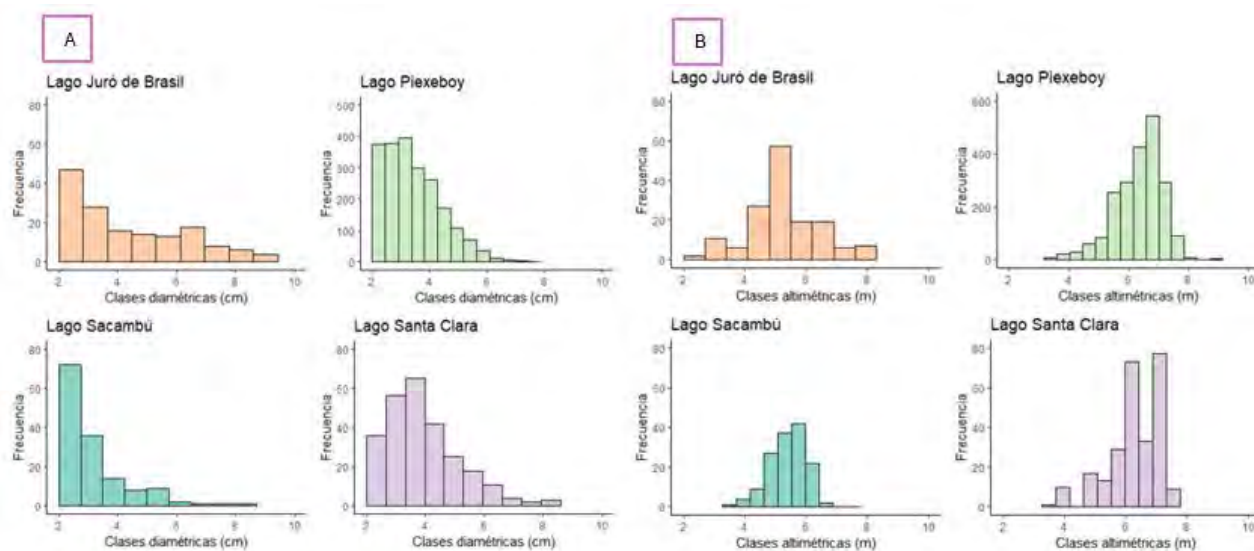


Figura 33. Distribución diamétrica (A) y distribución altimétrica (B) por lago muestreado en Tarapacá, Amazonas.

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. 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, estos datos permitieron establecer el peso promedio cosechado por tallo o ramet productivo.

Cálculo de producción estimada por tallo o ramet en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA

Paso 1. Medición o cálculo del Diámetro (cm) por tallo o ramet (**Tabla 14**)

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 14. 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 15**).

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: <i>Número de frutos producidos</i> = $-93,3782 + 46,9039$ * <i>Diámetro (cm)</i>	Se calcula a partir de la siguiente relación: <i>Kg de frutos producidos</i> = (<i>Número de frutos producidos</i> * 13,56 gr) Un (1) fruto de camu camu pesa 13,56 gr (IAvH, 2024)
1	2,13	6,65	90,2
2	2,01	0,68	9,22

Tabla 15. Cálculo de peso total producido (kg) al año por arbusto de camu camu.

Definición de rangos de tamaño de diámetros para cálculo de producción

A partir del análisis descrito anteriormente se definieron **siete rangos de tamaño de tallos o ramets de camu camu** a partir del diámetro (cm) y se determinó el valor promedio de producción (kg) para cada uno, estos se presentan en la **Tabla 16**.

Tamaños de clase	Rango de diámetro (cm)	Peso anual producido (kg/tallo o ramet)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
I	$\leq 2,57$	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 12	1,86	2,24	3,68
VII*	Mayor que 12	-	6	-

*Los valores de esta clase fueron tomados de Hernández y Barrera (2010) y Resolución 730 de 2011 de Corpoamazonia.

Tabla 16. 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 o denominada por los cosechadores locales como “mitaca” en el año como la reportada para el 2014 (**Tabla 19**) 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.

Producción estimada para lagos en Tarapacá, Amazonas

Peters, et al (1989) 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.

