



Plan de conservación y manejo del **palo de aceite** (*Copaifera pubiflora* Benth)

en los Departamentos de
Arauca, Casanare y Vichada,
jurisdicción de Corporinoquia

CORPORINOQUIA



El presente documento se realizó en el marco de un memorando de entendimiento entre Corporinoquia y Parex Resources (Colombia) AG Sucursal.

El objeto de la presente publicación es convertirse en un insumo que fortalecerá las estrategias de manejo comunitario de esta especie y sus hábitats en la jurisdicción de Corporinoquia.

ODS de la ONU



Este producto contribuye al siguiente Objetivo 15 (vida de ecosistemas terrestres) de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas.

Proyecto financiado por Parex Resources.

Cartografía

David Forero Parra
Fundación Orinoquia Biodiversa

Fotografía

Joseph Felipe Botía Moreno
Fundación Orinoquia Biodiversa

Diagramación y Diseño

Ana María Rodríguez García
Genny Andrea Laguado Serrano

Ilustraciones

Sebastián Plata Cadena

Impresión: **Panamericana S.A.S.**

ISBN: **978-628-96108-9-5**

Instituciones participantes en mesa de expertos

Fundación Orinoquia Biodiversa,
Corporinoquia, Parex Resources (Colombia)
AG Sucursal, Ministerio de Ambiente y
Desarrollo Sostenible
Instituto de Investigación de Recursos
Biológicos Alexander von Humboldt,
Fundación Natura, Vita Copaiba S.A.S.,
Parques Nacionales Naturales de Colombia
Unitrópico, USAID – Programa Naturaleza
Productiva, Fundación Cunaguaro

CORPORINOQUIA

Doris Bernal Cárdenas

Directora General de Corporinoquia

José Armando Suarez Sandoval

Subdirección de Planeación Ambiental

Fabián Andrés Rincón Duarte

Profesional de Apoyo SPA - Biodiversidad
Coordinador del área

Nathalia Meza-Fernández

Profesional Universitaria SPA - Biodiversidad

Isabela Durán Galindo

Profesional de Apoyo SPA - Biodiversidad

Laura Manuela del Pilar Pérez Neita

Profesional de Apoyo SPA - Biodiversidad

Fundación Orinoquia Biodiversa
Conservación y Manejo Sostenible

Autores

Jhonatan Esneyder Pico Andrade
Merly Yurany Carreño Díaz
Karen E. Pérez-Albarracín
Nidia Farfán-Ardila

Profesionales de campo

Kevin González Gutiérrez
Edison Daniel Bonilla Liberato
Carolina Valencia Berrio
Paola Andrea González Garcés
Alexandra Rio Frio
Luis Miguel Hernández Barrios
Leidy Dayanna Herrera Carrillo
Christian Fabián Chica Cárdenas
Diana María Díaz Moreno
Daniela Villazo
Andrés Viuche Lozano
Brayan Daniel Roza
Yesica Fernández

PAR
EX
RESOURCES

Ricardo Castro

Ebersol Estupiñan

Laura Lozano

Cítese como:

Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – Corporinoquia y Fundación Orinoquia Biodiversa. 2023. Plan de conservación y manejo del palo de aceite (*Copaifera pubiflora*) en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada, jurisdicción de Corporinoquia. Fundación Orinoquia Biodiversa, Parex Resources (Colombia) AG Sucursal, Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia. Bogotá D.C., 140 p.

**Plan de
conservación y manejo
del palo de aceite**
(Copaifera pubiflora Benth)

en los Departamentos de
Arauca, Casanare y Vichada,
jurisdicción de Corporinoquia

Contenido

Introducción

Pág.4

1

Marco
normativo

Pág.6

2

Generalidades
del palo de aceite

Pág.8

3

Estructura
poblacional

Pág.27

4

La especie y
su hábitat

Pág.62

5

Presiones y
amenazas

Pág.83

6

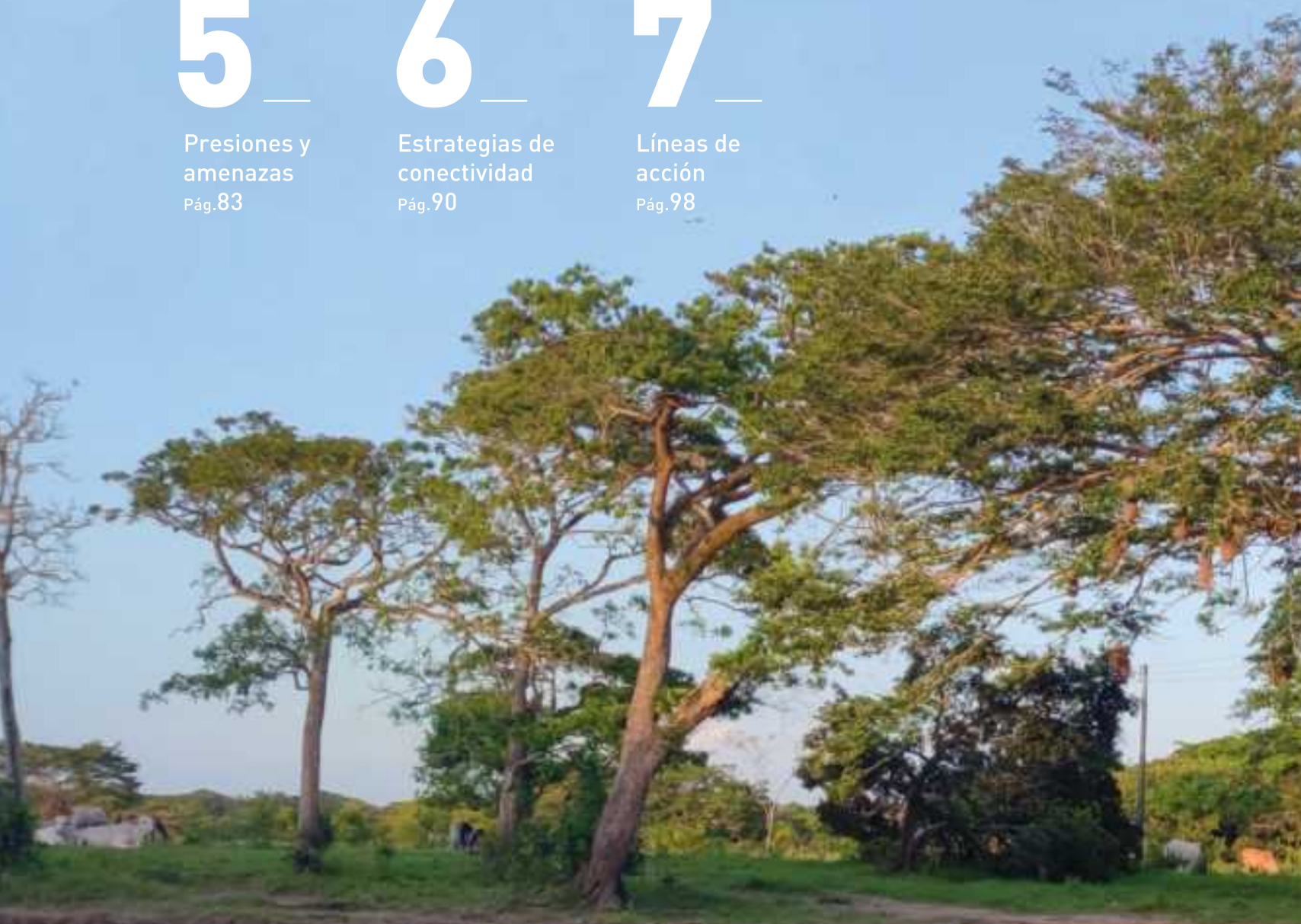
Estrategias de
conectividad

Pág.90

7

Líneas de
acción

Pág.98



7.1

Línea de investigación
y monitoreo de las
poblaciones

Pág.100

7.2

Línea de instrumentos
de política y gestión
para la conservación

Pág.107

7.3

Línea de conservación y
manejo de las poblaciones
in situ

Pág.110

8

Conclusiones y
recomendaciones

Pág.115

Bibliografía

Pág.117



Introducción

En la región de la Orinoquia colombiana confluyen múltiples elementos que provienen de piedemonte, la selva y la sabana, que se traducen en una gran variedad de ecosistemas naturales, y de especies de flora y fauna, que la catalogan como un área estratégica para la humanidad (USAID y PROCOLOMBIA, 2021; Bustamante, 2019). Allí se encuentran un total de 5411 especies de plantas, es decir el 17,5% de la flora conocida para Colombia, y el 2,6% de las especies endémicas del país (Cárdenas *et al.*, 2016). Ante un escenario de erosión progresiva de la flora, es preciso reconocer la diversidad de especies que presenta la Orinoquía, donde existe un enorme potencial para su manejo y un importante arraigo cultural para los llaneros (Acero, 2005).

El palo de aceite (*Copaifera pubiflora*), es un árbol nativo del norte de Sudamérica, donde se distribuye desde Guyana, pasando por Venezuela a través de la meseta guyanesa, hasta las estribaciones de la cordillera de los Andes en Colombia (Martins *et al.*, 2008). En la Orinoquía Colombiana, se distribuye hasta los 1100 msnm, y habita en bosques de galería y bordes de sabana, en esta región también es posible encontrar las especies del mismo género *Copaifera canime* y *C. officinalis* (Ver Figura 1.) (Gradstein, 2023; GBIF, 2023; Carvajal, Ariza y Rodríguez, 2015). Juega un papel importante en la dinámica sucesional de los ecosistemas al ocupar estados sucesionales intermedios y atraer múltiples especies de fauna (Ramírez y Arroyo, 1982). La importancia del palo de aceite radica además, en el valor cultural que tiene, por sus múltiples usos que van desde la utilización de su madera, hasta el uso medicinal de la oleorresina que se extrae del tronco

[Oliveira *et al.*, 2019], y que tiene un sin número de propiedades benéficas para el ser humano, incluyendo potencial contra el cáncer, poder antiinflamatorio, anticaries, antifúngico antinociceptivo, entre otros (Carneiro *et al.*, 2020; Moraes *et al.*, 2020; Símaro *et al.*, 2020; Teixeira *et al.*, 2020; Moraes *et al.*, 2021; Símaro *et al.*, 2021; De Carvalho *et al.*, 2021; Sousa *et al.*, 2022).

A pesar del potencial que tiene el palo de aceite, sus poblaciones han sido poco estudiadas en Colombia, y el desconocimiento de su ecología, junto con otros factores externos como la sobreexplotación y fragmentación de su hábitat, pueden representar amenazas para su sostenibilidad (CAR, 2019). Con base en esto, se identifica la necesidad de contar con un Plan de Conservación y

Manejo, como una herramienta que incluya el estado del conocimiento de la especie, su estado de conservación, las amenazas que enfrenta, y las acciones necesarias para conservarla y manejarla de manera sostenible (Kattan, Mejía y Valderrama, 2005).

En este sentido, el presente plan se focaliza en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada, jurisdicción de Corporinoquia (Ver Figura 1.), y se llevó a cabo en tres fases: 1. Determinar el estado actual del palo de aceite y su hábitat. 2. Caracterizar las principales presiones, amenazas y alternativas de manejo; y a partir de los anteriores, 3. Diseñar el plan de manejo y conservación. Se espera que los resultados obtenidos de este proyecto, contribuyan a la gestión y manejo integral del Palo de aceite en la jurisdicción de Corporinoquia.

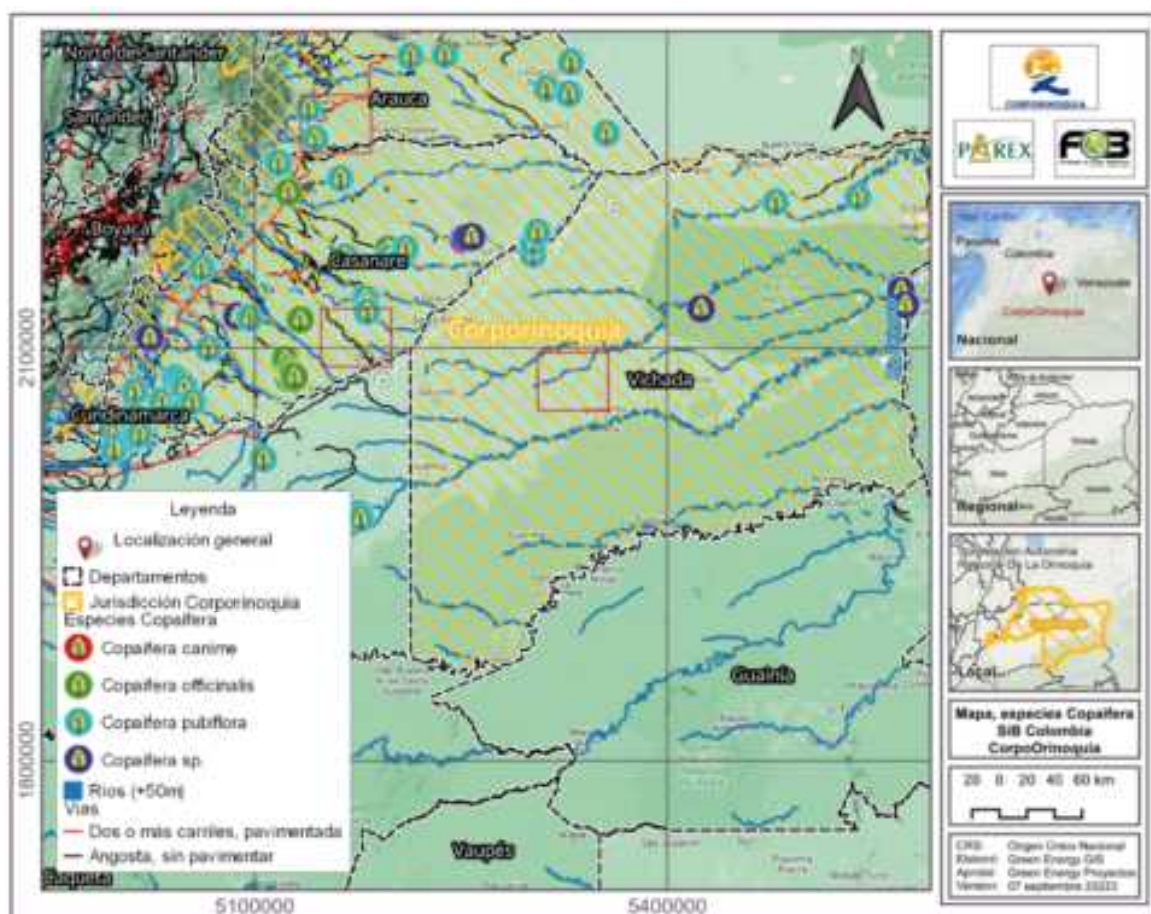


Figura 1. Ubicación de registros biológicos de las especies del género en la jurisdicción de Corporinoquia.

Fuente: FOB, 2023.

Capítulo 1

Marco Normativo

El plan de conservación y manejo del palo de aceite (*Copaifera pubiflora*) en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada, jurisdicción de Corporinoquia, se fundamenta en las herramientas de política y legislación que hacen referencia al manejo y conservación de la flora, descritas a continuación:



Decreto Ley 2811 de 1974

Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Busca la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, así como la prevención de los efectos nocivos de la explotación de no renovables, regulando la conducta humana respecto del ambiente y los recursos.

Ley 99 de 1993



34 Coporaciones Autónomas Regionales
5 Institutos de Investigación

Crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se reorganiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA.



Las Corporaciones Autónomas, los departamentos, municipios y distritos son las autoridades encargadas de autorizar, controlar y vigilar la comercialización de los recursos naturales, fijando condiciones, tasas y exigencias para quienes utilicen recursos naturales con fines económicos.

Enfatiza en que la biodiversidad debe ser aprovechada de forma sostenible.



Ley 299 de 1996



Crea el marco regulatorio para el desarrollo de actividades de investigación de la flora nacional y su uso sostenible. Contempla los ejes de conservación *in situ* y *ex situ*.

Ley 17 de 1981



Tratado internacional que impide el comercio de especies amenazadas.

Constitución Política de Colombia de 1991

Resalta la importancia del medio ambiente y la biodiversidad y su cuidado.



Artículo 8:

La protección del medio ambiente y los recursos naturales del país es deber y derecho colectivo.



Artículo 79:

Es deber del Estado la protección de la diversidad e integridad del ambiente.



Artículo 80:

El Estado debe planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, garantizando su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución.

Ley 165 de 1994

Aprueba el Convenio sobre la Diversidad Biológica de 1992.

Distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del aprovechamiento y uso de los Productos Forestales no Maderables (PFNM), promoviendo la investigación en diversidad biológica y su uso sostenible.



Decreto Ley 1791 de 1996

Régimen de Aprovechamiento Forestal (hoy compilado en el Decreto único ambiental 1076 de 2015).

Regula las actividades de la administración pública y de los particulares respecto al uso, manejo, aprovechamiento y conservación de los bosques y la flora silvestre con el fin de lograr un desarrollo sostenible

CONPES 3697 de 2011

Aprueba la Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de biodiversidad.

Resolución 1909 de 2017

Reglamenta el salvoconducto para la movilización de especímenes de la diversidad biológica en línea, SUNL.

Decreto 690 de 2021

Dicta los requisitos para adquirir el derecho al manejo sostenible de la flora silvestre y de los productos forestales no maderables, al igual que las clases de manejo para estos.

CONPES 2834 de 1996

Política de bosques.

Define estrategias para propiciar el uso sostenible, la conservación y la recuperación de los ecosistemas boscosos, e incorporar el sector forestal colombiano a la economía nacional e internacional, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Estrategia Nacional de Conservación de Plantas (ENCP), 2001

Promueve acciones de conocimiento, conservación y uso sostenible, con participación activa de actores, para la flora colombiana.

Formulada como parte de las obligaciones del país como firmante del Convenio sobre Diversidad Biológica y cuenta con un plan de acción, formulado en el año 2014.

Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE), 2012

Promueve la gestión integral para la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos a fin de mantener y mejorar la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos en todos los niveles.

Cuenta con el Plan de acción de Biodiversidad 2016-2030, estructurado en seis ejes temáticos: Conservación y cuidado de la naturaleza, Gobernanza y creación de valor público, Desarrollo económico, competitividad y calidad de vida, Gestión del conocimiento, tecnología e información, Gestión del riesgo y suministro de servicios ecosistémicos, y Corresponsabilidad y compromisos globales.

Generalidades del palo de aceite

Copaifera pubiflora

Consideraciones Taxonómicas

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Equisetopsida

Subclase: Magnoliidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae



Nombre Científico

Copaifera pubiflora Benth.

A nivel internacional, las especies del género son llamadas comúnmente **Copaibas**, y crecen en la región tropical de América Latina y África Occidental.



La etimología del género hace referencia a “que tiene bálsamo de Copaiba”



En América Latina, el género se extiende desde México hasta el norte de Argentina. En Colombia se tienen registros de *Copaifera canime* Harms, *Copaifera guianensis* Desf., *Copaifera officinalis* L., *Copaifera pubiflora* Benth., y *Copaifera reticulata* Ducke, de las cuales *C. officinalis*, *C. canime* y *C. pubiflora* se encuentran en la Orinoquia colombiana.

Especies de *Copaifera* presentes en la Orinoquia Colombiana



C. pubiflora

Foliolos de 2,5 a 7 cm. de longitud. Anteras 1 a 2 mm. Sépalos completamente hirsutos o vellosos por fuera. Foliolos de 4 a 6 pares, ovado-elípticos. Sépalos con venación evidente.

C. officinalis

Sépalos no villosos ni hirsutos. Hojas de 10 a 15 cm de largo. Foliolos de 2 a 4 pares, de 8 cm de largo y 4 cm de ancho. Foliolos de textura coriácea, márgenes planos, raquis de la inflorescencia de 1,5 a 1,8 mm.

C. canime

Sépalos no villosos ni hirsutos. Pistilo hirsuto en el margen del ovario. Hojas de 8 a 15 cm de longitud. Foliolos de 3 a 6 pares, con áreas reticuladas compactas en la lámina. Foliolos subcartáceos, arrugados en los márgenes. Raquis de la inflorescencia nervoso, de 1 a 1,5 mm. Distribución más asociada a los andes y el caribe.

Descripción Morfológica de la Especie

Árbol nativo, de copa aparasolada y follaje lustroso.



Puede alcanzar alrededor de 20 metros de altura y 90 centímetros de diámetro de fuste.

También conocido como árbol de aceite, aceite, canime, bálsamo de canime, cabima o maramo.

Hojas 1

Paripinnadas, alternas, con dos a tres pares de folíolos de forma ovada y ápice retuso; presentan estípulas libres.

Inflorescencias 2

Panículas terminales, de flores apétalas, con cuatro sépalos pubescentes, androceo con diez estambres y gineceo con ovario estipitado y pubescente.

Frutos 3

Legumbres dehiscentes, glabras, con dos semillas negras, cubiertas en dos terceras partes de su superficie con un arilo blanco y carnoso.

Tronco

Su tronco es cilíndrico y presenta corteza externa lisa, de coloración amarilla y desprendible en placas finas.



Distribución geográfica y hábitat

Copaifera pubiflora se distribuye en el norte de Sudamérica en Brasil, Guiana, Venezuela y Colombia, en lo que comprende la meseta del escudo Guayanés. De Oriente a occidente, se encuentra distribuida en Guiana, desde la parte alta de las cuencas de los ríos Takutu y Essequibo, pasando luego por Brasil, donde se encuentra únicamente en el Estado de Roraima, luego en Venezuela, habita en la zona de los Llanos Centrales, llegando a los llanos colombianos, hasta las estribaciones de la cordillera de los Andes (Martins *et al.*, 2008). En Colombia

se encuentra en los departamentos de Arauca, Casanare, Vichada, Meta y Cauca, en el rango altitudinal de los 70 a los 1100 msnm (Gradstein, 2023; GBIF, 2023; Carvajal, Ariza y Rodríguez, 2015). En la Orinoquía habita predominantemente en bosques de galería y bordes de sabana (Acero, 2005; Carvajal, Ariza y Rodríguez, 2015). En la Figura 2, se observa la distribución histórica de la especie en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada, jurisdicción de Corporinoquia, de acuerdo a los registros recopilados en la plataforma SiB Colombia (GBIF, 2023).