En la **Tabla 17** y **Tabla 18** se presentan las producciones estimadas por lago en Tarapacá, Amazonas de acuerdo con el presente estudio (Extrapolación de datos calculados detallados anteriormente) y el estudio realizado por Hernández y Barrera (2010)

PRODUCCIÓN TOTAL DE FRUTOS POR LAGO			
NOTA: La producción por hectárea/año por lago se calculó sobre el 70% del total de tallos productivos ya que según Asmucotar e Instituto Sinchi, 2020 los tallos en fructificación durante la época de cosecha corresponden a este porcentaje.			
Lago	Producción promedio Ton/ha/año^b IAvH, 2024	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 ± 0,006	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 mayo (**Tabla 17**), sin embargo, excepcionalmente también pueden presentarse dos cosechas al año como la reportada por los cosechadores locales en el 2014 (enero - mayo y septiembre - octubre) (**Tabla 19**) causada por variaciones atípicas del nivel del río Putumayo.

Tabla 17. Producción estimada por lago en Tarapacá, Amazonas según el cálculo de rangos del presente estudio y según el estudio de Hernández y Barrera (2010)

OFERTA ACTUAL Y POTENCIAL DE CADA LAGO									
NOTA: La oferta por lago se calculó sobre el 70% del total de tallos productivos 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	IAvH, 2024		Resolución 0467 de 2020		Resolución 730 de 2011	Hernández y Barrera (2010)	
			Oferta actual (ton)	Oferta potencial (ton)	Oferta actual (ton)	Oferta potencial (ton)	Oferta actual (ton)	Oferta actual (ton)	Oferta potencial (ton)
Sacambú	1,9	1,9	13,98	13,98	-	-	-	17,77	17,77
Juró de Brasil	0,7	3,4	7,49	36,4	-	-	264,33	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	418,27	604,39		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.

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 19**). 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.

Cosecha	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Principal												
“Mitaca”												

Tabla 19. Épocas de cosecha de camu camu en las localidades con presencia de poblaciones naturales (Tarapacá, El Encanto – Amazonas y Puerto Asís, Putumayo) de la especie en jurisdicción de CORPOAMAZONIA. En morado oscuro los meses principales de cosecha y en morado claro cosecha remanente o “mitaca” en los meses de septiembre y octubre cuando excepcionalmente se dan dos cosechas al año.

A continuación, se describen los factores que determinan la realización de la cosecha de acuerdo con entrevistas e información bibliográfica consultada (**Tabla 20**).

Factor	Descripción
Fluctuación del río	La producción de los frutos está significativamente influenciada por las fluctuaciones en el nivel del agua. La cantidad de frutos que se pueden cosechar depende más del tiempo que la planta permanece fuera del agua que de la abundancia de polinizadores o la tasa de abortos de frutos (Peters & Vásquez, 2006). Por tanto, las inundaciones o

	crecientes de los ríos pueden cubrir completamente los arbustos de camu camu y esto impide la recolección de sus frutos (Hernández y Barrera, 2010)
Factores climáticos	La sequía limita la producción de frutos en los camucamales. Según información de los cosechadores la ausencia de lluvias genera una baja producción de frutos (Corpoamazonia, 2011). Adicionalmente, según Hernández y Barrera (2010) las inundaciones tempranas también ocasionan la pérdida de frutos. Farro y Pinedo (2010) también reportaron que la temperatura y precipitación afecta directamente la caída de frutos en la siguiente relación: Menos precipitación y mayor temperatura provoca una mayor caída de frutos.
Arquitectura de copa	Tallos o ramets con copas amplias coposas producen más que copas columnares con menos ramificación. Por ende, el área de copa es un factor determinante de la cantidad de frutos producidos (Pinedo, et al., 2001).
Disponibilidad de luz	La productividad del camu camu está relacionada con la cantidad de luz solar disponible. Producción concentrada en el borde del rodal (ancho de 5 metros) y disminuye conforme se ingresa al centro del rodal (Asmucotar e Instituto Sinchi, 2020 y observaciones en campo)
Periodos de descanso	De acuerdo con información dada por Asmucotar e Instituto Sinchi (2020), las poblaciones de camu camu, presentan un periodo de descanso natural. El 70% de la población de tallos o ramets productivos presentan fructificación en la época de cosecha, mientras que el 30% restante no presenta frutos.