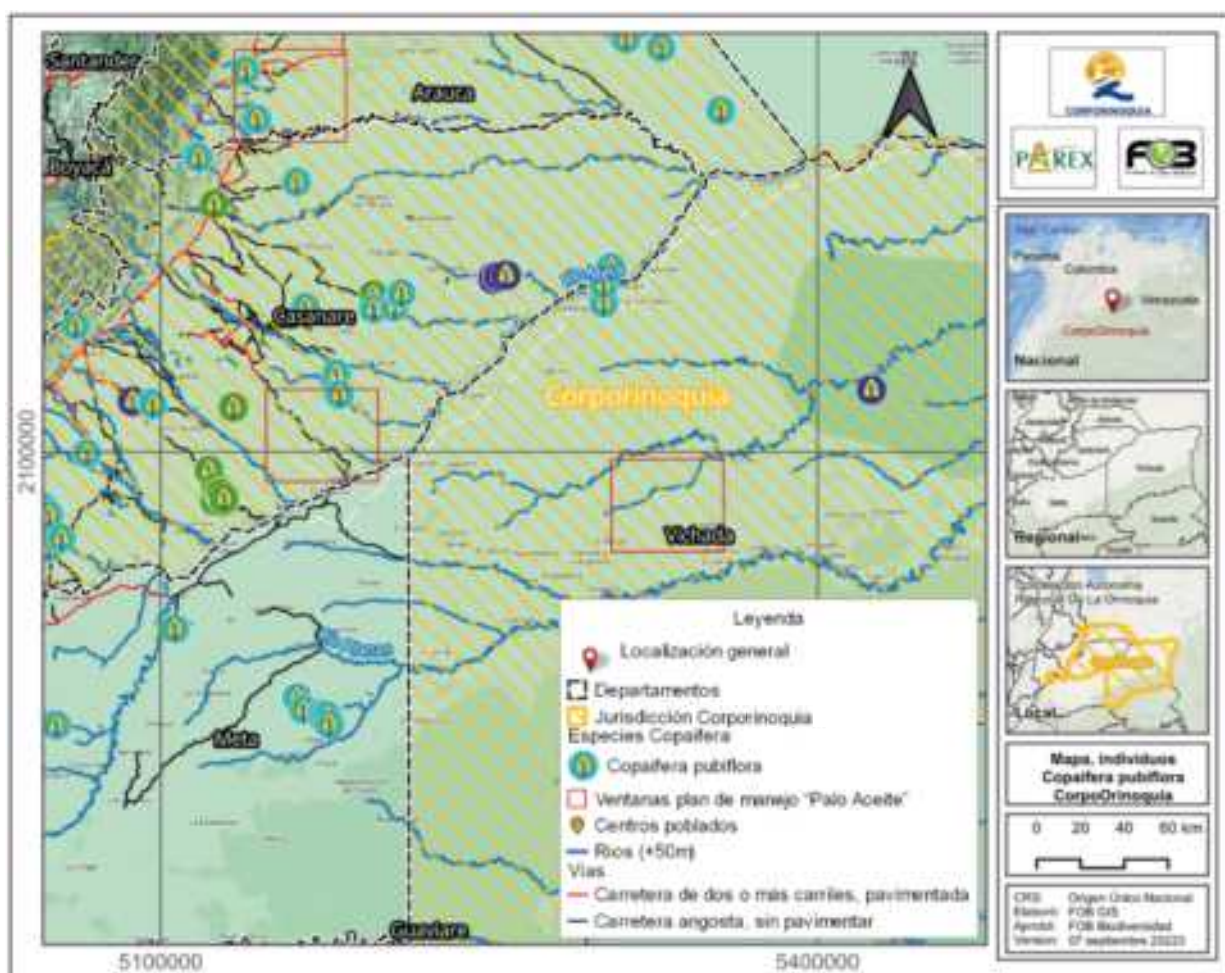


Figura 2. Registros biológicos de *Copaifera pubiflora*, a partir de las bases de datos del SiB Colombia (GBIF, 2023).
Fuente: FOB, 2023.

Fenología

En cuanto a la fenología del palo de aceite, se reporta floración a finales de la temporada de lluvias, y aparición de frutos en época seca (Ramírez y Arroyo, 1982; Ramírez y Arroyo, 1987). Dentro de la búsqueda de registros biológicos en herbarios (COL, UDBC, US) para los departamentos de Vichada, Arauca y Casanare, se reportan individuos con flores en los meses de octubre y noviembre, e individuos con frutos de enero a abril (Figura 3), lo cual coincide con el final de la época invernal y los meses con menores precipitaciones en la Orinoquía colombiana, respectivamente (IDEAM, 2005). Es en la época seca, donde *C. pubiflora* pierde su follaje, por ser una especie semidecídua (Langenheim, Arrhenius y Nascimento, 1981; Pedroni *et al.*, 2002). Adicionalmente, de acuerdo a Janzen (1983) citado en Andrade y Ferraz (2000), la especie produce frutos cada 2,5 años y presenta picos de productividad cada cinco años. Ramírez (1994) menciona que el promedio de frutos producidos por inflorescencia es de 2,6 y en promedio se encuentran 138,4 semillas por metro cuadrado cerca al árbol parental.

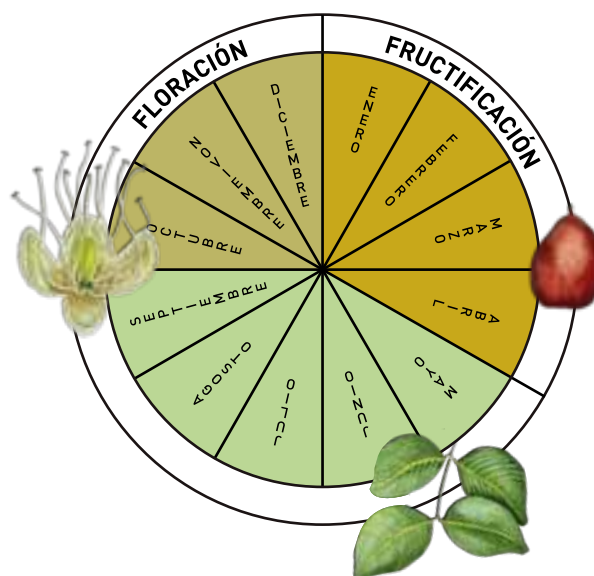


Figura 3. Fenología del palo de aceite (*Copaifera pubiflora*).

Ecología

Gremio ecológico e importancia en la dinámica forestal

El palo de aceite es una especie característica de coberturas en estado sucesional medio a avanzado, ya que requiere la existencia previa de elementos arbóreos para su colonización y desarrollo (Ramírez y Arroyo, 1982). Sin embargo, Langenheim, Arrhenius y Nascimento (1981), afirman que la especie presenta un



desarrollo óptimo en presencia de luz pues responde de manera positiva a eventos de perturbación natural en el bosque como la apertura de claros, por lo que se puede clasificar dentro del espectro de las esciófitas parciales (Méndez, 2022).

Ramírez y Arroyo (1982), resaltan la importancia de la especie en la dinámica de expansión de las coberturas boscosas en los llanos venezolanos. La trayectoria sucesional se describe inicialmente desde la sabana, pasando luego a ser colonizada por arbustos como *Curatella americana*, *Bowdichia virgilioides*, *Byrsonima crassifolia* y *Cochlospermum vitifolium*, donde luego entran a establecerse *C. pubiflora* y otras especies arbóreas heliófitas durables continuando con la dinámica sucesional hasta conformar bosques maduros. Otras especies que presentan una función homóloga al palo de aceite, en términos de la dinámica descrita, pertenecen a géneros como *Jacaranda*, *Lonchocarpus*, *Pterocarpus*, *Luehea*, *Vochysia*, entre otros.

Estructura poblacional

Da Costa *et al.* (2008), para el estado de Roraima, Brasil, mencionan que *C. pubiflora* se encuentra asociada a coberturas aledañas a cuerpos de agua, y encontraron una densidad media de $2,11 \pm 0,61$ individuos por hectárea. Los diámetros medios fueron de $51,93 \pm 18,11$ cm, y la altura media de $30,95 \pm 6,65$ cm. El tipo de distribución fue agregado, lo cual es característico de poblaciones jóvenes. Por su parte, Ramírez y Arroyo (1990), encontraron una densidad promedio de 1,04 individuos por hectárea en los Altos Llanos de Venezuela, donde los individuos estaban distribuidos en “J invertida”, con una gran oferta de regeneración natural e individuos en todas las categorías de tamaño, comportamiento esperado en una población con un desarrollo sucesional normal.

La regeneración natural de esta especie se caracteriza por presentarse de forma concentrada alrededor de los árboles parentales, sin embargo, la supervivencia de las plántulas aumenta a medida que las mismas están más alejadas del árbol parental, por efectos de la competencia intraespecífica (Ramírez y Arroyo, 1982; Ramírez y Hokche, 1995). Adicionalmente, *C. pubiflora* muestra actividad alelopática sobre la regeneración de otras especies, es decir, presenta un mecanismo de tipo químico, mediante el cual inhibe el crecimiento de plantas adyacentes (Rodríguez *et al.*, 2016).

Interacciones planta-animal

En términos de las relaciones interespecíficas, *C. pubiflora* es polinizada principalmente por abejas de la familia Apidae (géneros como *Xylocopa*, *Centris*, *Apis*, *Melipona*) (Ramírez, 1994), y es dispersada por animales que se ven atraídos por el arilo de las semillas, o ingieren la semilla entera, como murciélagos frugívoros (*Phyllostomus*), aves (*Psitacidos*; *Cacicus*), venados (*Odocoileus*), zorros (*Cerdocyon*), saínos (*Dicotyles*) y hormigas (*Atta*) (Ramírez y Arroyo, 1982).

Respecto a los depredadores, los lepidópteros han sido los herbívoros más comunes observados en el género *Copaifera*, donde las resinas presentes en las hojas, tienen componentes disuasivos para contrarrestar esta herbívora, presentando una mayor producción de terpenos en el desarrollo temprano de la hoja, antes de obtener una consistencia coriácea (Langenheim, Arrhenius y Nascimento, 1981; Langenheim *et al.*, 1986). Ramírez y Arroyo (1987) reportan, como depredadores de las semillas a insectos de Lepidóptera en fase larval y a coleópteros, y afirman que *C. pubiflora* presenta una producción alta de semillas, como estrategia de escape a los depredadores.





Aspectos productivos del palo de aceite

Silvicultura

La propagación de *C. pubiflora* se realiza a partir de sus semillas, las cuales son fanerocotilares, es decir que los cotiledones emergen de su cubierta, y presentan germinación epígea (Silva y Schütz, 2022). Acero (2005) recomienda el lijado suave antes de la siembra como método de escarificación. INIA (2007), recomienda la inmersión en agua por 72 horas para semillas del género, como tratamiento pre germinativo, luego del cual, las semillas germinan dentro de 15 a 30 días. De acuerdo a FAO, CIFOR y PPI (2012) el tiempo de germinación para especies del género es de 35 días y su calidad y potencial de germinación es mucho mayor inmediatamente después de la caída del árbol, con un porcentaje de germinación del 90%.

En estudios realizados en campo por Ramírez y Arroyo (1984) citados en Ramírez (1994), se reporta la infección por hongos como *Mortierella sp.*, *Aspergillus wentii* y *Penicillium sp.*, que pueden afectar la calidad de las semillas e impedir el desarrollo de plántulas, sin embargo, se menciona que la cantidad de semillas infectadas en la cosecha evaluada en campo fue poco significativa con respecto al total. Los ataques por hongos pueden dificultar el almacenamiento de las semillas (INIA, 2007).

Marques *et al.* (2018) evaluaron variables de calidad de plántulas (biomasa, tamaño, porcentaje de emergencia), sembradas en diferentes tipos de sustrato a los 40 días de la siembra, y encontraron que el tamaño de la semilla está directamente relacionado con la calidad de las plántulas. Los resultados del estudio indican que el crecimiento de las plántulas

plántulas. Los resultados del estudio indican que el crecimiento de las plántulas se ve beneficiado con mezclas de hasta un 60% de tierra vegetal y 40% de arena esterilizada.

Por su parte, en el estudio realizado por Langenheim, Arrhenius y Nascimento (1981), encontraron que las plántulas de *C. pubiflora*, bajo tratamientos a diferentes niveles de exposición lumínica, tardaron entre 2 a 5 meses en desarrollar hojas. Así mismo, infieren que las plántulas responden mejor a niveles de luz altos utilizados en los ensayos que, a los niveles de luz bajos, pues en estos últimos, tardaron más en crecer. En este sentido, las especies del género necesitan sombra parcial en la fase de almácigo, y altos niveles de luz solar en el periodo de crecimiento posterior al trasplante (FAO, CIFOR y PPI, 2012).

Si bien no se encontraron estudios que hablen sobre el cultivo de *Copaifera pubiflora*, Rueda (2019), menciona que para plantaciones demostrativas de *Copaifera officinalis* los árboles alcanzaron una altura de 2,3 metros a los 3,5 años, y se alcanzó una supervivencia del 98%. Por su parte, para *Copaifera reticulata* en el Perú, Inia (2007), menciona que, a los 16 años de plantación, se alcanzaron promedios de 14 cm de diámetro y 8 m de altura total. A los 21 años se obtuvieron promedios de 30 cm de diámetro y 15 m de altura total, describiéndose como una especie de crecimiento medio. El incremento medio anual en volumen fue de 3,3 m³/ha/año, con un volumen total de 58,3 m³/ha y un área basal de 12,87 m²/ha.

Complementariamente, en Inia (2007) e Inia (2021), se menciona algunos aspectos para el manejo de las plantaciones para *C. paupera* (Copaiba negra, la más abundante en Perú) y *C. reticulata*, en plantaciones forestales de Selva Baja, en Ucayali, Perú:

- Las semillas deben recolectarse de frutos maduros, cortando directamente de las ramas, o con la instalación de mallas debajo de las copas de los árboles.
- Pueden encontrarse de 550 a 700 semillas por kilo.
- - Las plántulas se trasladan al lugar definitivo a los 6 meses, cuando tienen entre 30 y 40 cm de altura.
- Se siembran a una densidad inicial de 3 x 3 o 4 x 4, obteniendo una densidad final de hasta 100 árboles por hectárea.
- Se recomienda sembrar al distanciamiento que ofrezca la mayor cantidad de individuos, por la gran cantidad de variabilidad genética, dando la oportunidad de raleo en el año 7 u 8, seleccionando los individuos de mejor calidad. Un indicador de raleo es cuando las copas se empiezan a tocar.
- En un buen sitio, se esperan 38 m² de área basal por hectárea, con 396 individuos, de 30 cm promedio de diámetro a la altura del pecho.
- El Incremento Medio Anual es de 0,75 cm/año para una plantación de 16 años.
- Estas especies tienen capacidad de rebrote.
- Prefieren suelos rojos con abundantes arcillas rojas producto de hierro en estado óxido reducido, bien drenados, en formación con horizontes poco definidos. Suelos con buena estructura, baja fertilidad, acidez, exceso de aluminio y bajo nivel de fósforo.
- El tiempo de maduración desde la floración a la maduración de los frutos, es más o menos 4 meses.
- La semilla es de difícil almacenamiento, suele ser atacada por hongos. A temperaturas entre 5 y 25 grados centígrados, se conservan hasta por 4 meses.
- Las Copaibas presentan autopoda natural deficiente en plantación, por lo que es necesario podarlas.



Aprovechamiento de aceite

La oleorresina de las especies del género *Copaifera*, ha sido extraída y utilizada tradicionalmente y con fines comerciales desde antes de la llegada de los colonos europeos al continente americano (Dwyer, 1951; Costa *et al.*, 2006; Veiga *et al.*, 2001, Paredes, 2012; FAO, CIFOR y PPI, 2012). Ante su uso y comercialización extendido, especialmente en Brasil, donde para el año 2003 se reportó un monto de R\$1,4 mil millones, equivalente a la venta de 463 toneladas de oleo-resina de Copaiba (IBGE, 2003, citado en Costa *et al.*, 2006), se han realizado estudios que buscan la sostenibilidad del recurso en lo referente a su aprovechamiento, buscando que la extracción represente el menor daño posible a los árboles (Rigamonte, Salvador y Oliveira, 2004).

El método de extracción del aceite de los árboles del género *Copaifera* recomendado en la literatura, consiste en la perforación con una broca o barreno de hasta 1,9 cm de diámetro, y lo suficientemente larga para perforar hasta la mitad del diámetro del tronco donde se encuentran los canales de almacenar y conducen la oleoresina. En el orificio realizado se coloca un tubo de PVC y se cierra con un tapón de rosca. Luego de 24 horas se recolecta el aceite que descendió por el tubo, y se sella el orificio en el árbol para evitar la entrada de patógenos. También se recomienda el aprovechamiento en individuos con mínimo 40 cm de diámetro (Dwyer, 1951; Rigamonte, 2004; Costa *et al.*, 2006; Da Costa, 2019; Martins *et al.*, 2012).

Existen prácticas no recomendadas para la recolección de aceite como la realización de incisiones profundas en forma de V con elementos cortopunzantes, pues estas aumentan la probabilidad de ocasionar daños en el individuo e incluso la muerte dependiendo de la severidad y la

intensidad de las intervenciones (Da Costa, 2007), sin embargo, las consecuencias del aprovechamiento reiterado de aceite no han sido claramente estudiadas (Martins *et al.*, 2012).

Por su parte, Da costa *et al.* (2019), evaluaron el efecto de aprovechamientos de aceite sobre la fenología reproductiva de *C. pubiflora* en la Amazonía brasilera, encontrando que en los árboles donde se extrajo el aceite, se presentaron mayor cantidad de eventos de floración, sin embargo, posteriormente tuvieron una alta cantidad de abortos de frutos, lo que podría afectar la dinámica poblacional. Como recomendación en este estudio, se menciona la implementación de intervalos de tiempo largos entre colectas, con un periodo mínimo de 18 meses entre extracción. Otros estudios para especies del género, recomiendan periodos de entre dos y tres años entre colectas (Costa *et al.*, 2006).

En cuanto a la cuantificación del aceite a nivel de productividad, de acuerdo con Martins *et al.* (2012), se tiene que la capacidad de producción varía según la especie. Estos autores evaluaron la cantidad de aceite extraído de diferentes especies del género *Copaifera* presentes en bosques húmedos del Brasil, incluyendo *C. pubiflora*, y encontraron que las variables dasométricas de los árboles (altura, área basal, tamaño de la copa), no influyeron significativamente en la cantidad de aceite recolectado. Sin embargo, mencionan que algunos árboles resultan no ser productivos pues presentaron cantidades muy bajas o nulas de aceite (FAO, CIFOR y PPI, 2012), lo que podría estar explicado por la presencia de ahuecamientos en su interior ocasionados por ataques de termitas. Por su parte, Rigamonte (2004) comparó diferentes sitios, tipos de suelo, y clases de árboles y

tampoco encontró relación de estas variables con la producción de aceite de diferentes especies del género.

Martins *et al.* (2012), también encontraron que los volúmenes de oleorresina de los árboles de *C. pubiflora* fueron significativamente más altos y aumentaron de la primera a la segunda extracción, contrario a las demás especies evaluadas. En este estudio *C. pubiflora* produjo un promedio de 1,7 litros de aceite por árbol, mediante el método de

extracción que implica realizar un agujero hasta la mitad del diámetro del tronco y dejar un tubo sellado durante 24 horas previas a la recolección. Otros estudios en especies del género indican que puede haber producciones de 0,3 a 3 litros de aceite, con casos de máxima producción de 30 litros por árbol (Costa *et al.*, 2006). Rigamonte (2004), usando el mismo método de recolección de Martins, obtuvo una producción media de 2,9 litros por árbol por colecta en árboles productivos del género.

Estado del conocimiento de *Copaifera pubiflora*



Figura 4. Nube de palabras para los títulos de documentos resultantes de la búsqueda de información secundaria sobre el palo de aceite (*Copaifera pubiflora* Benth.).

Fuente: FOB, 2023.

Con el fin de identificar lo que se ha hecho desde el punto de vista científico y técnico alrededor del palo de aceite (*Copaifera pubiflora*) a nivel nacional e internacional, se recopiló la información secundaria disponible en diferentes bases de datos de revistas indexadas, que incluyen Scopus, Web of Science, National Library of Medicine, Scielo y ResearchGate,

principalmente. Para explorar la mayor cantidad de información disponible sobre la especie, también se tuvieron en cuenta publicaciones de revistas no indexadas, trabajos de grado, boletines técnicos y resúmenes de congresos, los cuales fueron consultados por medio de Google Académico.

Como resultado, se encontraron 49 documentos donde se hace mención de la especie, de los cuales 3 son libros, 33 son artículos científicos, 4 son artículos de revisión, un boletín informativo, 4 resúmenes de congresos, 2 tesis de doctorado y dos tesis de pregrado. Los manuscritos encontrados tienen fechas de publicación desde el año 1951 hasta 2022. En la Figura 4 se observa una nube de palabras a partir de los títulos de los documentos encontrados en la búsqueda de información secundaria de la especie, creada por medio del software gratuito Wordle (2014), donde el tamaño de las palabras es proporcional a la frecuencia de aparición de cada una. Se resalta la importancia de la palabra “Oleoresina”, siendo este el principal producto obtenido de la especie, así mismo de “Copaiba”, pues es el nombre común con el que se conoce la especie a nivel internacional.

En la Figura 5, se observa que el principal tema sobre lo que se ha estudiado *Copaifera pubiflora* es Fitoquímica, con el 44% del total de estudios encontrados. Se destaca también que es el tema sobre el cual se ha centrado predominantemente la investigación alrededor de la especie en los últimos cinco años. El gran interés sobre los compuestos químicos encontrados en *C. pubiflora*, radica en los

enormes beneficios que tiene la utilización de la especie como producto medicinal, y que han sido aprovechados de manera artesanal a lo largo de la historia por las comunidades donde habita (Acero, 2005; Desmarchelier, 2010).

En cuanto al origen geográfico de la información, los documentos consultados provienen principalmente de Brasil, con el 66% de lo encontrado, seguido por Colombia (12%, 6 documentos), Venezuela (8%, 5 documentos) y California (2%, 1 documento). Parte de los documentos donde es mencionada la especie no tiene un lugar específico de realización, pues se trata de artículos de revisión de literatura científica (10%), sin embargo, en ellos es evidente la gran influencia que tienen los estudios brasileiros sobre Copaiba, los cuales no se restringen solo a *C. pubiflora*, sino a varias especies del género que habitan allí y son ampliamente conocidas y explotadas comercialmente por su aceite (Veiga y Pinto, 2002; da Trindade, da Silva y Setzer, 2018; da Silva y Setzer, 2018). Así mismo, se resalta la escasez de información científica sobre el palo de aceite para Colombia, pues se encontró solo un artículo científico donde se estudia la actividad alelopática de los extractos crudos para evaluar su aplicación en el control de arvenses (Rodríguez *et al.*, 2016).

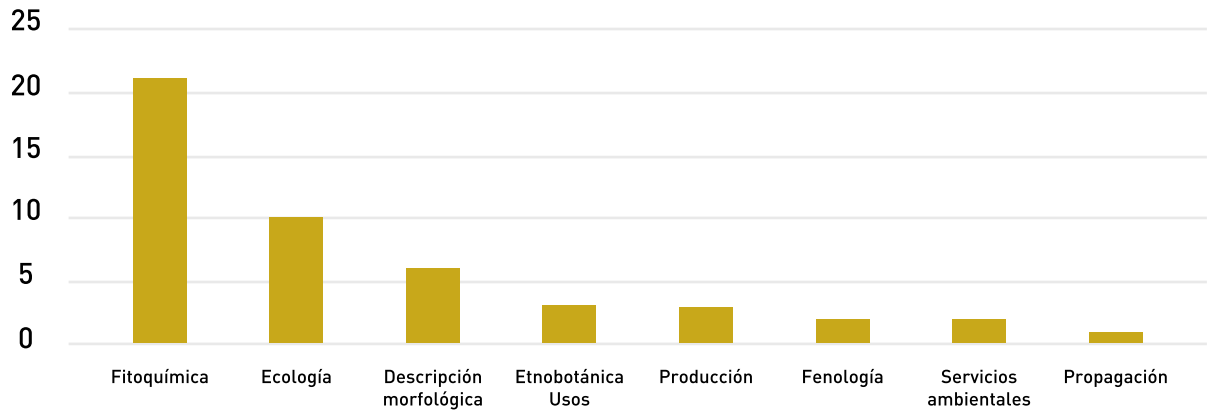


Figura 5. Temas abordados en la información disponible sobre *Copaifera pubiflora*.
Fuente: FOB, 2023.

En la Tabla 1, se citan los estudios sobre la fitoquímica de *C. pubiflora*, y los principales resultados y autores, en diferentes campos de aplicación. En todos los casos los estudios se basaron en los extractos ya fueran de hojas o la oleoresina extraída del tronco de la especie, a excepción de investigaciones que se centran en hongos asociados al palo de aceite, que también han demostrado tener propiedades antifúngicas y antimicrobianas aplicables en los campos de la agricultura y la salud humana. En el campo de la acuicultura, se ha investigado que la oleoresina puede actuar como inhibidor de parásitos que afectan especies ícticas de importancia comercial (Figura 6).

Los estudios de caracterización de los compuestos de la oleoresina de *C. pubiflora*, han llevado a identificar los metabolitos secundarios que le atribuyen sus propiedades medicinales. Estos hallazgos son aportes importantes al conocimiento en el campo de la salud, pues comprueban la capacidad antiinflamatoria, para el tratamiento del dolor, antimicrobiana, antitumoral, para el tratamiento de enfermedades orales como las caries, y enfermedades asociadas a parásitos como la Toxoplasmosis, a bacterias transmitidas por alimentos (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* y *Bacillus cereus*) y que afectan el sistema digestivo (*Helicobacter pylori*), e incluso a hongos causantes de infecciones vaginales (*Candida glabrata*). También se ha evaluado el nivel de toxicidad para las células y el ADN humano, comprobando que no hay riesgos significativos en las oleorresinas, usadas en las concentraciones de los ensayos científicos (Tabla 1).

El interés por los compuestos de la oleorresina de *C. pubiflora* y sus propiedades se extrapola a nivel de género, pues se ha demostrado que las

diferentes especies presentan metabolitos en común, entre los que se destaca el β -Cariofileno. Este es el mayor constituyente del aceite de copaiba, al cual se le atribuyen propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, analgésicas, anticancerígenas, antimicrobianas, contra la leishmaniasis (Desmarchelier, 2010; Soares *et al.*, 2013; Dahham *et al.*, 2015; Fidy *et al.*, 2016; Ames-Sibin *et al.*, 2018; da Trindade, da Silva y Setzer, 2018; Scandiffio *et al.*, 2020; Gushiken *et al.*, 2022). Todas estas propiedades se pueden aplicar en la medicina en múltiples tratamientos de patologías inflamatorias del sistema nervioso, el sistema óseo, las articulaciones, tumores, enfermedades del sistema digestivo, entre otras (Francomano *et al.*, 2019). Incluso, se ha comprobado que este terpenoide actúa sobre receptores cerebrales, mejorando el estado de ánimo, por lo que es relevante en el tratamiento de enfermedades de salud mental como la ansiedad y la depresión (Bahi *et al.*, 2014; Hwang *et al.*, 2019).



Copaifera pubiflora Benth.

Potencial en diferentes campos de aplicación debido a los metabolitos secundarios presentes en sus estructuras y oleorresina.



Perforación para extracción de aceite



Proceso de extracción de aceite



Salud

Anticancerígeno
Tratamiento para la toxoplasmosis
Antiinflamatorio
Antinociceptivo
Anticaries
Antifúngico
Antimicrobiano



Acuicultura

Productos antiparasitarios



Agricultura

Control de arvenses
Fungicida

Construcción de canoas con la madera



Figura 6. Propiedades atribuidas a los compuestos presentes en *C. pubiflora*.

Fuente: FOB, 2023.

Investigaciones sobre Fitoquímica de *Copaifera pubiflora*.

Campo de aplicación estudio	Cita bibliográfica	Título	Principales resultados
 Acuicultura	Seixas <i>et al.</i> (2020).	<i>Copaifera</i> oleoresins as a novel natural product against acanthocephalan in aquaculture: Insights in the mode of action and toxicity	Se evaluó el efecto de la oleoresina de <i>C. pubiflora</i> para el control del parásito <i>Neoechinorhynchus buttnerae</i> , que afecta la producción de Cachama (<i>Colossoma macropomum</i>), mostrando resultados favorables, para el desarrollo de productos antiparasitarios en la acuicultura.
 Agricultura	Rodríguez-Gutiérrez <i>et al.</i> (2016).	Evaluación de la actividad alelopática de extractos crudos de <i>Copaifera pubiflora</i> (Benth), sobre la germinación de <i>Mimosa pudica</i> (Lineo)	Los extractos etanólico y en medio acuoso de corteza y hojas de <i>C. pubiflora</i> , tienen actividad alelopática sobre la germinación de <i>Mimosa pudica</i> . Control de arvenses.
	Carvalho <i>et al.</i> (2018).	Antifungal activities of cytochalasins produced by <i>Diaporthe miriciae</i> , an endophytic fungus associated with tropical medicinal plants	<i>Diaporthe miriciae</i> es un hongo asociado a <i>C. pubiflora</i> . En este estudio se evaluó la actividad de las citocalasinas producidas por <i>D. miriciae</i> . Se encontró que inhiben las enfermedades fúngicas en las plantas.
 Caracterización de compuestos	Zoghbi, Martins-da-Silva, y Trigo (2009).	Volatiles of Oleoresins of <i>Copaifera paupera</i> (Herzog) Dwyer <i>C. piresii</i> Dwyer and <i>C. pubiflora</i> Benth. (Leguminosae)	La oleorresina de <i>C. pubiflora</i> estuvo dominada por el aceite esencial b-cariofileno (65,9%) y tuvo la mayor concentración en comparación con las otras dos especies (10,3–14,1%). En total se encontraron 13 terpenoides en <i>C. pubiflora</i>.
	Figliuolo <i>et al.</i> (1987).	Unusual nonprotein imino acid and its relationship to phenolic and nitrogenous compounds in <i>Copaifera</i>	Evalúan la efectividad de ensayos para cuantificar fenoles y nitrógeno en hojas, usados para analizar el nivel de herbívora en las especies. Cuantificaron aminoácidos no proteicos como N-metil-trans-4-hidroxi-L prolina, encontrando que representan alrededor del 2-3% del peso seco de las hojas <i>C. pubiflora</i> , y otras del género.
 Métodos de cuantificación de compuestos	Carneiro <i>et al.</i> (2022).	A reliable validated high-performance liquid chromatography-photodiode array detection method for quantification of terpenes in <i>Copaifera pubiflora</i> , <i>Copaifera trapezifolia</i> , and <i>Copaifera langsdorffii</i> oleoresins	Se desarrolló un método rápido, preciso y sensible para cuantificar terpenos en las oleorresinas de <i>Copaifera</i> .

Tabla 1. Investigaciones sobre Fitoquímica de *Copaifera pubiflora*.
Fuente: FOB, 2023.

Campo de aplicación estudio	Cita bibliográfica	Título	Principales resultados
	Ribeiro <i>et al.</i> (2018).	Use of spinning band distillation equipment for fractionation of volatile compounds of <i>Copaifera</i> oleoresins for developing a validated gas chromatographic method and evaluating antimicrobial activity	A partir del método, se identificaron compuestos que están presentes en diferentes especies del género en altas concentraciones como el β -cariofileno. Por su parte, el β-elemene solo se encuentra en <i>C. pubiflora</i>, el cual tiene propiedades anticancerígenas (Liu <i>et al.</i> , 2011, citado en Ribeiro <i>et al.</i> , 2018).
 Salud	Carneiro <i>et al.</i> (2020).	<i>Copaifera multijuga</i> , <i>Copaifera pubiflora</i> and <i>Copaifera trapezifolia</i> Oleoresins: Chemical Characterization and in vitro Cytotoxic Potential against Tumoral Cell Lines	Mencionan que el efecto antimicrobiano de <i>C. pubiflora</i> se debe al ácido ent-hardwickiic, el cual denominan como el principal componente de la oleoresina. Encontraron que el diterpeno Ct2 de las oleoresinas, tiene actividad citotóxica contra células tumorales.
	De Carvalho <i>et al.</i> (2021).	Diversity and antimicrobial activity of culturable endophytic fungi associated with the neotropical ethnomedicinal plants <i>Copaifera langsdorffii</i> and <i>Copaifera pubiflora</i>	Describieron los hongos asociados a diferentes especies del género <i>Copaifera</i> . Algunos de ellos son producen compuestos antimicrobianos, que pueden estudiarse para el desarrollo de nuevos fármacos.
	Moraes <i>et al.</i> (2020).	Assessment of the antibacterial, antivirulence, and action mechanism of <i>Copaifera pubiflora</i> oleoresin and isolated compounds against oral bacteria	El ácido ent-hardwickiic presente en la oleoresina de <i>C. pubiflora</i> , erradicó el 99,9% de las biopelículas bacterianas. Los resultados indican que este puede utilizarse como nueva alternativa terapéutica para tratar enfermedades orales como la caries dental e infecciones endodónticas.
	Símaro <i>et al.</i> (2020).	In vivo study of anti-inflammatory and antinociceptive activities of <i>Copaifera pubiflora</i> Benth oleoresin	Las oleoresinas tienen propiedades antiinflamatorias y para la disminución de la intensidad del dolor.
	Símaro <i>et al.</i> (2021).	Antinociceptive and anti-inflammatory activities of <i>Copaifera pubiflora</i> Benth oleoresin and its major metabolite ent-hardwickiic acid	Se evaluó la actividad antiinflamatoria y para el tratamiento del dolor, con miras a posteriores estudios para el desarrollo de nuevos medicamentos.
	Furtado <i>et al.</i> (2018).	Assessment of genotoxic activity of oleoresins and leaves extracts of six <i>Copaifera</i> species for prediction of potential human risks	Comprobaron la ausencia de riesgo genotóxico significativo de extractos de hojas de <i>Copaifera</i> para uso humano en el rango de concentraciones evaluado en el estudio.

Tabla 1. Investigaciones sobre Fitoquímica de *Copaifera pubiflora*.

Fuente: FOB, 2023.

Campo de aplicación estudio	Cita bibliográfica	Título	Principales resultados
 Veterinaria	Teixeira <i>et al.</i> (2020).	<i>Copaifera</i> spp. oleoresins impair <i>Toxoplasma gondii</i> infection in both human trophoblastic cells and human placental explants	Encontraron resultados favorables de la acción de <i>C. pubiflora</i> en la inhibición del parásito que causa la Toxoplasmosis. Demostraron que no había citotoxicidad significativa para el huésped tratado.
	Fernández <i>et al.</i> (2018).	Antibacterial, Preservative, and Mutagenic Potential of <i>Copaifera</i> spp. Oleoresins Against Causative Agents of Foodborne Diseases	Encontraron que las oleoresinas de <i>C. pubiflora</i> y otras especies del género, actúan inhibiendo bacterias como <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> y <i>Bacillus cereus</i> , que se transmiten al ser humano a través de los alimentos. Se consideran como una fuente prometedora para desarrollar nuevos conservantes naturales de alimentos.
	Sousa <i>et al.</i> (2022).	Ent-hardwickiic acid from <i>C. pubiflora</i> and its microbial metabolites are more potent than fluconazole in vitro against <i>Candida glabrata</i>	El mayor compuesto de la oleoresina de <i>C. pubiflora</i> es el ácido ent-hardwickiic, el cual ha sido usado en la cultura brasileira como agente antimicrobial. Este ácido inhibe el hongo <i>Candida glabrata</i> , con mejores resultados que con el tratamiento tradicional (fluconazol).
	Moraes <i>et al.</i> (2021).	In vitro Antibacterial Potential of the Oleoresin, Leaf Crude Hydroalcoholic Extracts and Isolated Compounds of the <i>Copaifera</i> spp. Against <i>Helicobacter pylori</i>	Encontraron acción contra la bacteria <i>Helicobacter pylori</i> , usando oleoresina de especies de <i>Copaifera</i> , dentro de las cuales está <i>C. pubiflora</i> . Los resultados son importantes ante un escenario donde el uso de antibióticos ha generado resistencia a este tipo de tratamientos, pues se abren nuevas alternativas con el uso de plantas medicinales.
	De Oliveira (2016).	Avaliação dos efeitos do óleo de Copaíba (<i>Copaifera pubiflora</i>) sobre a qualidade do sêmen canino refrigerado e criopreservado	En el estudio no encontraron actividad prometedora de la oleoresina sobre el tratamiento de semen canino, sin embargo, encontraron que tiene efectos positivos en la hiperactivación de espermatozoides.

Tabla 1. Investigaciones sobre Fitoquímica de *Copaifera pubiflora*.
Fuente: FOB, 2023.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente, se resalta que la ausencia de estudios sobre la biología, ecología y relacionamiento de la especie con las comunidades, imposibilita el desarrollo de estrategias para su manejo y conservación (Oliveira *et al.*, 2019), para el caso de la Orinoquía Colombiana. Aunado a su gran importancia cultural y ecológica, y el gran potencial que tiene la especie y que ha sido

recopilado en la literatura científica, resulta necesario contar con un plan de manejo y conservación para el palo de aceite en la jurisdicción de Corporinoquia, que integre el conocimiento del estado actual de la población y su hábitat, las principales presiones y amenazas a las que se ve sometida, y a partir de ello plantear las acciones para asegurar su sostenibilidad.

Estado de conservación y amenazas de la especie

A pesar de ser una especie ampliamente utilizada en la Orinoquía colombiana, así como en Brasil y Venezuela, tanto por su madera como por la oleoresina que se extrae del tronco, el palo de aceite no ha sido incluido en ninguno de los apéndices de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (CITES, 2021). Por su parte, según las categorías de la UICN (2022), la especie se encuentra en Preocupación menor (LC), lo que significa que no se encuentra amenazada.

A nivel nacional, de acuerdo a la Resolución 1912 de 2017, que establece el listado de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica, *Copaifera pubiflora* no se encuentra en ninguna categoría de amenaza. Resulta importante la caracterización de las poblaciones y el conocimiento integral de la biología y ecología de la especie para poder diagnosticar su estado actual en la Jurisdicción de Corporinoquia, y a partir de esto establecer medidas oportunas de manejo, evitando que en un futuro llegue a categorizarse como una especie

amenazada. El presente plan busca sentar las bases para aportar a ese propósito.

Copaifera pubiflora ha sido considerada como prioritaria para la implementación de proyectos de conservación a nivel nacional en la Orinoquía colombiana (IAvH, 2013; García *et al.*, 2010), y a nivel internacional en Brasil (Costa *et al.*, 2022), considerando criterios como su alto valor ecológico, la tendencia de sus poblaciones, su alto valor para las comunidades y su potencial biológico.

El desconocimiento sobre la especie y el manejo adecuado, la sobreexplotación y la fragmentación de sus ecosistemas, podrían ser factores amenazantes (CAR, 2019). La deforestación es una dinámica latente en la Orinoquía, pues se estima que en los últimos 30 años se han perdido en promedio 40.000 hectáreas de bosque anualmente (cifras del Sistema de Monitoreo de Bosque y carbono del IDEAM, citado en Fundación Grothendieck, 2021) y cuya principal causa en la Orinoquía es la expansión de la frontera agropecuaria (Gonzalez *et al.*, 2018).



Estructura Poblacional

del palo de aceite en la Jurisdicción de Corporinoquia

Metodología

Esta fase comprende las actividades llevadas a cabo como preparación para la fase de campo, e incluye la definición del área geográfica donde se desarrollaran las actividades de campo denominadas ventanas de estudio, y la definición de las unidades de muestreo para la caracterización de las poblaciones de *Copaifera pubiflora* y su hábitat.

Localización de ventanas de estudio

En la Figura 7, se pueden visualizar las ventanas seleccionadas para cada departamento. Las coordenadas y el área de cada una se pueden observar en la Tabla 2. De sur a norte, la primera de las ventanas fue ubicada en la parte nor-occidental del municipio de Cumaribo, departamento de Vichada, limitando en la esquina nor-occidental con el río tomo, límite con el municipio de Santa Rosalía (Vichada). Cumaribo se encuentra a 161 metros sobre el nivel del mar, a una distancia de 370 km por vía terrestre del casco urbano de Puerto Carreño, capital departamental, y a 613,4 km de Bogotá por la vía 40.

La ventana del departamento de Casanare se ubicó en la parte oriental del municipio de Orocué, ocupando en la esquina nor-oriental una parte del municipio de

San Luis de Palenque (Casanare) y limitando en la esquina sur-oriental con el municipio de Puerto Gaitán (Meta). La cabecera municipal de Orocué se encuentra a 313 metros sobre el nivel del mar, a una distancia de 250 km de Yopal, la capital departamental y a 496,7 km de Bogotá por la vía 65.

La tercera ventana de estudio se ubicó en la parte oriental del municipio de Tame, Arauca, limitando al oriente con el municipio de Puerto Rondón (Arauca), en la esquina nor-oriental con Arauquita (Arauca) y al sur con Hato Corozal (Casanare); la cabecera municipal de Tame se encuentra a 325 metros sobre el nivel del mar, y dista 183 km por vía terrestre de Arauca, la capital departamental, y a 501,4 km de Bogotá por la carretera 65.

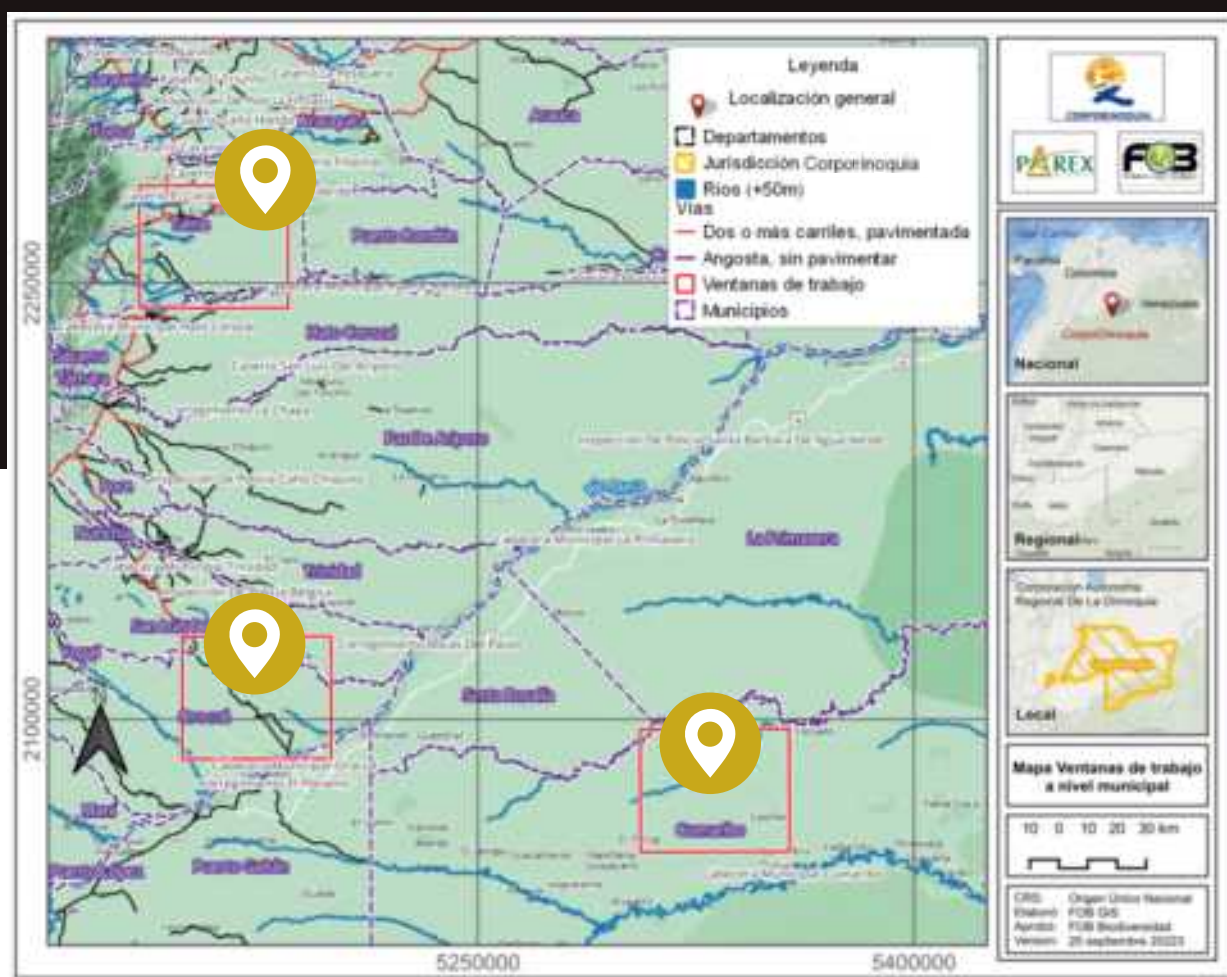


Figura 7. Localización de las ventanas de estudio.
Fuente: FOB, 2023.

Ventana	Este (CTM12)	Norte (CTM12)	Coordenada limite	Área (ha)
Cumaribo - Vichada	5357205,623	2054561,967	Sur Este	215.134,109
	5305748,301	2096500,12	Norte-Oeste	
Tame - Arauca	5133525,807	2283519,243	Norte-Oeste	215.134,109
	5184722,137	2241546,771	Sur Este	
Orocué - Casanare	5199448,21	2086463,319	Sur Este	215.134,109
	5148142,708	2128457,363	Norte-Oeste	

Tabla 2. Coordenadas y área de las ventanas de estudio para el plan de conservación y manejo del palo de aceite.
Fuente: FOB, 2023.

Criterios para la definición de las ventanas de estudio

Para la selección de las ventanas de estudio de *Copaifera pubiflora* en cada uno de los departamentos, se tuvieron en cuenta principalmente cuatro criterios:



La facilidad de acceso las áreas de estudio en la época proyectada para el trabajo de campo, ya que las precipitaciones en la Orinoquía tienen un comportamiento monomodal, con picos máximos de lluvia entre los meses de mayo y octubre (IDEAM, 2005), por lo que el acceso por vía terrestre se ve casi imposibilitado en algunas zonas, lo que limita en gran medida las actividades de los equipos en campo en términos de tiempo y recursos.



La seguridad, pues en la región se presentan dinámicas de conflicto, conocidas y analizadas por los profesionales a cargo de la realización del presente proyecto, por lo que en este contexto se busca siempre el bienestar del equipo como prioridad, lo que en últimas se traduce en la consecución de información completa, oportuna y de calidad para el plan de manejo.



El respaldo social de las comunidades, a través de contactos clave, principalmente en zonas de resguardos indígenas, donde se presentan particularidades a nivel social por la brecha cultural entre los profesionales y las personas de la comunidad, que representan un reto para los equipos en campo. Debido a creencias y costumbres particulares, muchas veces las comunidades se niegan a dejar adelantar proyectos en sus resguardos, o incluso cuando permiten el desarrollo de actividades algunas veces imponen

condiciones que tienen que ver con restricciones en la movilidad o altas sumas de dinero. Por esta razón, por parte de los profesionales que han tenido relacionamiento previo con estas comunidades en otros proyectos, y que han surgido de manera satisfactoria, se ha podido realizar un acercamiento a cabildos, donde es viable el levantamiento de la información en este contexto.



La presencia de la especie objeto de estudio. En este sentido, se realizó una búsqueda de registros biológicos tanto en herbarios a nivel nacional e internacional (COL, UDBC, US), como en la plataforma SiB Colombia (GBIF, 2023) para visualizar los lugares donde ha sido registrada la especie históricamente. Esto se realizó con el fin de tener una idea de la distribución de la especie, sin embargo, cabe resaltar que los registros disponibles en estas bases de datos no son un reflejo fiel de las poblaciones de *C. pubiflora*, encontrando que por ejemplo para el departamento de Vichada, esta no se ha colectado en gran medida, o bien, los registros biológicos no se encuentran en las bases de datos del SiB. En las tres ventanas de estudio propuestas se tiene conocimiento de la presencia de la especie, proveniente de la experiencia en la región por parte de los profesionales de flora, y la comunicación directa con personas locales.