Tabla 20. Factores que determinan la época de cosecha de camu camu en la jurisdicción de CORPOAMAZONIA.

Equivalencia entre lo cosechado y lo producido

El principal producto comercializado por los cosechadores de camu camu en la jurisdicción de Corpoamazonia **es el fruto fresco y la pulpa de fruta (Figura 34)**. El fruto fresco es comercializado en canastillas de 20 kg o en presentación de un kilogramo.

De acuerdo con información de transformadores, en el caso de la **pulpa de fruta**, la unidad de venta son bolsas de un kilogramo u ocho kilogramos. Aunque también si es requerido puede ser comercializada en bolsas de polietileno con cierre zipper de alta densidad con capacidad de 100, 250 o 500 gr. Esta pulpa es vendida a diferentes empresas con las que se cuentan con acuerdos comerciales de compra. Estas empresas se encuentran en Leticia (Restaurante 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 34. 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. Un estudio realizado por Meléndez (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 35**). 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 36**).



Figura 35. Cosecha de camu camu en lago Santa Clara, Tarapacá, Amazonas.

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).

Camu camu
Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh

Escala de Color	Estado	Descripción del Color
1	Verde	Verde. Color verde claro. Fruto firme
2	Pintón	Verde-rojo. Color verde claro en el 70-80% del fruto. Fruto firme
3	Pintón 3/4	Rojo-verde. Color rojo claro en el 70-80% del fruto. Fruto firme
4	Maduro	Rojo. Color rojo en el 100% de la superficie del fruto. Inicio de ablandamiento
5	Sobre Maduro	Rojo oscuro. Fruto blando

Composición		Calidad		Tamaño	
Corteza	20 %	Brix	5,2 - 7,3%	Diámetro Longitudinal	2,6 - 3,0 cm
Semilla	29 %	pH	3,0 - 3,2%	Diámetro Transversal	2,8 - 3,2 cm
Pulpa	51 %	Acidez	2,0 - 2,2% Ac. ascórb.	Peso	6,8 - 9,5 g

Figura 36. 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. 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)

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)

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 las **Tabla 21** y **Tabla 24**.

Intensidad de cosecha

De manera detallada en la **Tabla 21** se presenta la descripción de la práctica de manejo relacionada con la intensidad de cosecha de camu camu.

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).
	Tasa progresiva de aprovechamiento 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). 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 21. 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.

Detalle de los cálculos de tasas de aprovechamiento de camu camu en lagos de Tarapacá, Amazonas

En la **Tabla 22** y **Tabla 23** se presentan las propuestas de intensidad de cosecha sugeridas por el Instituto Sinchi y aceptadas por CORPOAMAZONIA en permisos solicitados para el aprovechamiento de camu camu en lagos de Tarapacá, Amazonas.

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 22. 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 23. 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 22** y **Tabla 23** 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 36**. 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 28**).

Otras prácticas de manejo

Otras prácticas de manejo realizadas para esta especie se presentan en la **Tabla 24**.

Otras 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	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
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	<p>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).</p> <p>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 37).</p>



Figura 37. Plántulas de camu camu en tierra y bolsa. Foto tomada de Hernández y Barrera, 2010.

Tabla 24. Actuales prácticas de manejo para de camu camu en la jurisdicción CORPOAMAZONIA.

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 25** 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 (Zona A y Zona B)	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 Tsenene				
Siona de Vegas de Santana				
Inga Villa Catalina de Puerto Rosario				
Predio Putumayo				

Reserva Natural de la Sociedad Civil - RNSC	Zona de Biodiversidad El Triunfo	Privada	No presentan planes de manejo	Media
	Zona de Biodiversidad La Loma			
	Zona de Biodiversidad La Vega			
	La Guerrera			
	Buena Vista			
Otros instrumentos de planificación del territorio				
Experiencia piloto de zonificación forestal en el corregimiento de Tarapacá (Amazonas) (Cárdenas-López, et al., 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 25. 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 26**).