Coberturas donde se presenta la especie



Pastos arbolados

Esta clasificación abarca terrenos cubiertos por pastizales donde se han organizado parcelas con árboles que superan los cinco metros de altura, distribuidos de manera dispersa. La cantidad de árboles debe oscilar entre el 30% y el 50% del área total de los pastizales. En Colombia, estos terrenos se encuentran principalmente en llanuras ganaderas con climas cálidos. Está representado principalmente en la ventana de Tame con 34786,51 ha y en menor proporción para Cumaribo y Orocué con 242,33 ha y 111,71 ha, respectivamente.

Esta cobertura se refiere a una vegetación predominada por árboles, formando un dosel arbóreo continuo que cubre más del 70% del área total de la unidad. La altura del dosel es superior a cinco metros. Estas formaciones vegetales no han sido alteradas o han sido intervenidas de manera selectiva, sin modificar su estructura original y sus características funcionales. Se reportó para la ventana de Orocué 4169,35 ha pertenecientes a bosque denso y para el caso de Tame, se registraron 11447,48 ha.



Bosque denso



Bosque de galería o ripario

Esta categoría se refiere a las áreas cubiertas por vegetación arbórea que se encuentran en las orillas de cuerpos de agua, ya sean permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está restringido en términos de extensión, ya que se sitúa a lo largo de los cursos de agua y los sistemas de drenaje naturales (Figura 13). En las regiones de sabanas, esta franja de bosque se conoce como bosque de galería o cañadas, mientras que en las áreas montañosas andinas se denomina bosque ripario. Esta cobertura está presente en todas las ventanas presentes en el estudio, donde para Cumaribo se registraron 94577,65 ha, para Orocué 13329,89 ha y para Tame 13656,59 ha.

Definición de unidades de muestreo de *C. pubiflora*

A partir de la búsqueda de información secundaria disponible en bases de datos, se consolidó la información que recopila estudios demográficos de poblaciones vegetales arbóreas, con el fin de obtener metodologías de referencia para estudios en especies con características ecológicas similares a *C. pubiflora*. Partiendo de estos antecedentes, se tiene que la forma y el tamaño adecuado de las unidades muestrales, depende en gran medida de las particularidades biofísicas del entorno en el que se desarrolla la especie, así como de su ecología y forma de crecimiento (Godínez-Álvarez *et al.*, 2008;

Elzinga Salzer y Willoughby, 1998). De esta forma, se determina que, para el presente estudio, el establecimiento de transectos es una manera adecuada de muestrear las poblaciones de *C. pubiflora*, debido a que las coberturas boscosas en la región de la Orinoquía están asociadas en gran medida a márgenes de ríos, caños y cañadas inmersas en matrices de sabanas, conformando lo que se conoce como el ecosistema de bosque de galería (Bustamante, 2019), donde la especie habita predominantemente (Marques *et al.*, 2018).

Variables registradas

El muestreo se llevó a cabo por un equipo de profesionales en cada ventana de estudio, quienes registraron la información dasométrica de los individuos de palo de aceite encontrados, tales como el diámetro a la altura del pecho (DAP, cm), la altura fustal y total (m), diámetro de la copa (m), y demás información para conocer el estado de la población, como el estado fitosanitario de los individuos, su estado fenológico, evidencia de algún tipo de intervención o aprovechamiento, así como información suministrada por colaboradores de la región sobre todo lo relacionado con la percepción y el relacionamiento histórico y actual de la comunidad con la especie.



Descripción de unidades de muestreo

En cuanto al tamaño de las unidades de muestreo, se utilizaron transectos de 200 m de longitud y 10 m de ancho (0,2 ha) para el censo de individuos fustales (DAP $\geq$ 10 cm, $<$ 30 cm) y fustales grandes (DAP $\geq$ 30 cm) de *Copaifera pubiflora*. Por su parte, para la medición de los latizales (altura total $\geq$ 1,5 m, DAP $\geq$ 2,5 cm, $<$ 10 cm), brinzales (altura total $\geq$ 0,3 m, $<$ 1,5 m) y rasantes ($<$ 0,3 m de altura), se realizaron cuatro subparcelas anidadas distribuidas cada 50 metros dentro del transecto (representadas con rojo en la Figura 8.), siendo las dimensiones para las subparcelas de latizales de 5 m x 5 m, y de 2 m x 2 m para los brinzales y razantes (Figura 8). Para la determinación de las dimensiones del transecto, se tomó como

referencia lo mencionado en Villareal *et al.*, (2004) para muestreos focalizados en las familias Melastomataceae y Rubiaceae, donde utilizan transectos de 80 m x 5 m. En este caso se determinó un tamaño mayor para el transecto, debido a que, para el caso de las familias anteriormente mencionadas, se tienen portes menores que en el caso de *C. pubiflora*, sumado a las características del hábitat de la especie en estudio, donde se tienen bosques de galería que se forman de manera lineal siguiendo cursos de agua (Bustamante, 2019), por lo que se busca que los transectos se adapten de forma tal que se pueda abarcar un área suficiente en dichas coberturas boscosas.

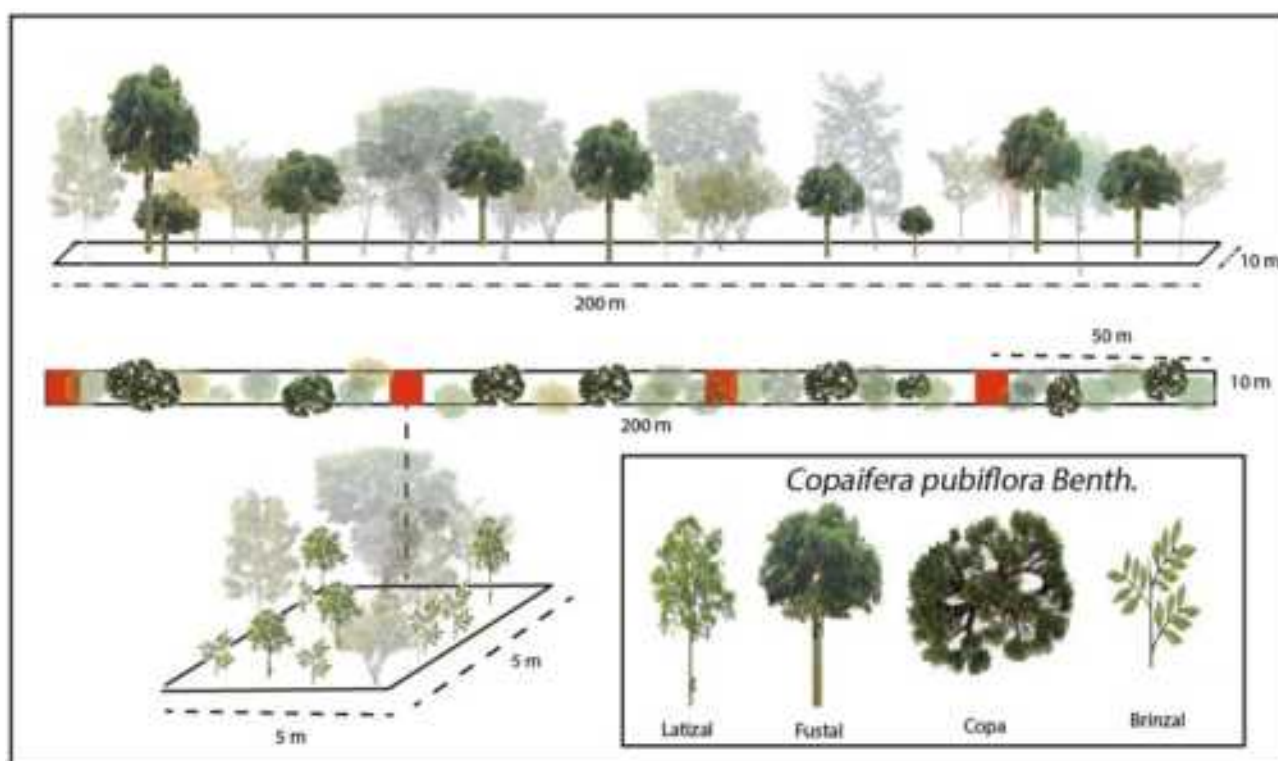


Figura 8. Esquema del establecimiento de transectos para la caracterización de *Copaifera pubiflora*.

Fuente: FOB, 2023.

Unidad de medición	Categorías de tamaño a muestrear	Descripción de categoría
Transecto de 200 m x 10 m (0,2 ha).	Fustales	DAP $\geq$ 10 cm, <30 cm
	Fustales grandes	DAP $\geq$ 30 cm
Subparcelas anidadas dentro del transecto, de 5 m x 5 m (0,0025 ha)	Latizales	Altura total $\geq$ 1,5 m, DAP $\geq$ 2,5 cm, < 10 cm
Subparcelas anidadas dentro del transecto, de 2 m x 2 m (0,0004 ha)	Brinzales	Altura total $\geq$ 0,3 m, < 1,5 m
	Razantes	Altura total < 0,3 m

Tabla 3. Categorías de tamaño en los transectos de muestreo de *C. pubiflora*.
Fuente: FOB, 2023.

Parcelas de Árbol parental para la medición de regeneración natural

Estudios poblacionales demuestran que *C. pubiflora* presenta actividad alelopática sobre la regeneración de otras especies (Rodríguez *et al.*, 2016), permitiendo en mayor medida el desarrollo su propia regeneración cerca al árbol parental (Ramírez y Arroyo 1982). Teniendo en cuenta este comportamiento y con el fin de evaluar la oferta de regeneración natural de la especie a partir de árboles con madurez reproductiva, se plantea la realización de una metodología de muestreo de regeneración natural llamada de “Árbol parental”. Esta consiste en el establecimiento de cuatro transectos de 20 m x 2 m, ubicados debajo de árboles parentales, es decir con características fenotípicas de porte adulto que indiquen que han alcanzado edad reproductiva. Cada transecto por árbol parental, corresponde a cada uno de los cuatro puntos cardinales (Figura 9). Se toman como referencia las metodologías

utilizadas por Ramírez y Arroyo (1990), Cárdenas *et al.* (2015), Espinosa y Valle (2020) y Vaca y Palacios (2023) en estudios similares.

En estos transectos se registraron todos los individuos latizales (Altura total $\geq$ 1,5 m, DAP $\geq$ 2,5 cm, < 10 cm), brinzales (Altura total $\geq$ 0,3 m, < 1,5 m) y rasantes (altura <0,3 m) de *Copaifera pubiflora* encontrados. La medición de regeneración natural en cada transecto se subdivide en diez cuadrantes o segmentos de 2 m x 2 m, avanzando desde el primer cuadrante adyacente al árbol, hasta el último a los 20 m, con el fin de contar la cantidad de latizales y brinzales a medida que aumenta la distancia del árbol padre. La selección de los árboles padre se realizó en campo por los profesionales de flora, siguiendo criterios de forma, tamaño, estado fitosanitario y estado fenológico.

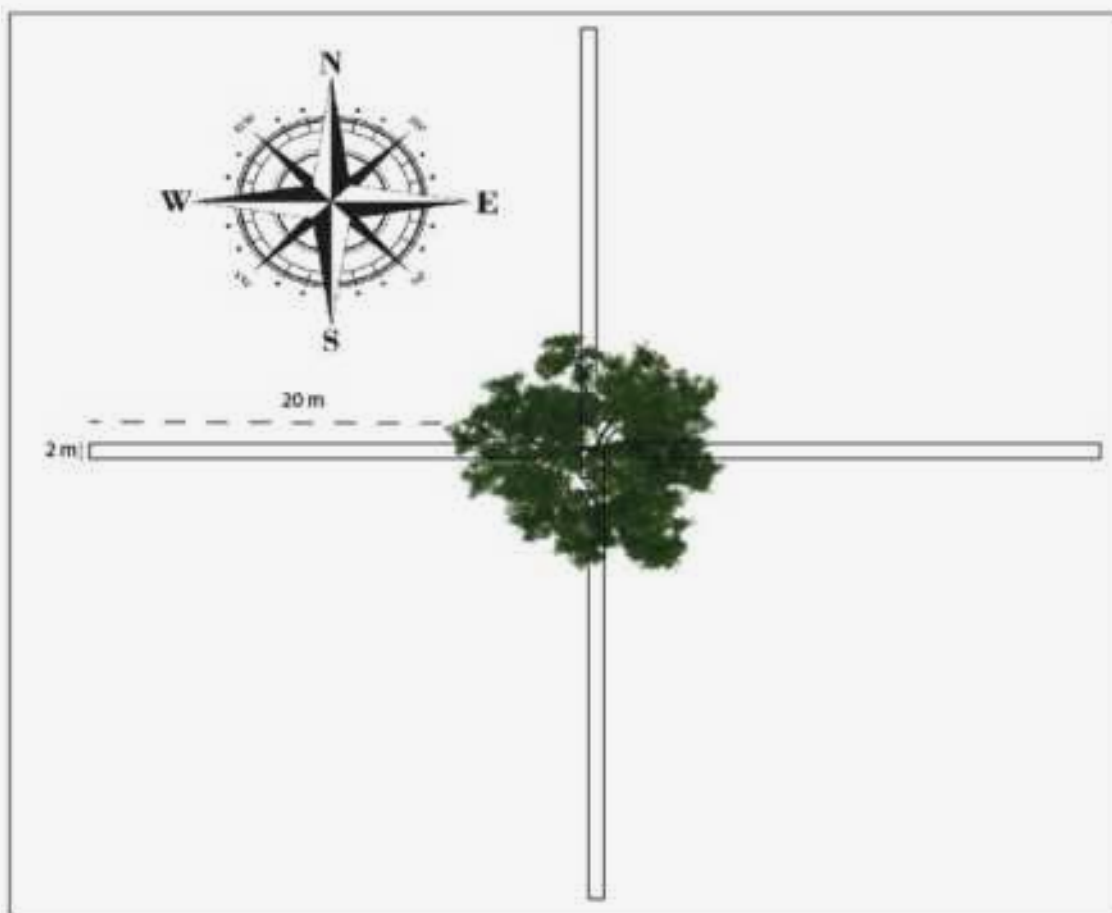


Figura 9. Esquema del establecimiento de transectos para la caracterización de regeneración natural de *Copaifera pubiflora*.

Fuente: FOB, 2023.

Puntos muestreados para la caracterización poblacional del palo de aceite

Como se mencionó anteriormente, para la caracterización de las poblaciones de palo de aceite se utilizaron dos metodologías, una que consistió en el montaje de transectos lineales para el registro de todas las categorías de tamaño (ver Figura 11, Figura 12 y Figura 14), y otra que consistió en el conteo de regeneración natural alrededor de un árbol parental en transectos apuntando a los 4 puntos

cardinales. Para el caso de los transectos, se realizaron un total de 66 levantamientos, de los cuales 26 fueron en Cumaribo (Figura 10), 23 en Orocué (Figura 13) y 17 en Tame (Figura 15). Por su parte, para el caso del muestreo de regeneración en árboles parentales, se realizaron 5 levantamientos en Tame, 19 en Orocué y 16 en Cumaribo, para un total de 40.

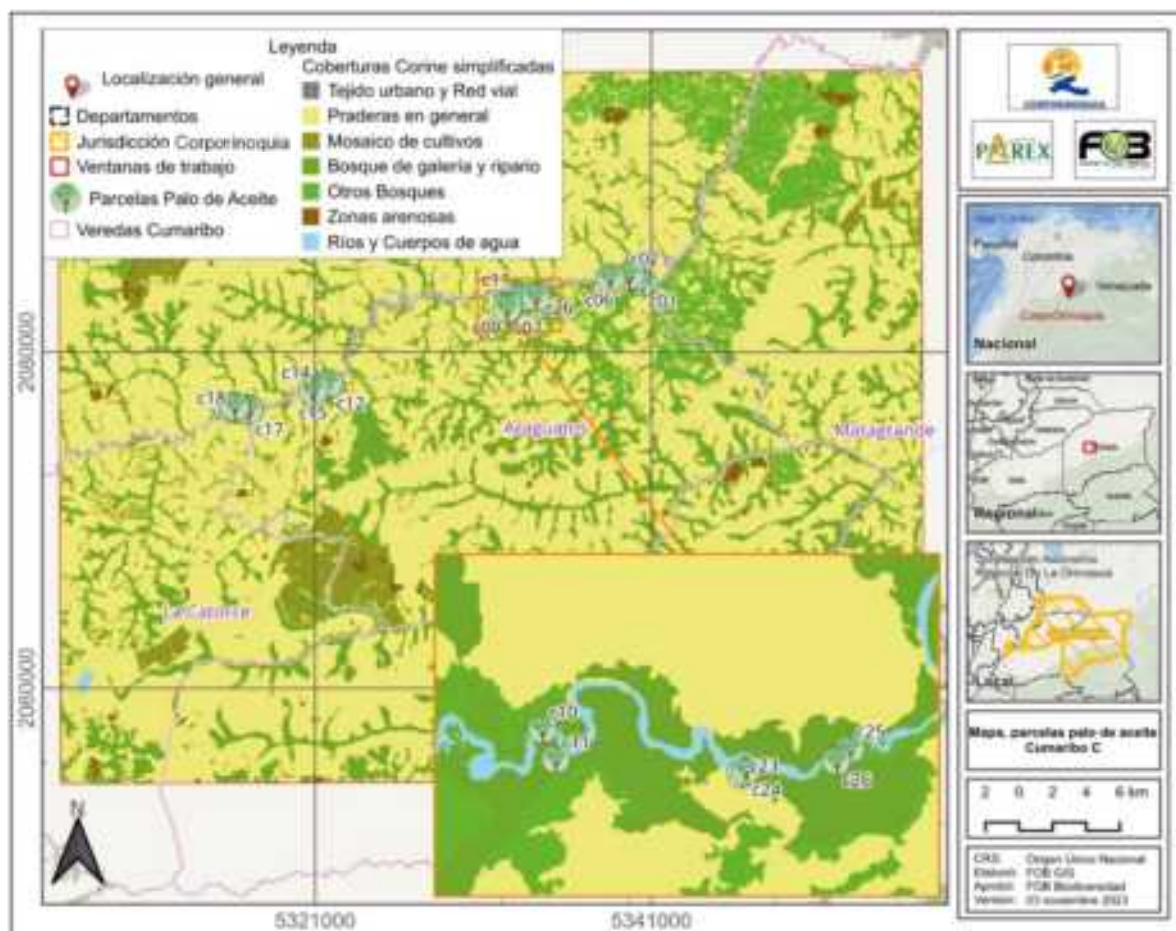


Figura 10. Mapa de puntos de muestreo de palo de aceite en la ventana Cumaribo, Vichada.
Fuente: FOB, 2023.



Figura 11. Instalación de transectos para la caracterización de las poblaciones de *C. pubiflora* en la ventana de Cumaribo, Vichada.
Fuente: FOB, 2023.



Figura 12. Levantamiento de información en transectos para la caracterización de las poblaciones de *C. pubiflora* en la ventana de Orocué, Casanare.
Fuente: FOB, 2023.

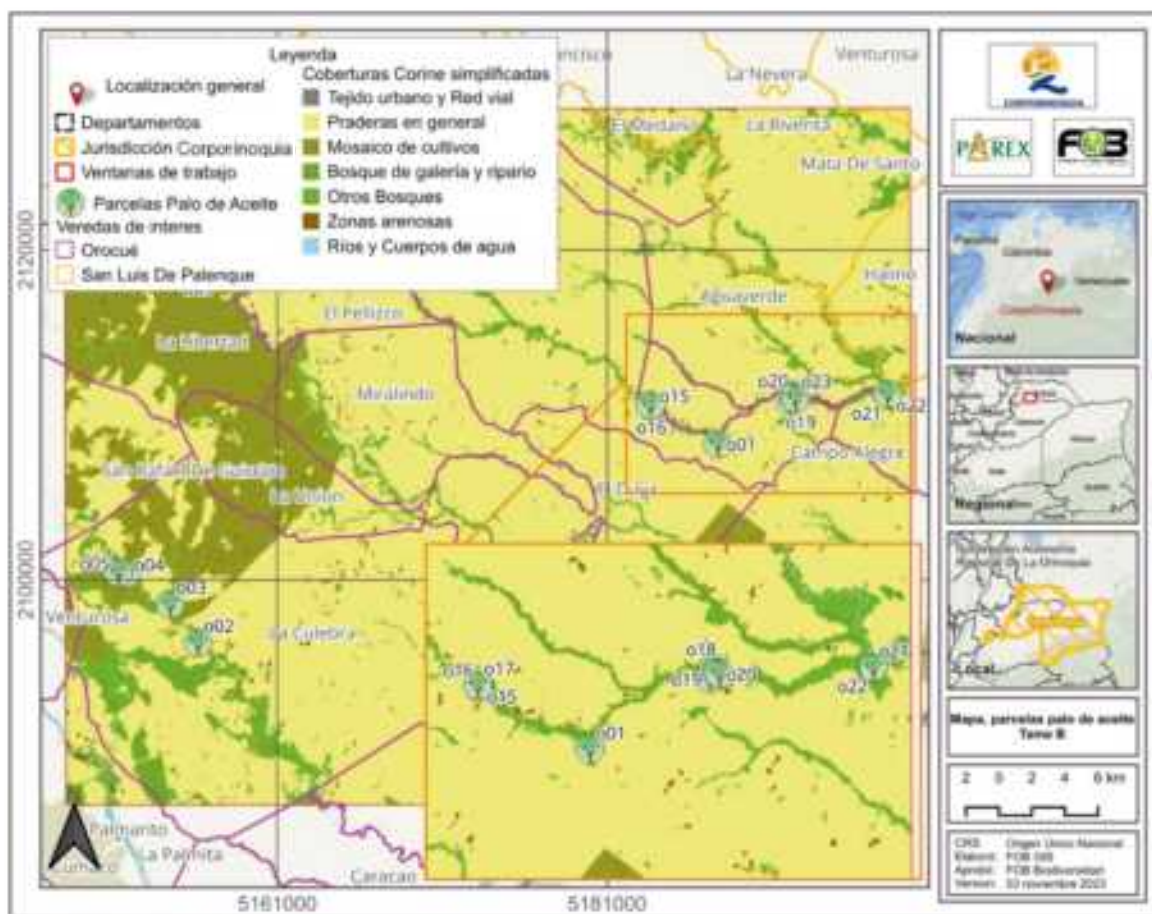


Figura 13. Mapa de puntos de muestreo de palo de aceite en la ventana Orocué, Casanare.
Fuente: FOB, 2023.



Figura 14. Levantamiento de transectos para la caracterización de *Copaifera pubiflora* en la ventana de Tame, Arauca.
Fuente: FOB, 2023.

Como se observa en la Figura 16, y de acuerdo a los resultados encontrados para la distribución diamétrica de los individuos >10 cm DAP descritos anteriormente para cada ventana, se evidencia que las poblaciones de palo de aceite no se ajustan al modelo tipo “J invertida”. En las ventanas de Arauca (estrato bosque) y Casanare (estrato pastos arbolados), se encontró una distribución cercana, sin embargo, en todos los casos es evidente la escasez de individuos en las clases de menor tamaño. Adicionalmente, se encontraron pocos individuos por hectárea en todos los casos desde la clase V (>50 cm DAP). Incluso en algunas ventanas se evidencia ausencia en clases diamétricas intermedias y pocos individuos en las clases superiores, lo cual puede estar relacionado con dinámicas de extracción del recurso maderable.

El bajo número de individuos desde las clases intermedias también se vio reflejado en la distribución volumétrica. En la Figura 17, se puede ver el volumen total y fustal por hectárea de acuerdo a los resultados del muestreo, donde se observa una mayor disponibilidad de volumen en el estrato de pastos arbolados de la ventana de Arauca, lo cual coincide con una mayor acumulación de biomasa aérea allí encontrada. Por su parte, la ventana de Vichada mostró la menor acumulación de volumen, así como la menor cantidad de individuos en todas las clases de tamaño, los cuales llegan hasta la clase diamétrica VII (70,0 a 79,9 cm de

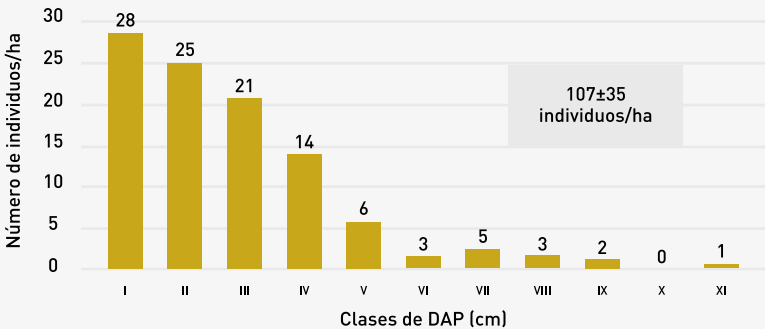
DAP), mientras que en las demás ventanas y estratos se presentaron individuos hasta las clases X (100,0 – 109,9 cm) y XI (110,0 – 119,9 cm).

En la Figura 18, se observa el número de individuos por categoría de tamaño. En las ventanas de Arauca y Casanare, se encontró un gran número de individuos en la categoría de renuevos (Figura 19), sin embargo, se observa una disminución significativa en las siguientes categorías brinzal y latizal. En este sentido, es evidente la existencia de factores que afectan la supervivencia de los renuevos, evitando que pasen a las siguientes categorías de tamaño, lo cual influye de manera negativa en la estructura poblacional. Al verse limitado el establecimiento de nuevos adultos, se verá afectada también la oferta de nueva regeneración natural en el futuro. Esto también se evidenció en los resultados del muestro de árbol parental (Figura 19), en el que en la mayoría de los casos (excepto Vichada), se encontró una proporción considerablemente más alta en la categoría de renuevos, teniendo algunos casos en los que incluso la cantidad de brinzales y latizales fue cero (ventana Arauca). Se resalta un desbalance aún mayor en la ventana de Vichada, en la que el muestreo de 26 transectos y 16 árboles parentales evidencia que la regeneración natural es muy escasa, lo cual pone en alto riesgo la supervivencia de las poblaciones de palo de aceite.

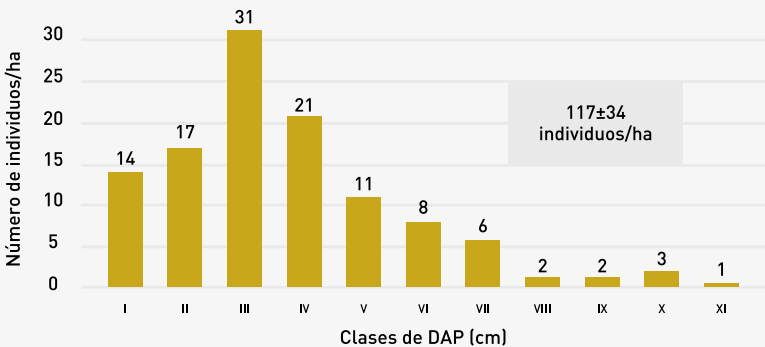


Comportamiento de la estructura diamétrica en las tres ventanas de estudio para los individuos >10 cm DAP, en cada uno de los estratos.

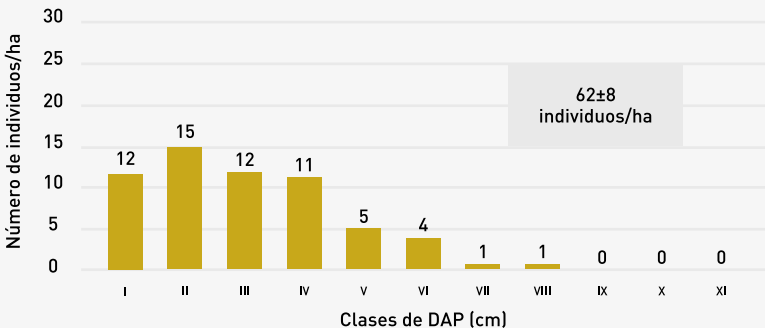
Arauca-Bosque



Arauca-Pastos arbolados



Casanare-Bosque



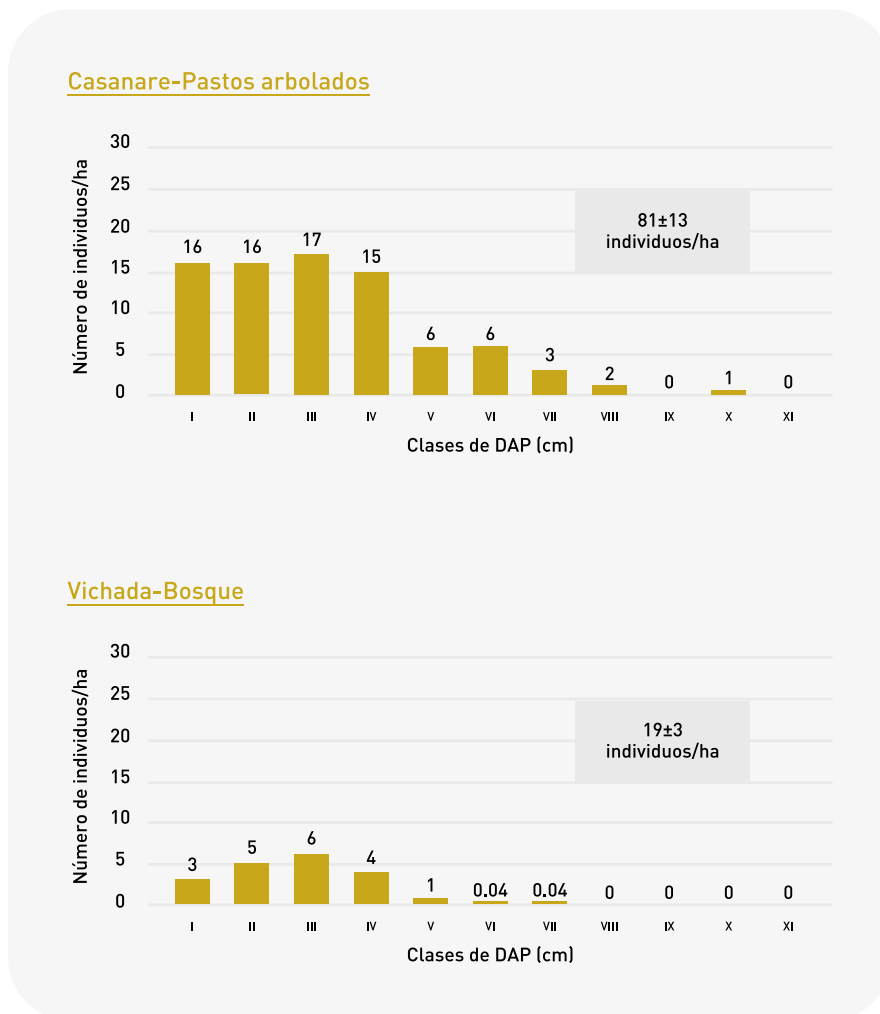


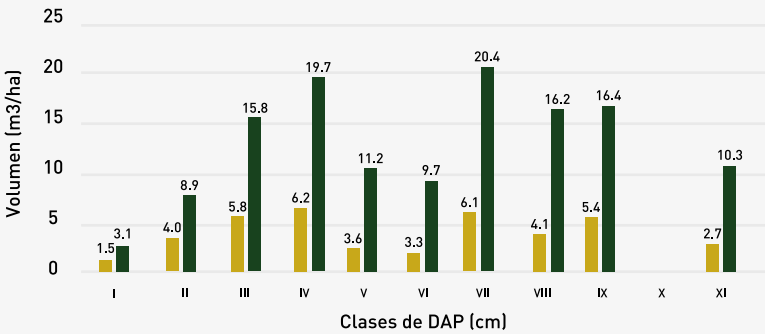
Figura 16. Comportamiento de la estructura diamétrica en las tres ventanas de estudio para los individuos >10 cm DAP, en cada uno de los estratos.
Fuente: FOB, 2023.



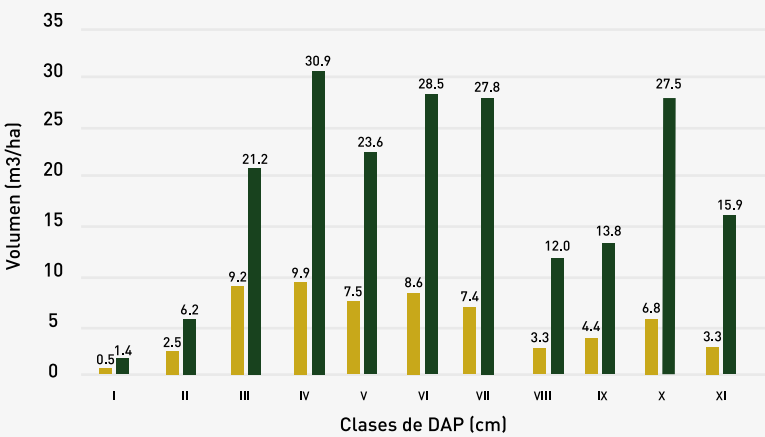
Distribución volumétrica en las ventanas y estratos.

Fustal
Total

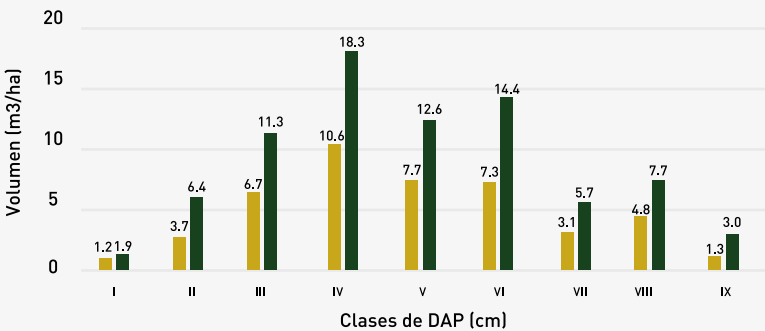
Arauca-Bosque



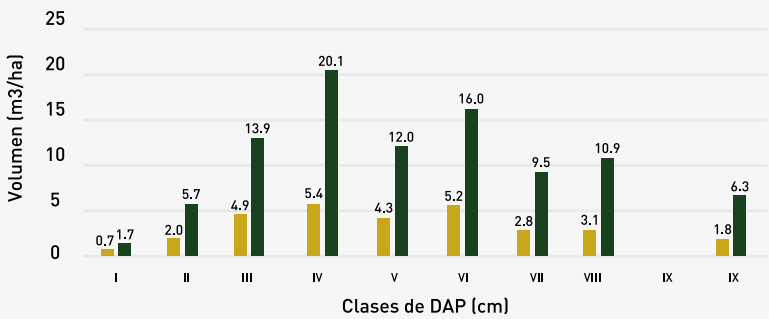
Arauca-Pastos arbolados



Casanare-Bosque



Casanare-Pastos arbolados



Vichada-Pastos arbolados

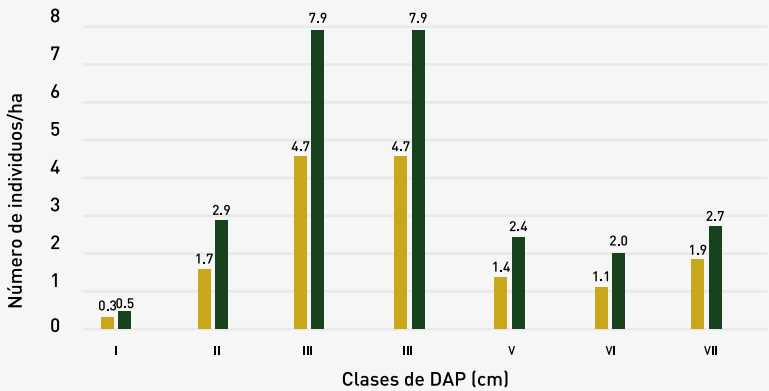
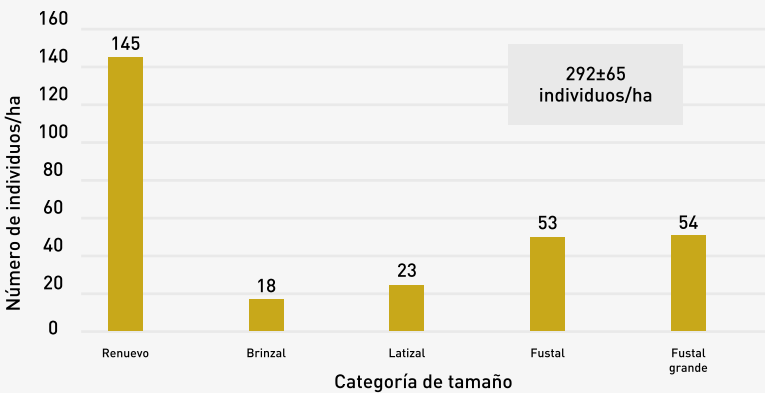


Figura 17. Distribución volumétrica en las ventanas y estratos.
Fuente: FOB, 2023.

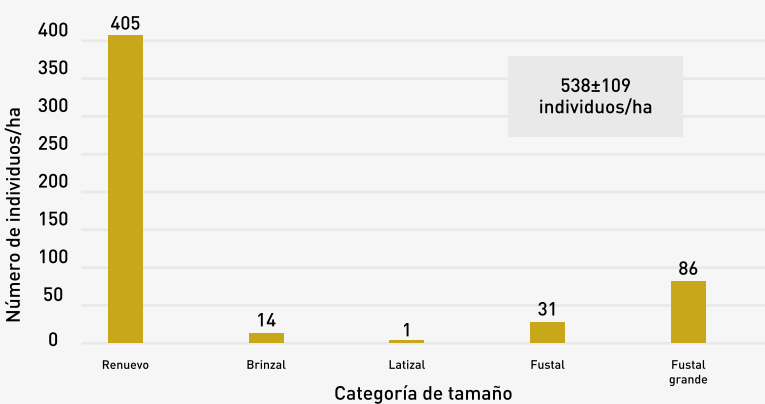


Número de individuos por categoría de tamaño encontradas en cada ventana de estudio a partir de la metodología de transectos.

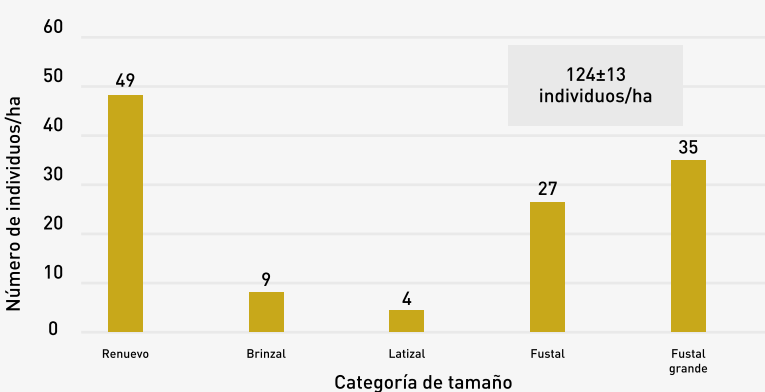
Arauca-Bosque



Arauca-Pastos arbolados



Casanare-Bosque



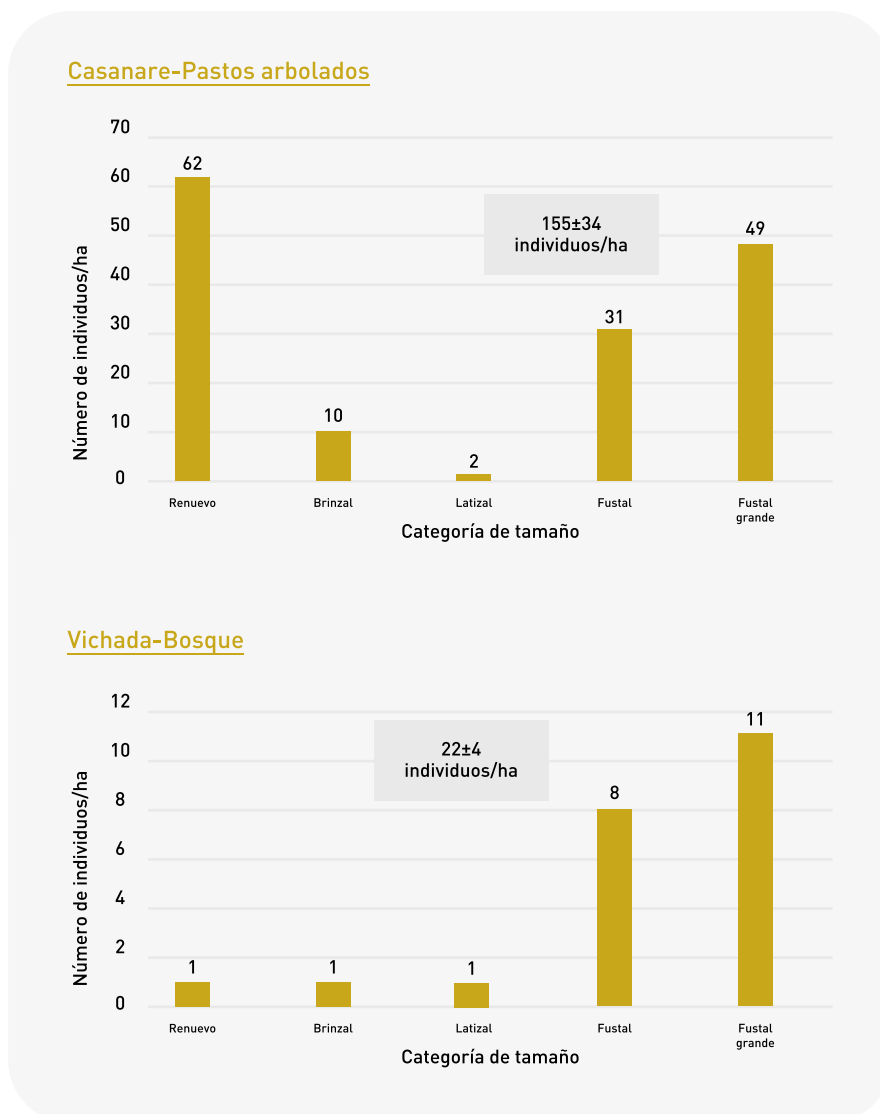
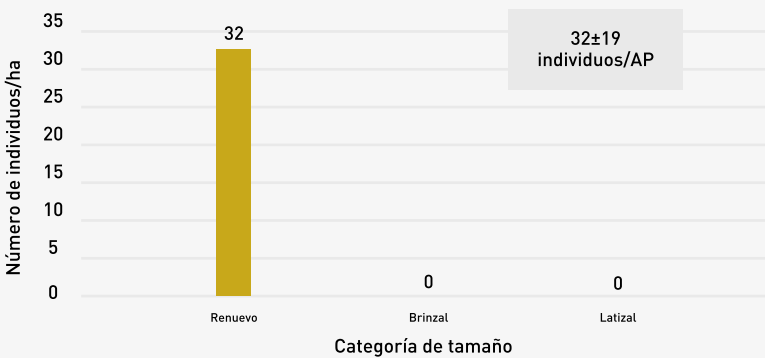


Figura 18. Número de individuos por categoría de tamaño encontradas en cada ventana de estudio a partir de la metodología de transectos.
Fuente: FOB, 2023.

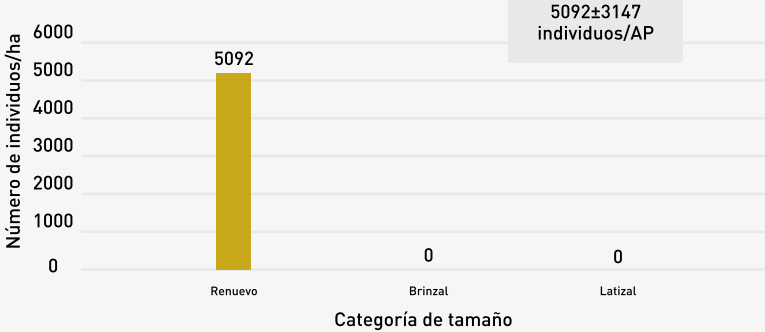


Resultados del muestreo de regeneración natural mediante la metodología de árbol parental.

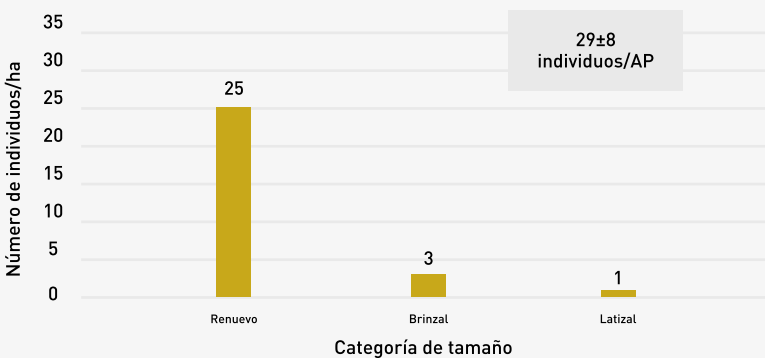
Arauca-Bosque



Arauca-Pastos arbolados



Casanare-Bosque



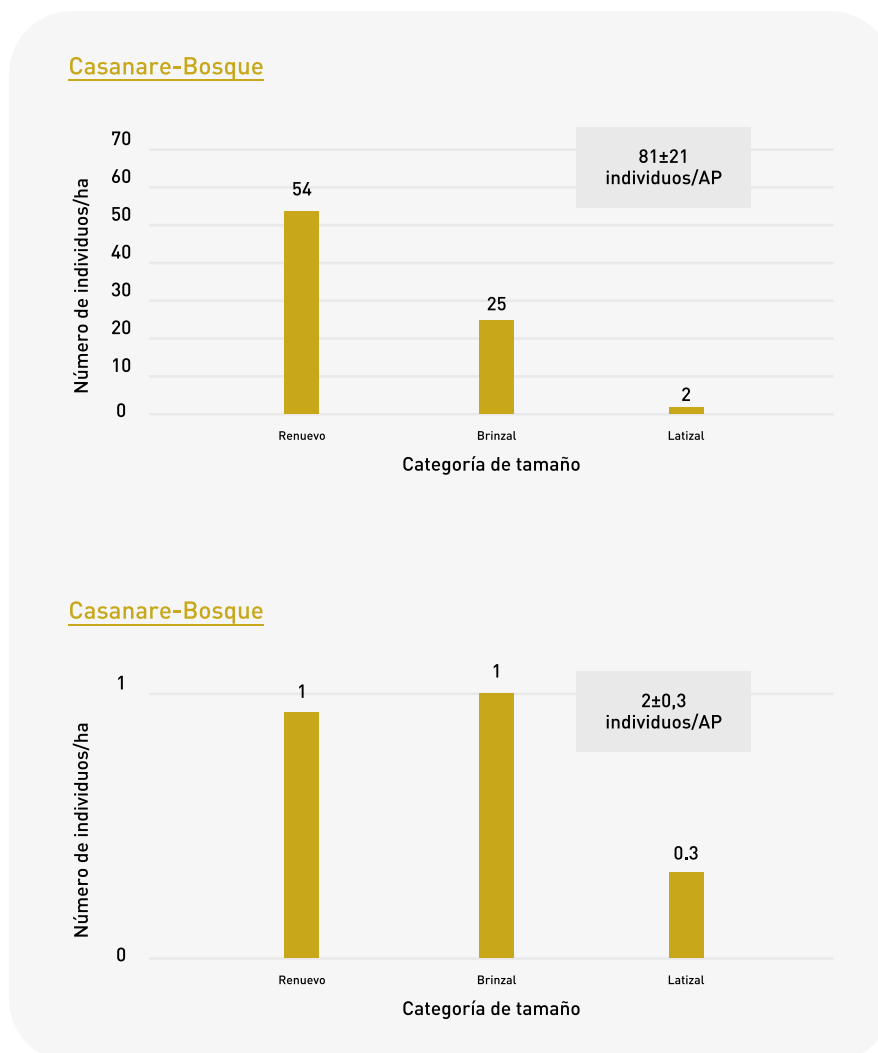


Figura 19. Resultados del muestreo de regeneración natural mediante la metodología de árbol parental.
Fuente: FOB, 2023.