Característica	Impacto bajo	Descripción
Parte utilizada	Fruto	Según Stockdaley, et al. (2019) la cosecha de frutos tiene un impacto relativamente bajo sobre la planta y en la población, de hecho, el potencial de manejo sostenible es alto para especies proveedoras de 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.
Crecimiento	Vegetativo y reproductivo	Esta especie posee crecimiento vegetativo y sexual, sin embargo, en hábitats naturales el vegetativo es el que prevalece (Pinedo, et al., 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, et al. (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 (1986), 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 26. 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 38** 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 38. 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 27):

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 prologadas también afecta la recolección de frutos y la actividad económica asociada.
	Presencia de gramalote	Expansión del crecimiento del gramalote en los lagos limita el acceso a los camucamales y genera afectaciones sobre el camu camu.


Tabla 27. 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 28 que permiten valorar el impacto de la cosecha como bajo, los **lineamientos de manejo para la especie** son:

Lineamiento de manejo	Descripción
-----------------------	-------------

Acciones de manejo previas a las labores de cosecha	
Trámites de legalidad	Adelantar el respectivo trámite ambiental para el manejo sostenible de la flora silvestre o de los productos forestales no maderables
Acciones de manejo durante las labores de cosecha	
Lineamientos de manejo obligatorios	
Advertencia de cuidado y capacitación a cosechadores	<p>La cosecha de camu camu se realiza de manera manual y se deben garantizar acciones de cuidado como no romper o dañar las ramas o tallos cuando se coseche y realizar la cosecha selectiva de frutos pintones y maduros de acuerdo con la tabla de calidad estado 3 y 4 (Figura 36).</p> <p>También se debe tener precaución al momento del ingreso a los rodales de camu camu ya que este se realiza en canoas o en botes de mayor tamaño. Estos últimos solo deben acceder hasta el borde del camucamal para evitar generar daños en los arbustos.</p> <p>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 o químicos.</p>
Intensidad de cosecha	<p>Aprovechamiento máximo del 70% del total de frutos producidos en el área de manejo (por ejemplo, lago).</p> <p>Se propone que la tasa de cosecha sea el 70% de la producción total pero en la solicitud cada interesado o Asociación debe analizar su capacidad logística para no excederse en la cantidad solicitada.</p> <p>Se recomienda que para los interesado o Asociación(es) que hasta ahora está iniciando el proceso de aprovechamiento y transformación de camu camu solicitar una tasa progresiva (como la propuesta del 20% por año en la Tabla 23 o del 10% por año en la Tabla 22 ambas propuestas por el Instituto Sinchi), esto teniendo en cuenta que el fruto tiene que ser procesado rápidamente y con miras a no generar desperdicios ni altas pérdida de fruta.</p> <p>Teniendo en cuenta lo anterior, es posible que se llegue al 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.</p>
Manejo del gramalote	Limitar el corte o arranque del gramalote (<i>Hymenachne donacifolia</i>) en el corredor que debe transitar la lancha o las plantas que están afectando directamente la copa de camu camu. El gramalote no se debe eliminar completamente ya que este cumple una función ecológica como hábitat y alimento de fauna.

	 <p data-bbox="878 548 1365 575">Gramalote en lago Sacambú, Tarapacá, Amazonas.</p>
Lineamientos de manejo recomendados	
<p data-bbox="245 743 753 770">Tiempo de rotación para una misma planta o sitio</p>	<p data-bbox="829 632 1414 743">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.</p> <p data-bbox="829 770 1414 877">No obstante, si el área de manejo está compuesta por varios lagos sí se podría realizar una rotación de áreas de cosecha teniendo en cuenta los aspectos logísticos e impactos del proceso de cosecha.</p>
<p data-bbox="318 909 683 936">Definición de áreas de conservación</p>	<p data-bbox="829 884 1414 961">En caso de que el usuario tenga acceso o gobernanza en varios lagos, puede definir que algunos de estos sean áreas de conservación</p>
<p data-bbox="212 1035 786 1087">Delimitación del área de cosecha y marcación de tallos o ramets</p>	<p data-bbox="829 968 1414 1157">No se requiere delimitar el área de cosecha 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 el área de cosecha sean las realizadas durante el inventario de la especie, tal como se detallan en el Anexo 1.</p>
<p data-bbox="354 1230 643 1257">Programación de la cosecha</p>	<p data-bbox="829 1163 1414 1325">Programar la cosecha teniendo en cuenta 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 36) teniendo en cuenta los costos de transporte y la logística que debe llevarse a cabo para la cosecha.</p>
<p data-bbox="228 1451 773 1478">Compensación e identificación de arbustos semilleros</p>	<p data-bbox="829 1331 1414 1442">No se requiere compensación (No aplica a PFNM). Como práctica complementaria puede manejarse la regeneración natural y la propagación del material vegetal en el vivero para procesos de enriquecimiento.</p> <p data-bbox="829 1467 1414 1598">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.</p>
<p data-bbox="337 1740 659 1768">Propagación y enriquecimiento</p>	<p data-bbox="829 1604 1414 1656">Esta práctica no es de obligatorio cumplimiento porque al cosechar no se eliminan los tallos o ramets.</p> <p data-bbox="829 1661 1414 1713">Algunas consideraciones importantes para la extracción de semillas (Hernández y Barrera, 2010):</p> <ul data-bbox="878 1717 1414 1900" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="878 1717 1414 1793">• 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 36). <li data-bbox="878 1797 1414 1900">• 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.