Figura 20. Renuevos en la ventana de Tame, Arauca, estrato de pastos arbolados.
Fuente: FOB, 2023.

Distancia de la regeneración natural al árbol parental

Como se observa en la figura 22, se encontró una tendencia evidente en la acumulación de individuos con respecto al árbol parental, en la que la relación es inversamente proporcional, es decir, a menor distancia al árbol, mayor número de individuos. De acuerdo a las observaciones realizadas en campo, el crecimiento de la regeneración natural debajo de los árboles padre, estuvo relacionado con el área cubierta por la copa y la sombra que esta provee a los juveniles (Figura 21), pues en cuanto mayor es la incidencia de la radiación directa, se encuentra menor cantidad de individuos siendo nula en sabana o pastizal abierto. A partir de estos resultados, es posible afirmar que *Copaifera pubiflora* requiere de la existencia previa de cobertura para su establecimiento y crecimiento exitoso en las primeras etapas de su vida, lo cual confirma la importancia de la conservación y establecimiento de coberturas boscosas para el aseguramiento de las poblaciones de la especie.

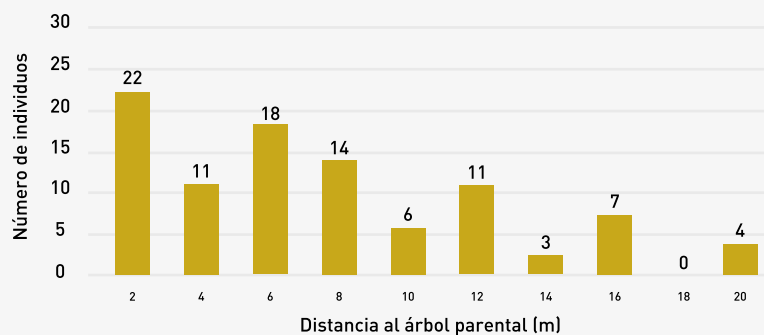
Estos resultados se relacionan con lo encontrado por Ramírez y Arroyo (1982) y Ramírez y Hokche (1995) en los altos llanos centrales venezolanos para *C. pubiflora*. Sin embargo, cabe resaltar que a pesar de que es posible encontrar una gran cantidad de individuos juveniles en cercanía al árbol parental, los resultados de la supervivencia de la regeneración natural en dichos estudios, indican que hay una alta mortalidad en las clases más pequeñas (lo cual también se evidenció en la marcada escases de brinzales y latizales), por lo que, a la hora de proponer estrategias para la propagación de *C. pubiflora* es preciso plantear estrategias donde se asegure el crecimiento de los renuevos, mediante el rescate de plántulas y su posterior establecimiento para la recuperación de las poblaciones en las ventanas de estudio.



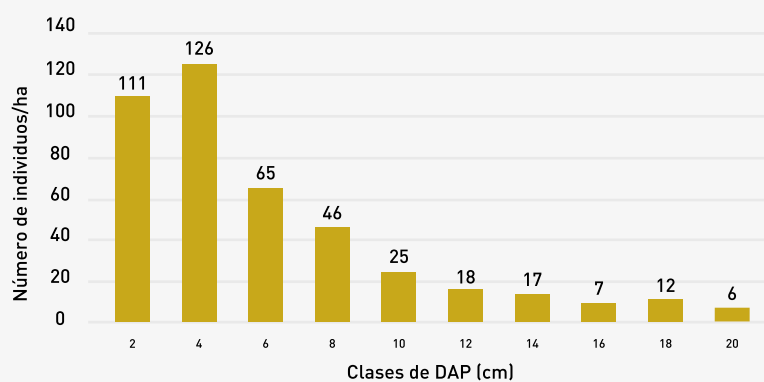
Figura 21. Registro de regeneración natural bajo la sombra de un palo de aceite. Ventana de Tame, Arauca, estrato de pastos arbolados.
Fuente: FOB, 2023.

Relación entre el número de individuos en regeneración natural y la distancia al árbol padre.

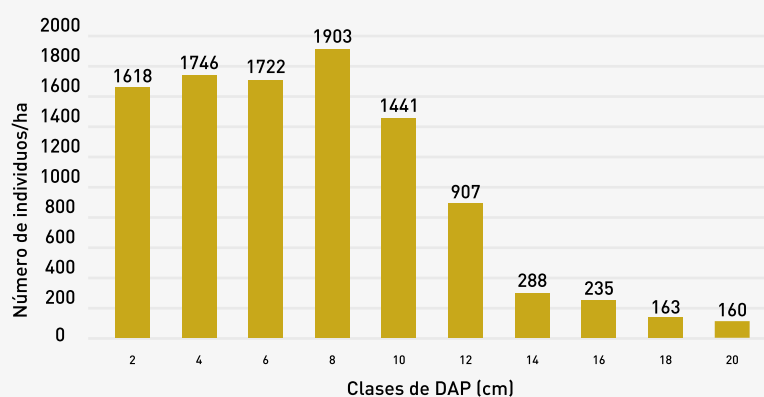
Arauca-Bosque



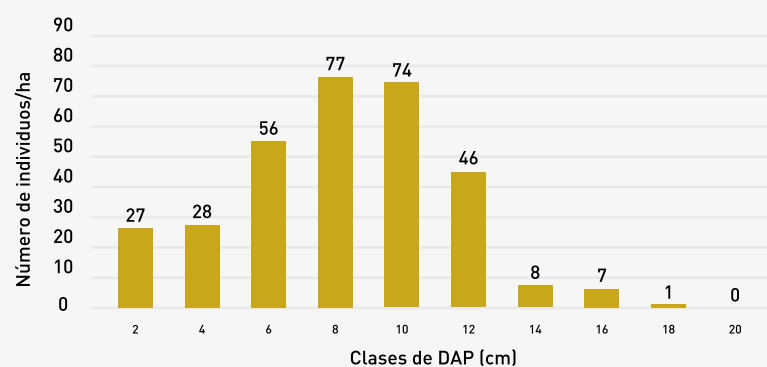
Casanare-Bosque



Arauca-Pastos arbolados



Arauca-Pastos arbolados



Vichada-Bosque

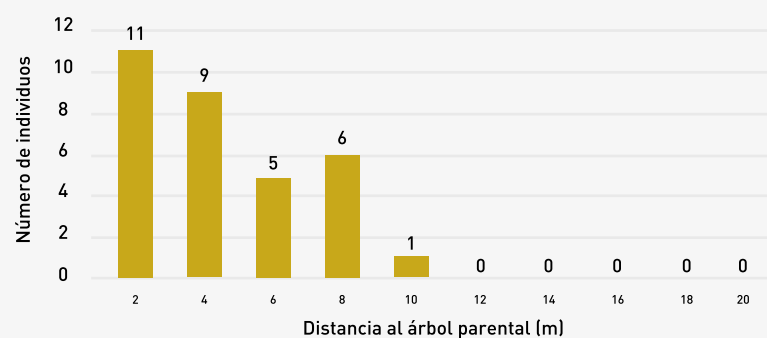


Figura 22. Relación entre el número de individuos en regeneración natural y la distancia al árbol padre.
Fuente: FOB, 2023.



Índice de agrupación

En términos de analizar cómo está distribuida espacialmente la especie, el índice de Morisita calculado para las tres ventanas en cada uno de sus estratos, indica que las poblaciones de palo de aceite se distribuyen de manera agregada (Tabla 4.). De acuerdo a Taylor (1961) este es el tipo de distribución más común en la naturaleza, el cual se da como una respuesta a estrategias de reproducción,

dispersión y demás condiciones bióticas y abióticas que promueven la generación de micro hábitats (Morlans, 2004). En este caso, en el presente estudio se evidenció una gran afinidad del palo de aceite por su establecimiento en cercanías de cuerpos de agua (Figura 23), lo cual coincide con lo reportado en la literatura sobre la especie (Ramírez y Arroyo, 1982; Acero, 2005; Carvajal y Ariza, 2015).

Estrato	Ventana	Resultado índice Morisita
Bosque	Arauca	2,493
	Casanare	1,491
	Vichada	2,206
Pastos arbolados	Arauca	1,519
	Casanare	2,319

Tabla 4. Patrón de agrupación de *Copaifera pubiflora* en las ventanas de estudio.
Fuente: FOB, 2023.



Figura 23. *Copaifera pubiflora* asociada a cuerpos de agua.
Fuente: FOB, 2023.

Relaciones alométricas y comportamiento vertical de los individuos de palo de aceite

La relación alométrica entre el diámetro y la altura de los individuos en el estrato, no tuvo una correlación significativa en ninguno de los casos mostrados en los siguientes resultados, pues no siempre los árboles de palo de aceite responden proporcionalmente en el crecimiento en altura con respecto a su diámetro. Sin embargo, se obtuvieron coeficientes de correlación mayores en las coberturas boscosas (R^2 Arauca = 0,46, R^2 Casanare = 0,37, R^2 Vichada = 0,60) que en los pastos arbolados (R^2 Arauca = 0,24, R^2 Casanare = 0,22). Esto se debe a que los individuos que crecen en sabanas o pastos presentan mayores diámetros a menores alturas, mientras que los individuos que crecen en bosque tienden a presentar mayores alturas debido a la competencia por luz con otros individuos.

Como se observa en los diagramas de Ogawa en la Figura 26, la ventana de Vichada presentó mayores alturas fustales y totales que el resto de las ventanas. Adicionalmente, se evidencia una mayor acumulación de datos en menores alturas fustales en el estrato de pastos arbolados de las ventanas, en comparación con los estratos boscosos.

Esto está relacionado con una menor ramificación a baja altura en los árboles del bosque pues debido a la competencia por luz, priorizan el crecimiento vertical, y no suelen ramificarse a baja altura, a diferencia de los árboles que crecen en sabana, los cuales, en ausencia de competencia, extienden horizontalmente sus ramas proporcionando condiciones microclimáticas favorables por su sombra, lo cual es aprovechado en los predios para la actividad ganadera (Figura 24).

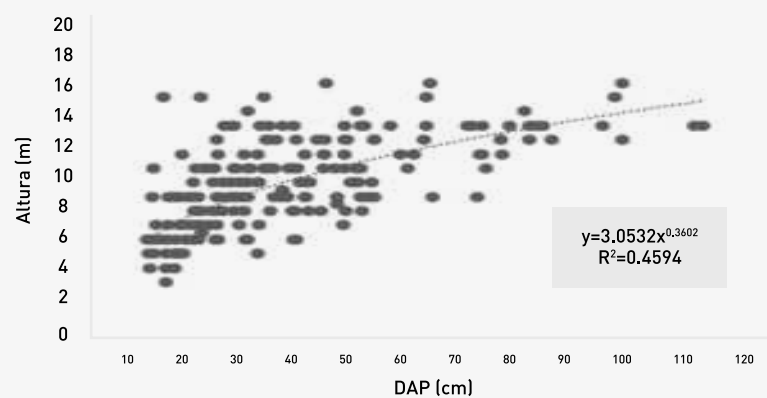
El comportamiento evidenciado en las relaciones alométricas y en los diagramas de Ogawa, se puede ver reflejado en el perfil de vegetación, que fue realizado para transectos de aceite que se acercan en mayor medida al promedio de las variables estructurales evaluadas en cada estrato (Figura 27), seleccionados en la ventana de Orocué, Casanare. Allí, como se observa en la Figura 28, el promedio de altura total en el estrato bosque fue de 13,6 m y en el estrato pastos arbolados fue de 11,2 m, y el promedio de altura fustal en el bosque fue de 8,4 m, mientras que en pastos arbolados fue de 3,8 m.



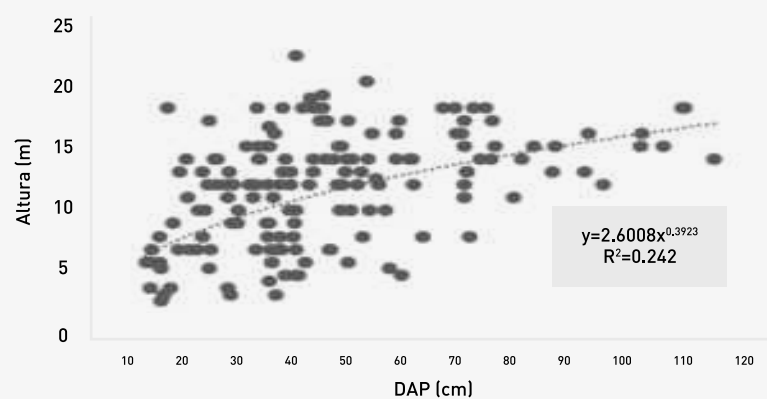
Figura 24. Árbol de aceite en el estrato de pastos arbolados de la ventana de Tame, Arauca.
Fuente: FOB, 2023.

Relación entre la altura y el DAP en *Copaifera pubiflora* en las ventanas de estudio.

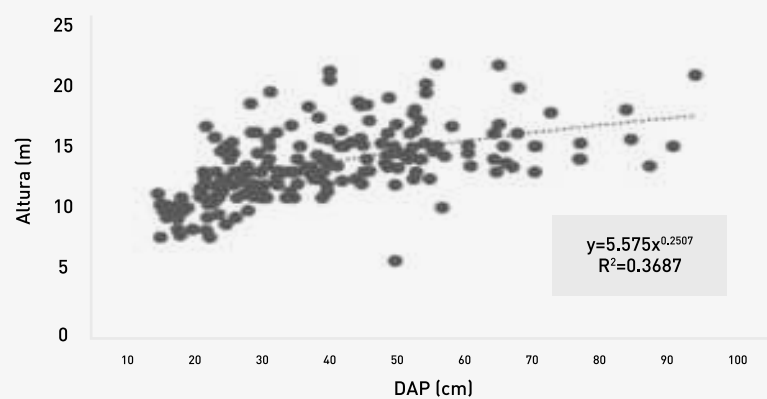
Arauca-Bosque



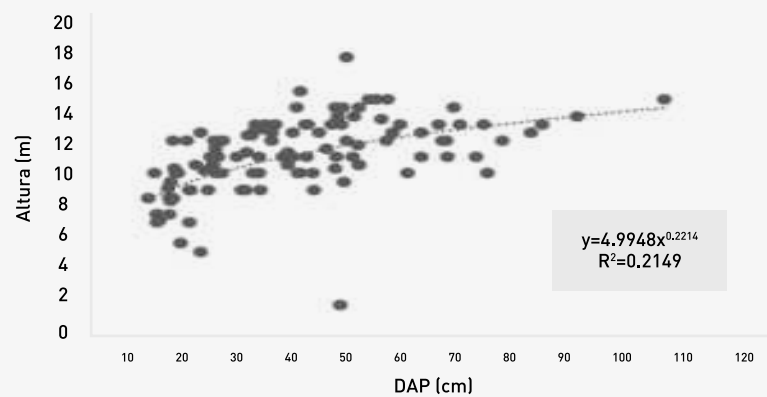
Arauca-Pastos arbolados



Casanare-Bosque



Casanare-Pastos arbolados



Vichada-Bosque

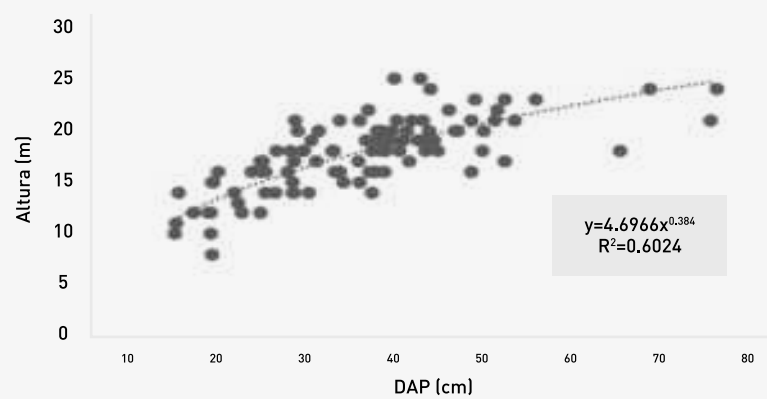
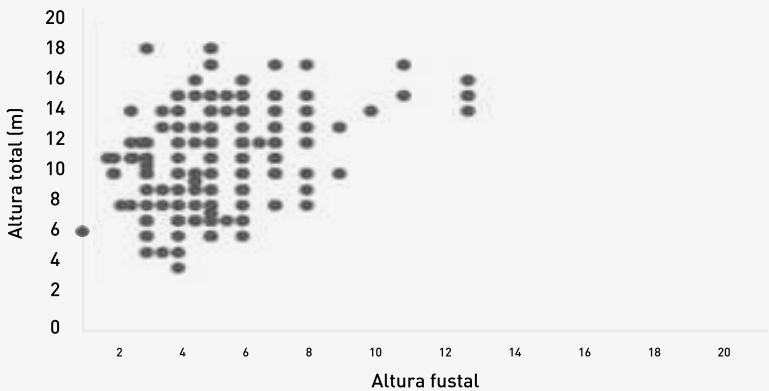


Figura 25. Relación entre la altura y el DAP en *Copaifera pubiflora* en las ventanas de estudio.
Fuente: FOB, 2023.

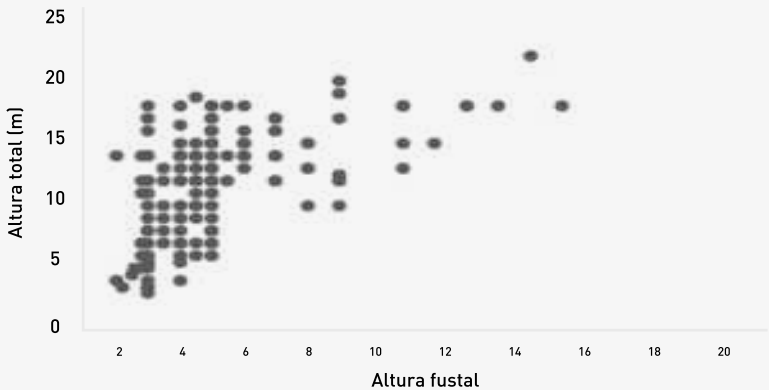


Diagrama de Ogawa de los individuos en cada una de las ventanas.

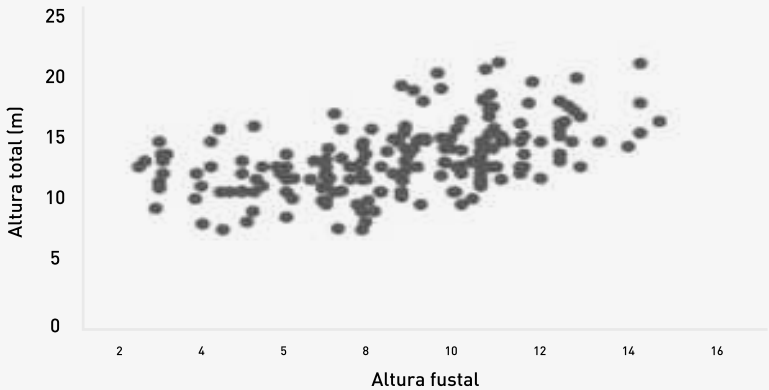
Arauca-Bosque



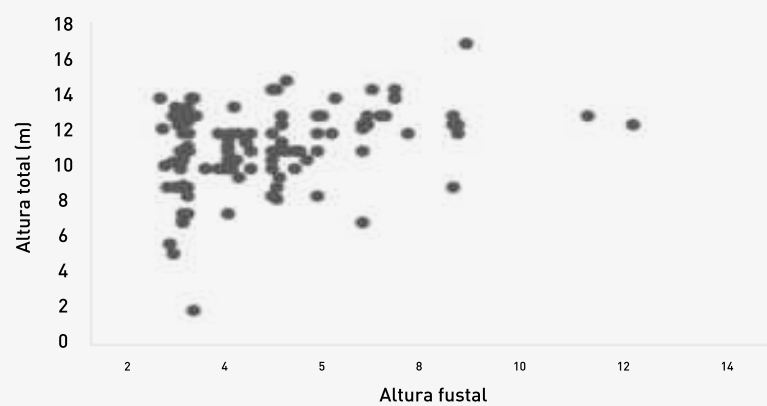
Arauca-Pastos arbolados



Casanare-Bosque



Casanare-Bosque



Vichada-Bosque

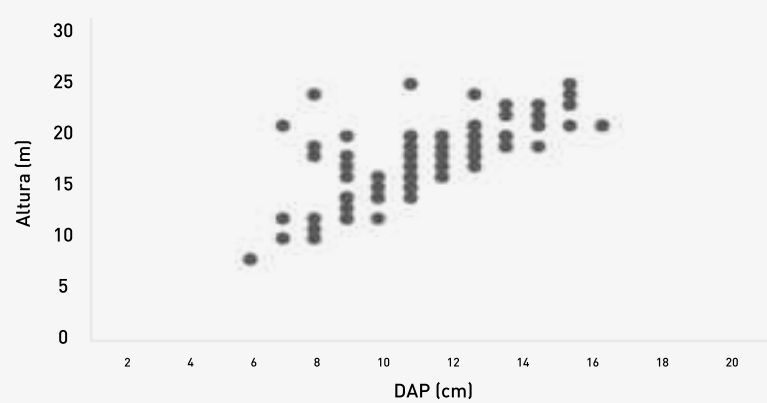


Figura 26. Diagrama de Ogawa de los individuos en cada una de las ventanas.
Fuente: FOB, 2023.



Perfil de transecto para el muestreo de *C. pubiflora* en el estrato bosque.

Orocué-Casanare



Figura 27. Perfil de transecto para el muestreo de *C. pubiflora* en el estrato bosque.
Fuente: FOB, 2023.

Perfil de transecto para el muestreo de *C. pubiflora* en el estrato pastos arbolados.

Orocué-Casanare

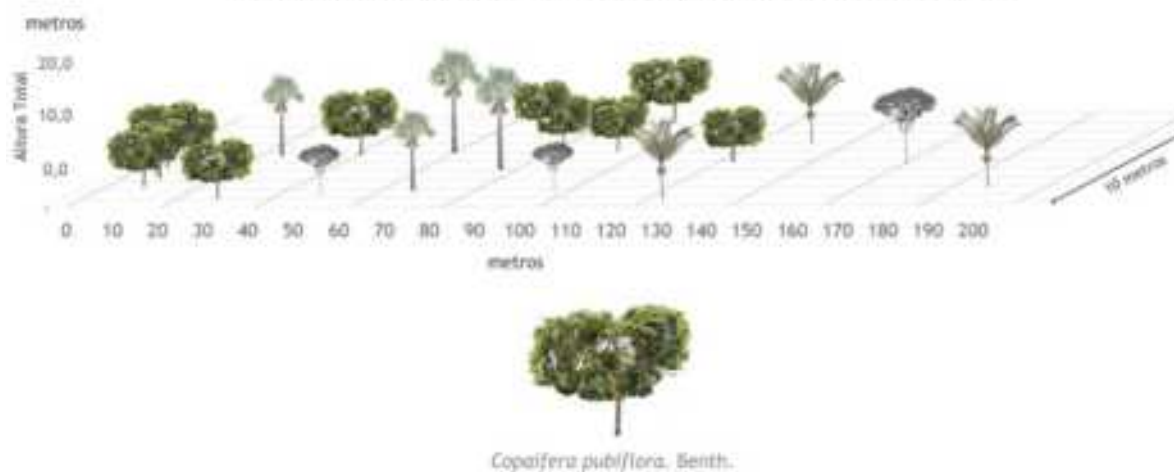


Figura 28. Perfil de transecto para el muestreo de *C. pubiflora* en el estrato pastos arbolados.
Fuente: FOB, 2023.

Estado fitosanitario de las poblaciones de palo de aceite

Como se puede ver en la figura 31, más del 70% de los individuos en las ventanas de estudio y sus estratos, no presentó ningún tipo de daño. El principal tipo de daño es el biológico, el cual se presentó en mayor medida en el estrato bosque de la ventana de Arauca. De acuerdo a las observaciones realizadas en campo, el daño de tipo biológico está relacionado con establecimiento de nidos de termitas (Figura 29). Por su parte, el daño

mecánico es el segundo más observado, y está relacionado en mayor medida con la extracción de la corteza de los árboles para la obtención de fibras o Majagua (Figura 30). En algunos casos se presentó estrangulamiento por bejucos, a partir de lo cual se plantea la limpieza de bejucos como tratamiento silvicultural para el manejo de los árboles de *Copaifera pubiflora* que crecen en el bosque.



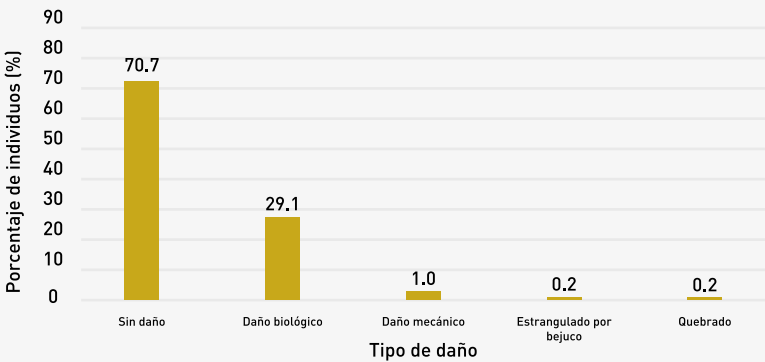
Figura 29. Daño biológico asociado a nido de termitas en *C. pubiflora*.
Fuente: FOB, 2023.



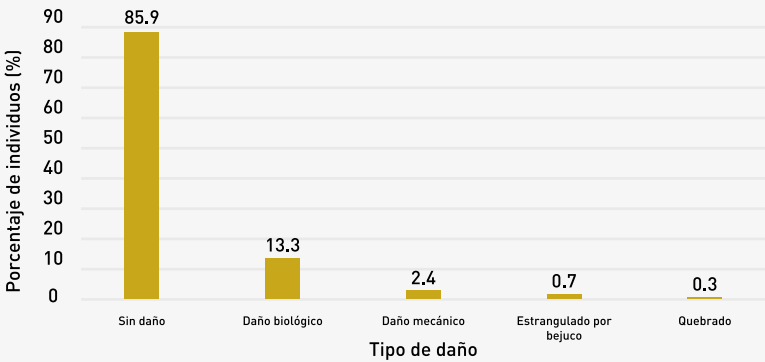
Figura 30. Daño mecánico asociado a la obtención de fibras para amarre o majagua de la corteza de *C. pubiflora*. Registros en las ventanas de Vichada y Casanare.
Fuente: FOB, 2023.

Estado fitosanitario de los individuos muestreados en cada ventana.

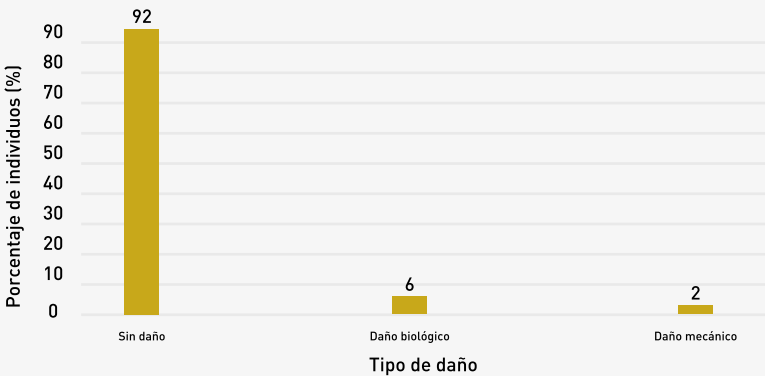
Arauca-Bosque



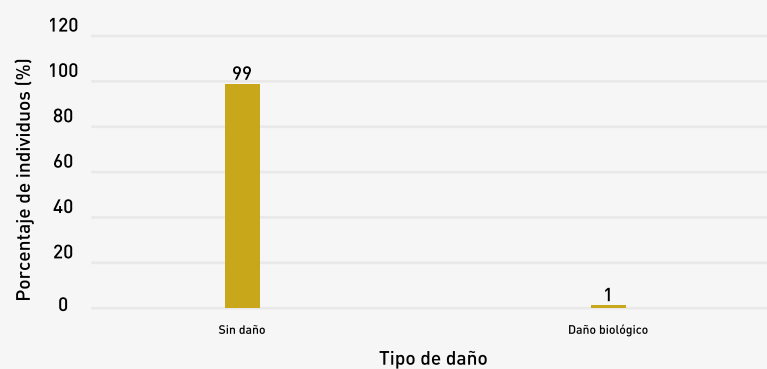
Arauca-Pastos arbolados



Casanare-Bosque



Casanare-Pastos arbolados



Vichada-Bosque

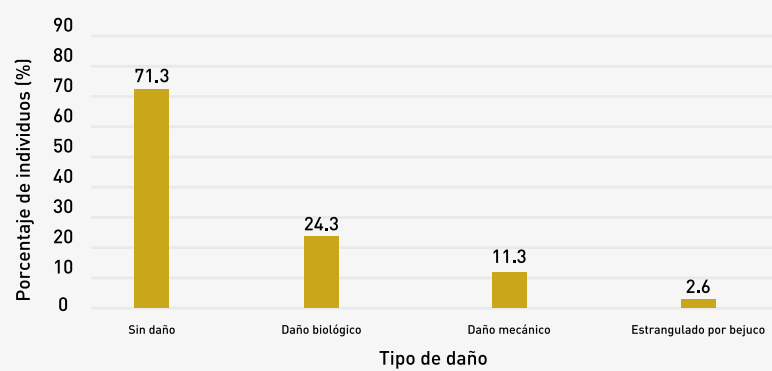


Figura 31. Estado fitosanitario de los individuos muestreados en cada ventana.

Fuente: FOB, 2023.



Estado fenológico de los individuos muestreados

Los muestreos realizados para el presente estudio se dieron entre los meses de agosto y septiembre, por lo que en la mayoría de los casos no se encontraron individuos con estructuras fértiles, excepto en Casanare donde en el estrato bosque se encontró un individuo en floración y en el estrato de pasto arbolados se encontraron 4. Así mismo, en la ventana de Arauca, en el estrato bosque, se registró un individuo con botones florales (Figura 32). Los

resultados coinciden con lo reportado por Ramírez y Arroyo (1982) y Ramírez y Arroyo (1987), así como los reportes disponibles en herbarios nacionales e internacionales, que sugieren que la floración en *C. pubiflora* se da a finales de la temporada de lluvias, la cual en la Orinoquía se da para los meses de octubre y noviembre, y la aparición de frutos se da en época seca, que corresponde a los meses de enero a abril.



Figura 32. Botones florales de *C. pubiflora*. Ventanas de Arauca y Casanare.
Fuente: FOB, 2023.

Análisis de componentes principales para las ventanas de estudio

Como se observa en la Figura 33, el análisis de componentes principales (ACP) explicó un 92.8% de la información (72,0% de la varianza en la dimensión 1 y 20,8% de la varianza en la dimensión 2), donde el componente 1 responde en mayor medida a variables como el número de individuos, el DAP, la biomasa aérea, el número de fustales grandes y el número de brinzales. Por su parte, el componente 2 está relacionado con el número de individuos en regeneración natural, y el número de fustales y de latizales. Tanto en el ACP como en el clúster (Figura 34), se observa la conformación de 4 grupos diferenciados de ventanas.

En primer lugar, la ventana de Vichada mostró un comportamiento significativamente diferente a las demás ventanas, y está relacionada con mayores valores en las alturas fustal y total en sus individuos, así mismo, guarda una correlación negativa en cuanto al número de individuos en todas las categorías de tamaño, pues fue en la ventana donde se obtuvieron las menores cantidades de palo de aceite.

Por otro lado, la ventana de Arauca, en el estrato de pastos arbolados, mostró mayor cantidad de individuos en regeneración natural muestreados con la metodología de árbol parental, con respecto a las demás ventanas, así como la mayor cantidad de renuevos, el diámetro promedio más alto y la mayor cantidad de fustales grandes y de acumulación de biomasa aérea. Estas características, mostraron diferencias significativas con el estrato boscoso en la ventana del mismo departamento, el cual está más relacionado con el número de brinzales, latizales y fustales.

Por su parte, en la ventana de Casanare, los dos estratos mantuvieron características muy similares, los cuales están próximos al origen del plano, lo que significa que tienen una correlación baja con respecto a las variables que conforman el ACP a diferencia de las demás ventanas, sin embargo, se observa que el estrato de bosque está relacionado con alturas fustales altas.



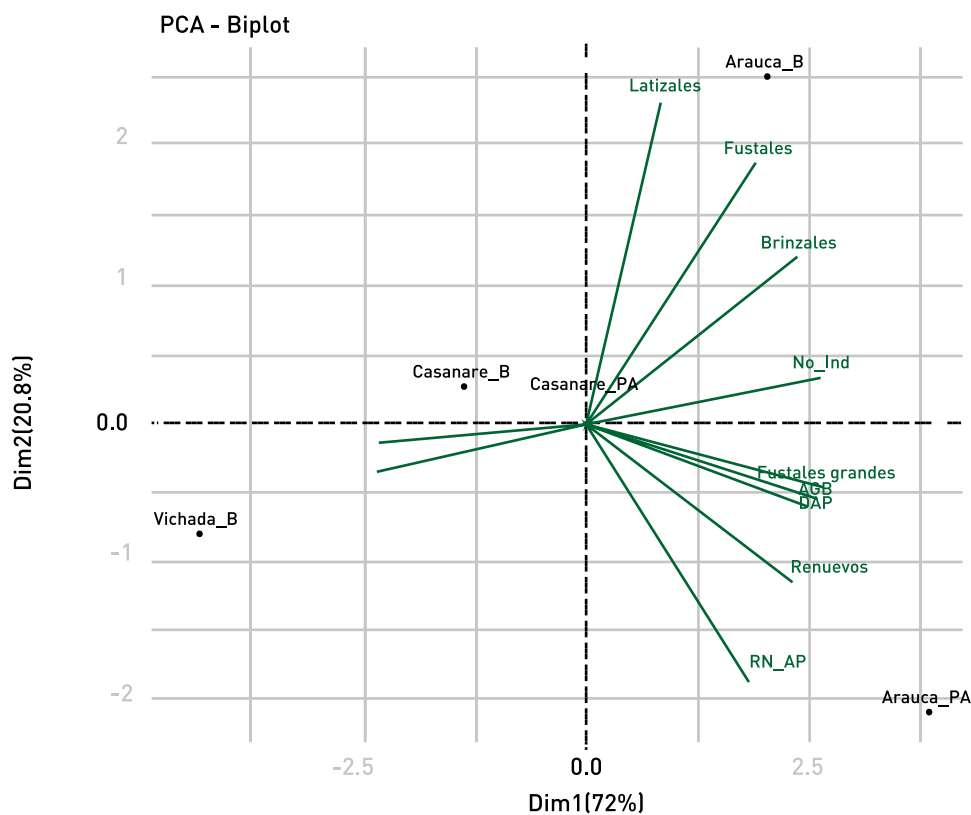


Figura 33. Análisis de componentes principales (ACP) para las ventanas de estudio y sus estratos. Donde: B=Bosque, PA=Pastos arbolados, No_Ind=Número de individuos, DAP=Diámetro a la altura del pecho, RN_AP=Regeneración natural de árbol parental, HF=Altura fustal, HT=Altura total, AGB=Biomasa aérea. Fuente: FOB, 2023.

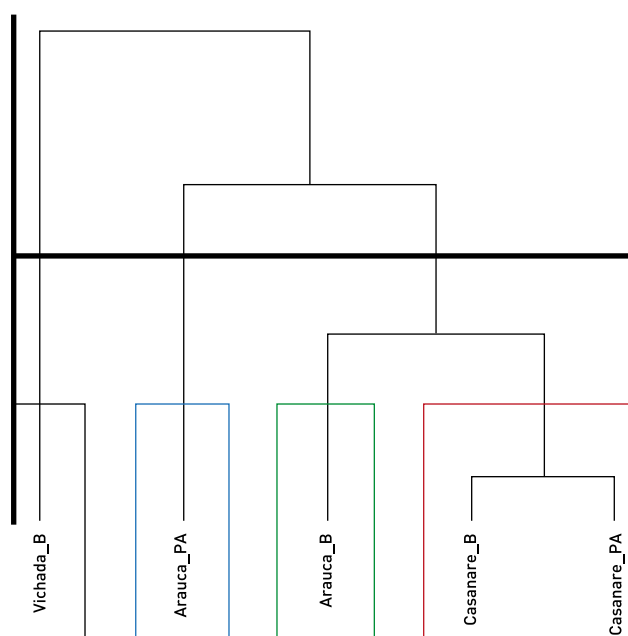


Figura 34. Clúster de las ventanas y sus estratos. Donde: B=Bosque, PA=Pastos arbolados. Fuente: FOB, 2023.



Capítulo 4

La especie y su hábitat en Arauca, Casanare y Vichada, jurisdicción de Corporinoquía

Factores que determinan el establecimiento del palo de aceite

Se realizó un análisis de preferencias ambientales de la especie de palo de aceite, con base en los registros de presencia de la especie con datos obtenidos de individuos registrados en fuentes secundarias como las bases de datos de GBIF, herbarios y el catálogo de plantas y líquenes de Colombia, y los registros de información primaria de

individuos hallados en los muestreos el estudio poblacional de la especie para la elaboración del presente documento obteniendo así un total de 1197 individuos. Se realizó un cruce entre los registros hallados y las principales características geomorfológicas, de paisaje y relieve, suelos y coberturas de la tierra.

Geomorfología

Las diversas clases de paisajes y relieves existentes presentan diferencias en cuanto a composición y estructura de la vegetación, dadas por los procesos que allí se presentan, que en la Orinoquia están fuertemente influenciados por factores abióticos como los regímenes de inundación (Agudelo et al., 2018). Para el caso del presente estudio, diferentes autores han reportado que el palo de aceite se encuentra asociado principalmente a sistemas fluviales (Acero, 2005; Martins et al., 2008; Carvajal y Ariza, 2015; Ramírez y Arroyo, 1982), lo cual puede estar condicionado a la adaptación de la especie a los procesos hidrogeomorfológicos que confluyen en su área de distribución. A continuación, se describen los tipos de paisaje y relieve en los cuales se desarrolla la especie en las ventanas de estudio.

Paisaje y relieve

Se encontró que el palo de aceite prefiere crecer en zonas de paisaje de Valle, pues como se observa en la Figura 35, de acuerdo a la distribución de frecuencias de la especie para esta variable, 47,6% (570) de los individuos muestreados crece allí, seguido del paisaje de planicie aluvial (25,3%) y altiplanicie (10,0%).

En cuanto al relieve preferente para el establecimiento de *C. pubiflora*, como se observa en la Figura 36, la especie se encontró con mayor frecuencia en Plano de inundación con el 48,5% (580) del total de los individuos registrados, seguido de las Terrazas, con el 14,2% (170 individuos) (ver Figura 37).

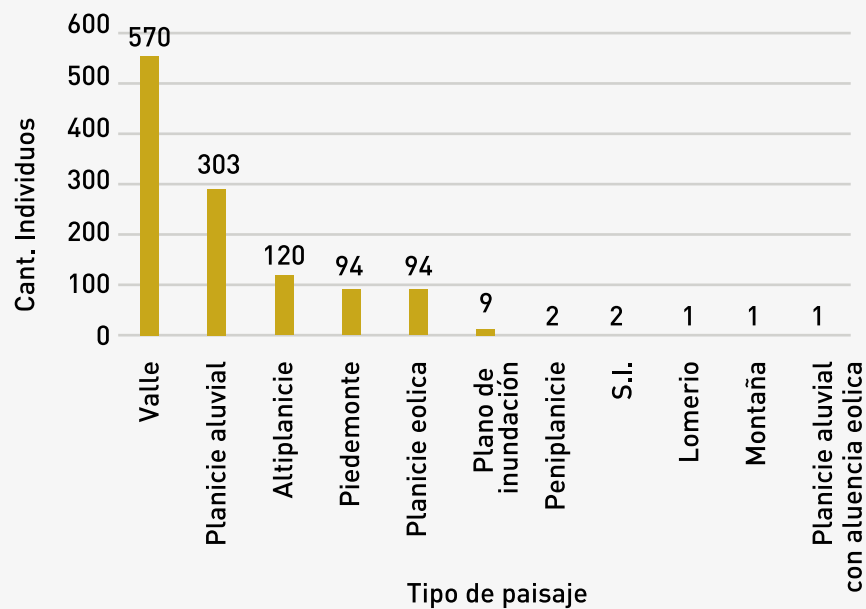


Figura 35. Distribución de frecuencias para los tipos de paisaje asociados al palo de aceite.
Fuente: FOB, 2023.

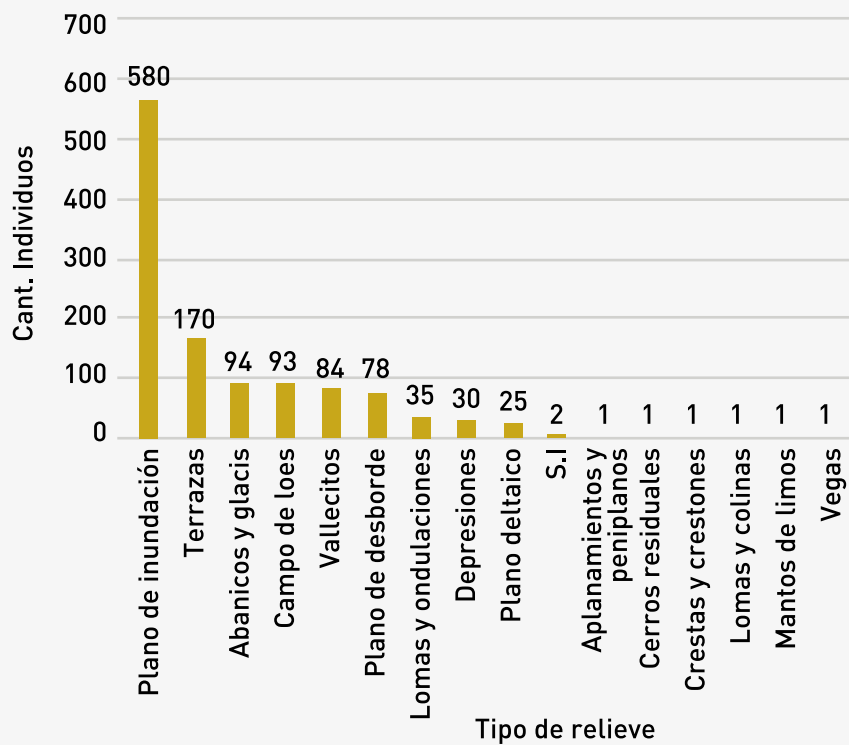
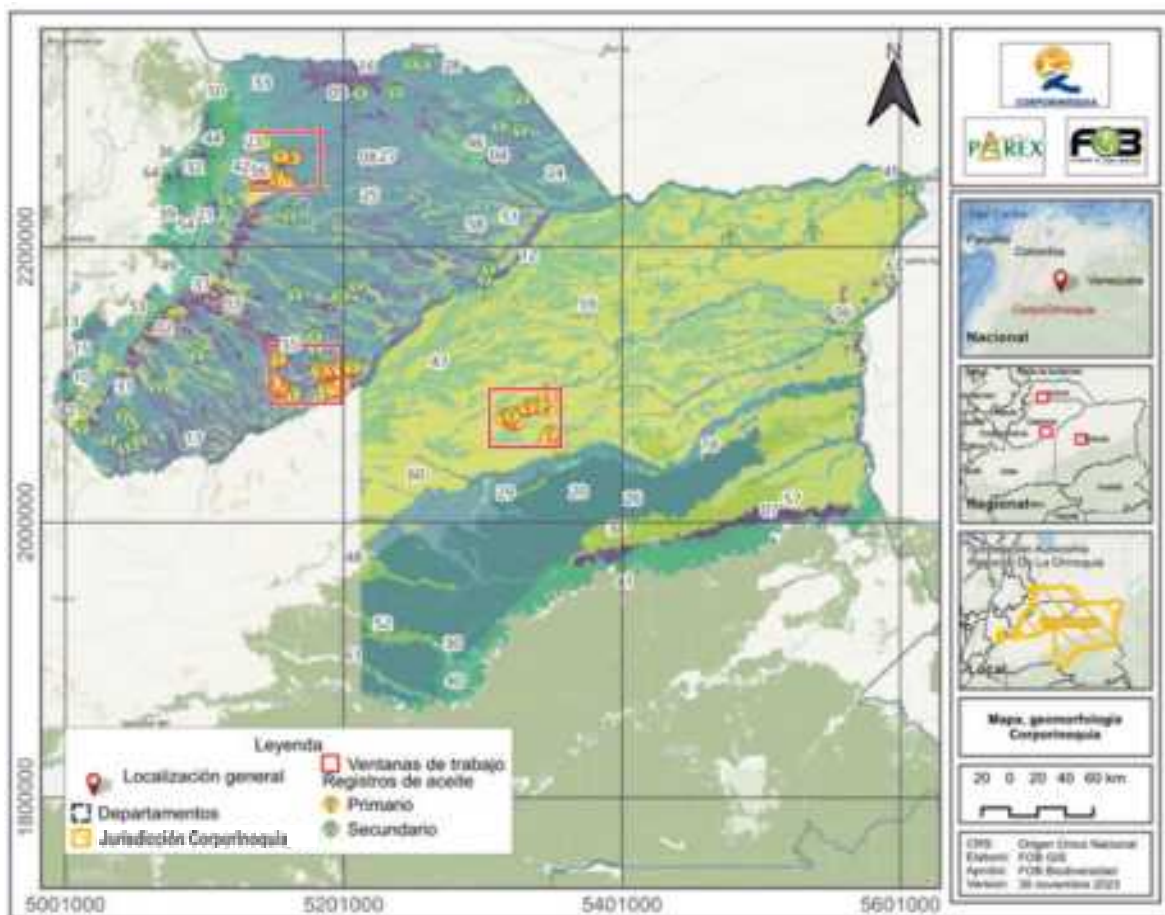


Figura 36. Distribución de frecuencias para los tipos de relieve asociados al palo de aceite.
Fuente: FOB, 2023.