	<ul style="list-style-type: none"> • 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 éstas estén cerca a una fuente permanente de agua. <p>Para mayor detalle e información sobre recomendaciones para siembra de esta especie puede consultar Hernández y Barrera (2010).</p> <p>Por otro lado, el esparcimiento de semillas de semillas obtenidas después de 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.</p>  <p>Zona potencial de enriquecimiento en el lago Juró de Brasil. Foto tomada de Hernández y Barrera, 2010.</p>
<p>Cultivos <i>ex situ</i> o en sistema agroforestal</p>	<p>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 Leguízamo, Putumayo.</p> <p>Un productor de Puerto Leguízamo 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.</p> <p>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 et al. (1994) en Perú indican que esta estrategia de cultivos asociados durante los primeros dos años no afecta el desarrollo del camu camu (Osorio-Moreno, 2001).</p>


	 <p>Cultivos de camu camu en la comunidad de Santa Sofía, Leticia, Amazonas.</p> <p>Por otro lado, Pinedo, et al. (2019) 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>).</p>
Acciones de manejo post-cosecha	
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.

Tabla 28. Lineamientos para el manejo sostenible de camu camu en la jurisdicción CORPOAMAZONIA.

9. Seguimiento y monitoreo

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

Monitoreo para usuarios: Los usuarios a los que se les haya otorgado el acceso al manejo sostenible de camu camu deben realizar el monitoreo de las variables descritas en la **Tabla 29**.

Variables para monitoreo	Detalle
Registro del peso total cosechado en el área de manejo (lago o área) por época de cosecha	-
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 áreas de cosecha (por ejemplo, el bajo nivel del agua no permite el acceso a estas áreas).
Cronograma de actividades de manejo sostenible (Tabla 31)	Se describen actividades de manejo complementarias realizadas como siembras, limpieas, cercamiento, etc.

Tabla 29. Variables para el monitoreo por parte de usuarios a los que se les haya otorgado el acceso al manejo sostenible de camu camu.

Se sugiere el siguiente formato de seguimiento para el centro de acopio de camu camu en el área no municipalizada de Tarapacá (Tabla 30):

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 30. 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												
Limpías												

Tabla 31. 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 PFNM, pero **no deben ser** una obligación incluida en el acto administrativo que otorga el manejo sostenible.

- Tasa de sobrevivencia de los individuos, tallos o ramets de regeneración en un rodal de camu camu. Así como, la tasa de crecimiento y sobrevivencia de arbustos juveniles. Esta necesidad de investigación permitiría tener insumos más precisos sobre el estado actual de sus poblaciones naturales.
- Seguimiento a la efectividad de estrategias de repoblamiento realizadas con Asmucotar e Instituto Sinchi.

10. Referencias bibliográficas

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>
- 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://catalogoplantasadecolombia.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.
- 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_perodo_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>.

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>
- Hernández, M. S. y Barrera, J. A. (Comps.). (2010). Camu camu: (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI ISBN: 9789588317632.
- 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
- 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 - PFMN 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.
- 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., Ortíz-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., Ferero-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-Eraza, 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 Ruíz, R., Rengifo Salgado, E. L., Delgado Vásquez, C., Villacrés Vallejo, J., González Coral, A., Inga Sánchez, López Ucarieque, 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 72otánic. 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.