Leyenda

Geomorfología

- | | | |
|--|---|---|
| 01/Montaña - Hogbacks, espinazas y crestas | 22/Lomerio - Abanicos terraza antiguos | 45/Altiplanicie - Campos de arena |
| 02/Piedemonte - Abanicos | 23/Piedemonte - Abanicos antiguos | 46/Planicie edica - Mantos de limos |
| 03/Planicie aluvial - Terrazas nivel 1 | 24/Planicie edica - Campos de dunas | 47/Altiplanicie - Ondulaciones |
| 04/Planicie aluvial con influencia edica - Campos de dunas | 25/Planicie aluvial - Plano deltaico | 48/Valle - Vallecitos |
| 05/Planicie aluvial - Depresiones | 26/Lomerio - Lomas | 49/Valle - Terrazas recientes |
| 06/Periplanicie - Lomas y colinas | 27/Planicie aluvial - Terrazas | 50/Montaña - Abanicos terraza antiguos |
| 07/Planicie aluvial - Plano de marea | 28/Planicie aluvial - Plano de inundación | 51/Planicie aluvial - Campos de arena |
| 08/Planicie aluvial - Vallecitos | 29/Valle - Plano de inundación | 52/Lomerio - Ondulaciones |
| 09/Planicie aluvial con influencia edica - Vallecitos | 30/Macizo - Mesas y cuevas | 53/Montaña - Espinazas |
| 10/Piedemonte - Vallecitos | 31/Lomerio - Terrazas | 54/Montaña - Terrazas colgantes |
| 11/Valle - Terrazas medias | 32/Montaña - Vallecitos | 55/Planicie edica - Terrazas nivel superior |
| 12/Valle - Vegas | 33/Piedemonte - Cono de deyección | 56/Lomerio - Lomas y colinas |
| 13/Montaña - Espinazas y crestas | 34/Periplanicie - Vallecitos | 57/Periplanicie - Aplanamientos |
| 14/Montaña - Crestas | 35/Piedemonte - Glacis | 58/Valle - Terrazas |
| 15/Montaña - Lomas | 36/Montaña - Cumbres andinas | 59/Altiplanicie - Depresiones |
| 16/Planicie aluvial - Plano de desborde | 37/Montaña - Lomas y colinas | 60/Altiplanicie - Lomas |
| 17/Planicie edica - Campo de los | 38/Valle - Abanicos terraza | 61/Lomerio - Glacis mixto |
| 18/Altiplanicie - Glacis | 39/Montaña - Espinazas y lomas | 62/Piedemonte - Terrazas |
| 19/No aplica - No aplica | 40/Macizo - Lomas | 63/Periplanicie - Montes íslas |
| 20/Lomerio - Vallecitos | 41/Planicie fluvio marina - Plano de inundación | 64/Montaña - Crestones y espinazas |
| 21/Valle - Terrazas altas | 42/Lomerio - Cuevas | |
| | 43/Montaña - Artesas glaciales | |
| | 44/Montaña - Hogbacks y espinazas | |

Figura 37. Mapa geomorfológico del área de estudio y puntos de existencias de la especie en la jurisdicción de Corporinoquia.

Fuente: FOB, 2023.

Suelos

Se ha identificado que las características de baja fertilidad y alta acidez, son predominantes en los suelos de la Orinoquía colombiana, por lo que los elementos necesarios para la nutrición de las plantas provienen en mayor medida de la capa orgánica (Malagón et al., 1995). Por lo tanto, el establecimiento de las especies de plantas en estas áreas está determinada por las estrategias que las mismas desarrollen para su supervivencia, donde para el caso de *C. pubiflora*, esto no se ha estudiado con profundidad. Es sabido que especies de la familia Fabaceae suelen desarrollar asociaciones con hongos micorrícicos arbusculares, lo cual puede ser un factor favorable para el crecimiento de las especies en condiciones de escasos nutrientes de origen edáfico (Fuchs y Haselwandter, 2008), y aunque no hay estudios específicamente para el palo de aceite, Junior (1997) afirma que las especies del género son altamente dependientes a las micorrizas.

Según los resultados obtenidos en la relación de los registros de individuos de *C. pubiflora* y las características del suelo, en cuanto a la fertilidad (Figura 39), se encontró una marcada frecuencia de la especie en suelos de fertilidad baja (77,9%), seguido por suelos de fertilidad media a baja (ver Figura 40).



Figura 38. Individuos de palo de aceite asociados a suelos saturados.

Fuente: FOB, 2023.

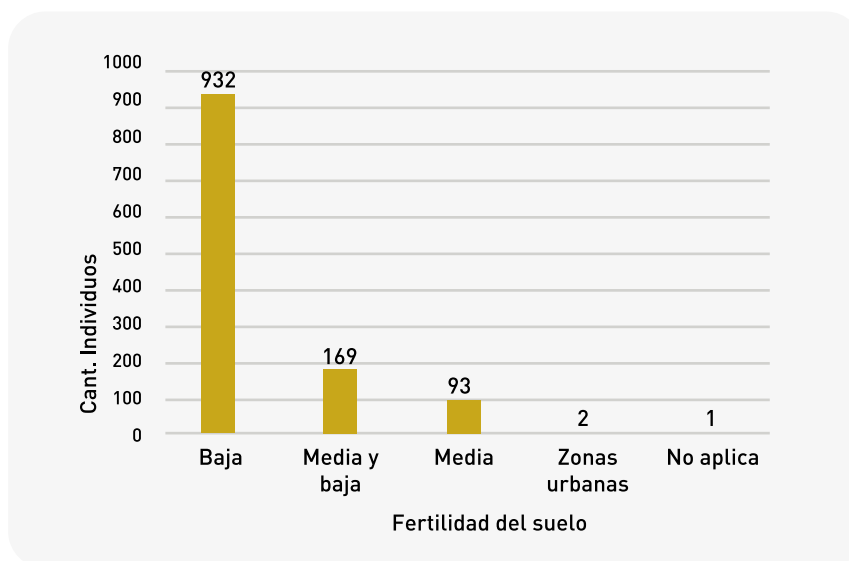


Figura 39. Distribución de frecuencias para las clases de fertilidad del suelo asociadas al palo de aceite.

Fuente: FOB, 2023.

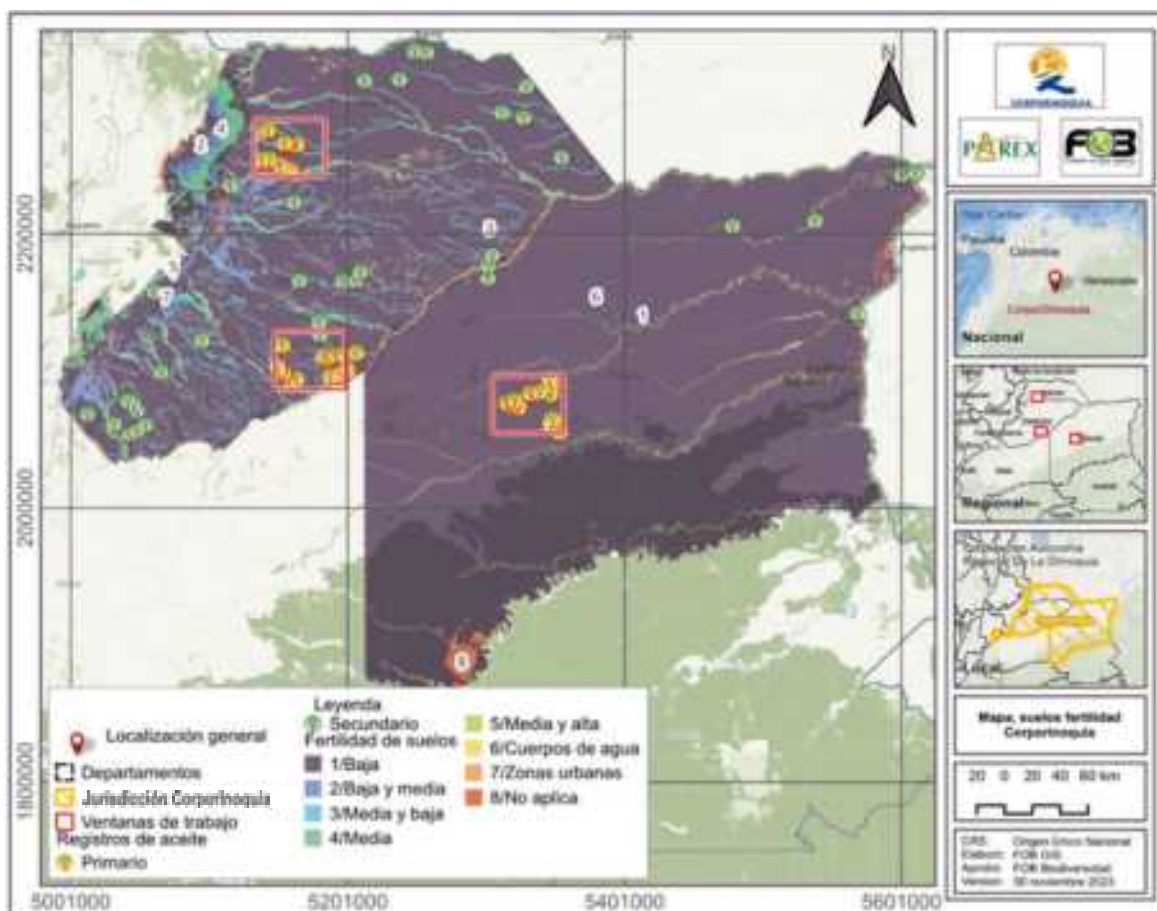


Figura 40. Mapa de fertilidad de los suelos y registros de palo de aceite en la jurisdicción de Corporinoquia.

Fuente: FOB, 2023.

Adicionalmente, como se observa en la Figura 41, Figura 42, Figura 43 y Figura 44, el palo de aceite prefiere fuertemente ácidos (64,3%), así como suelos de textura fina (71,4%).

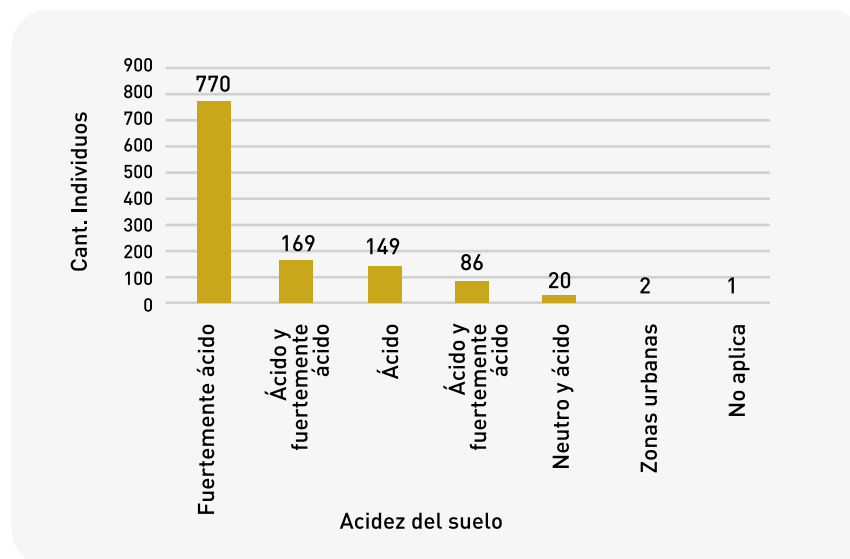


Figura 41. Distribución de frecuencias para las clases de acidez del suelo asociadas al palo de aceite.

Fuente: FOB, 2023.

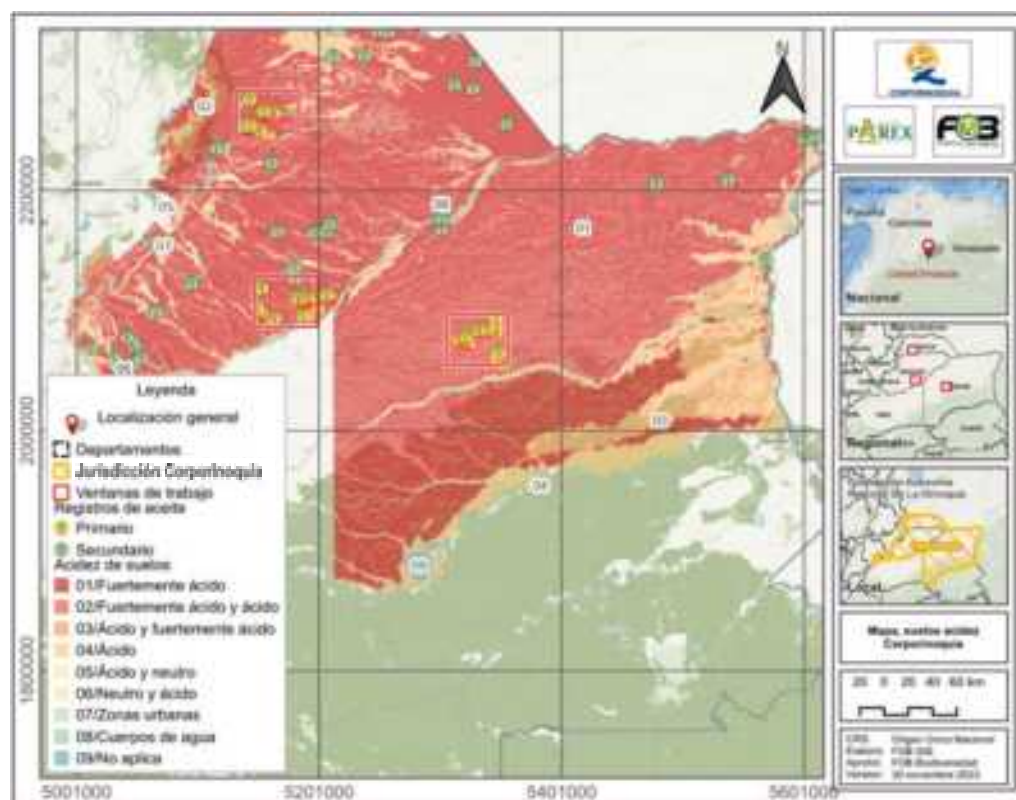


Figura 42. Mapa de acidez del suelo y registros de palo de aceite en la jurisdicción de Corporinoquia.

Fuente: FOB, 2023.

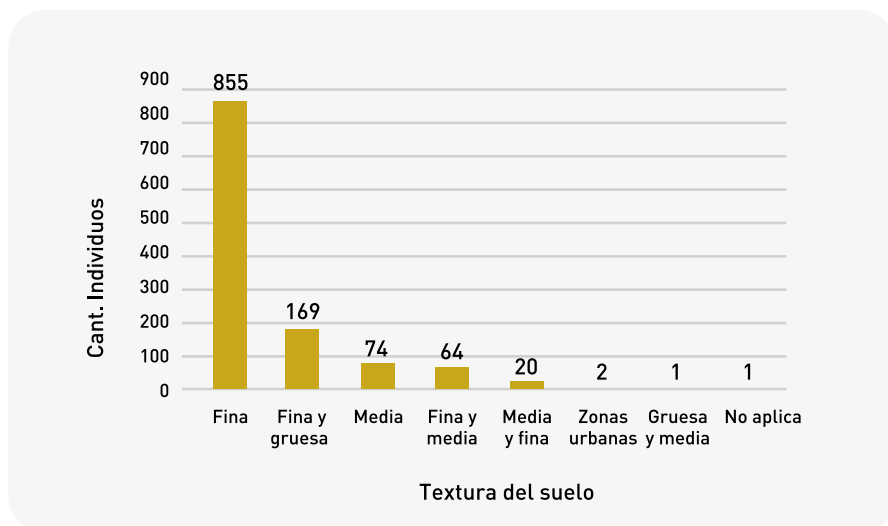


Figura 43. Distribución de frecuencias para las clases de textura del suelo asociadas al palo de aceite.

Fuente: FOB, 2023.

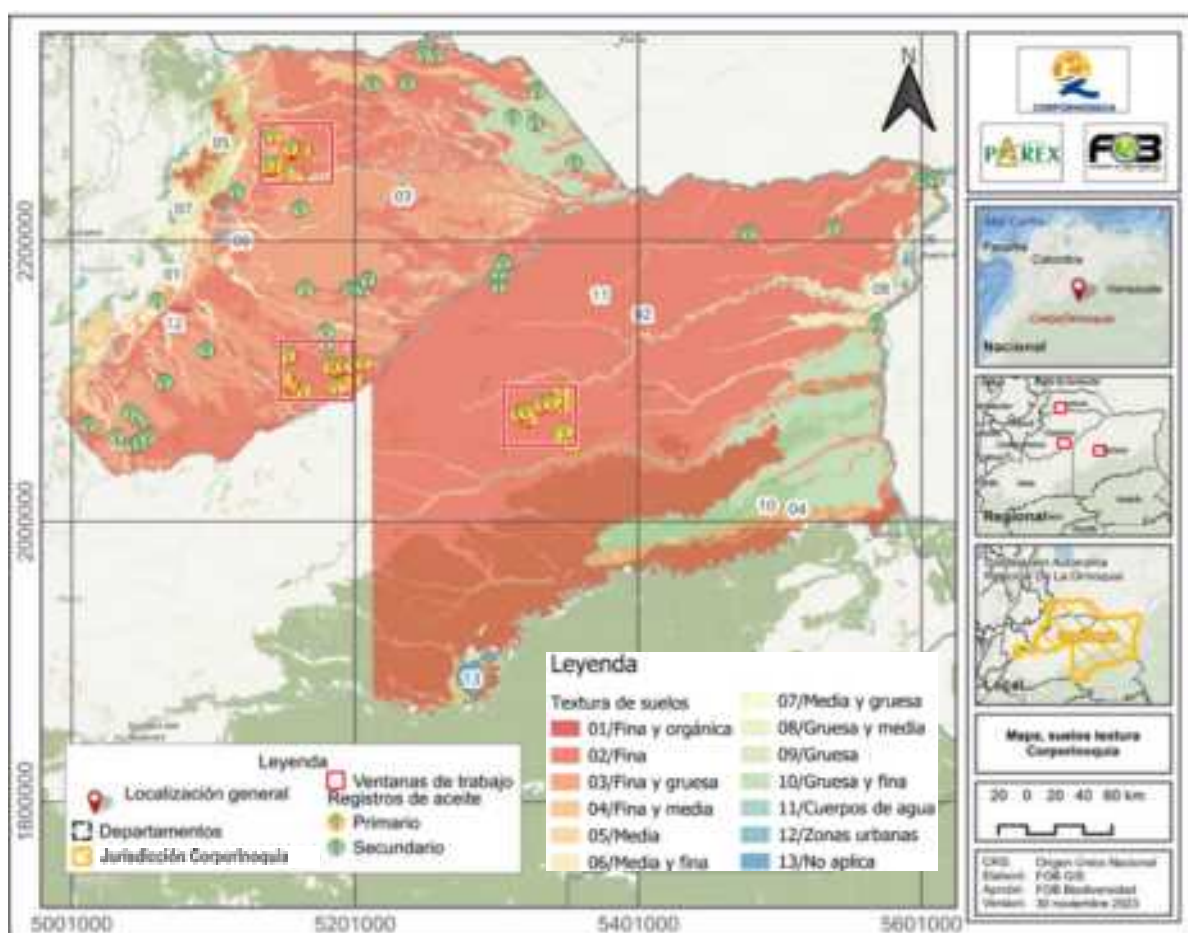


Figura 44. Mapa de textura del suelo y registros de la especie en la jurisdicción de Corporinoquia.

Fuente: FOB, 2023.

Respecto la profundidad de suelo, como se observa en la Figura 45 y la Figura 47, se encontró que se establece con mayor frecuencia en suelos superficiales (29,5%), y suelos moderadamente profundos a moderadamente superficiales.

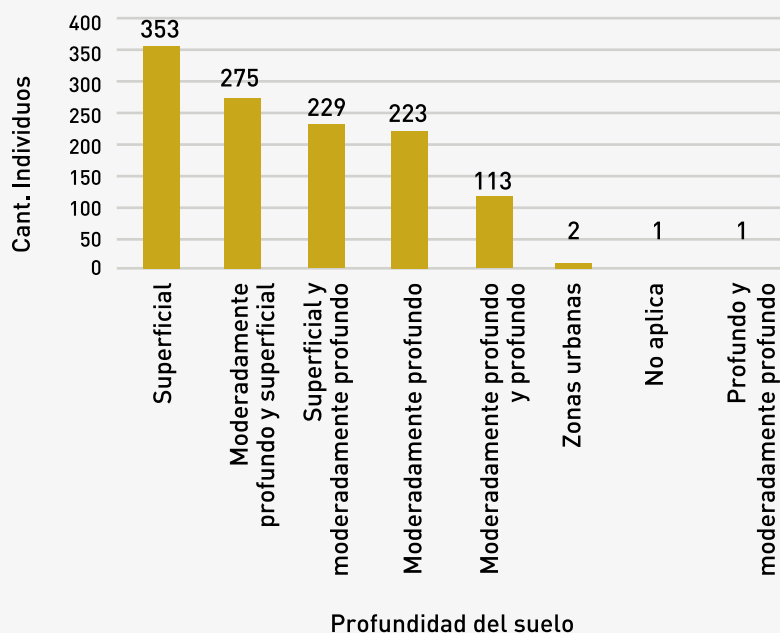


Figura 45. Distribución de frecuencias para las clases de profundidad del suelo asociadas al palo de aceite.

Fuente: FOB, 2023.

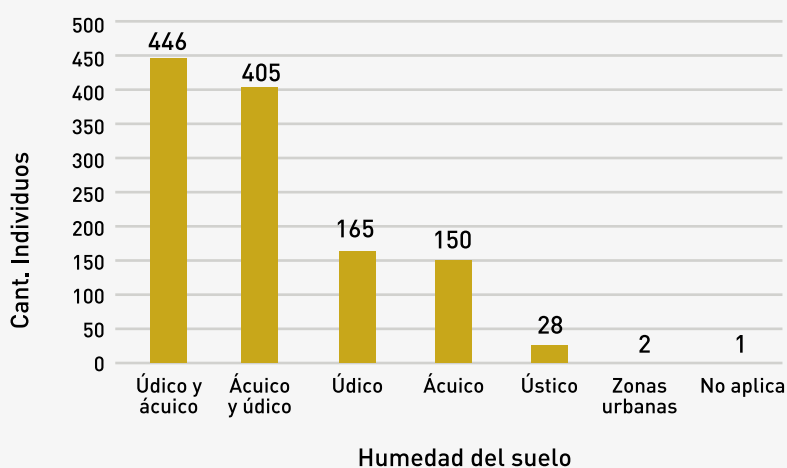
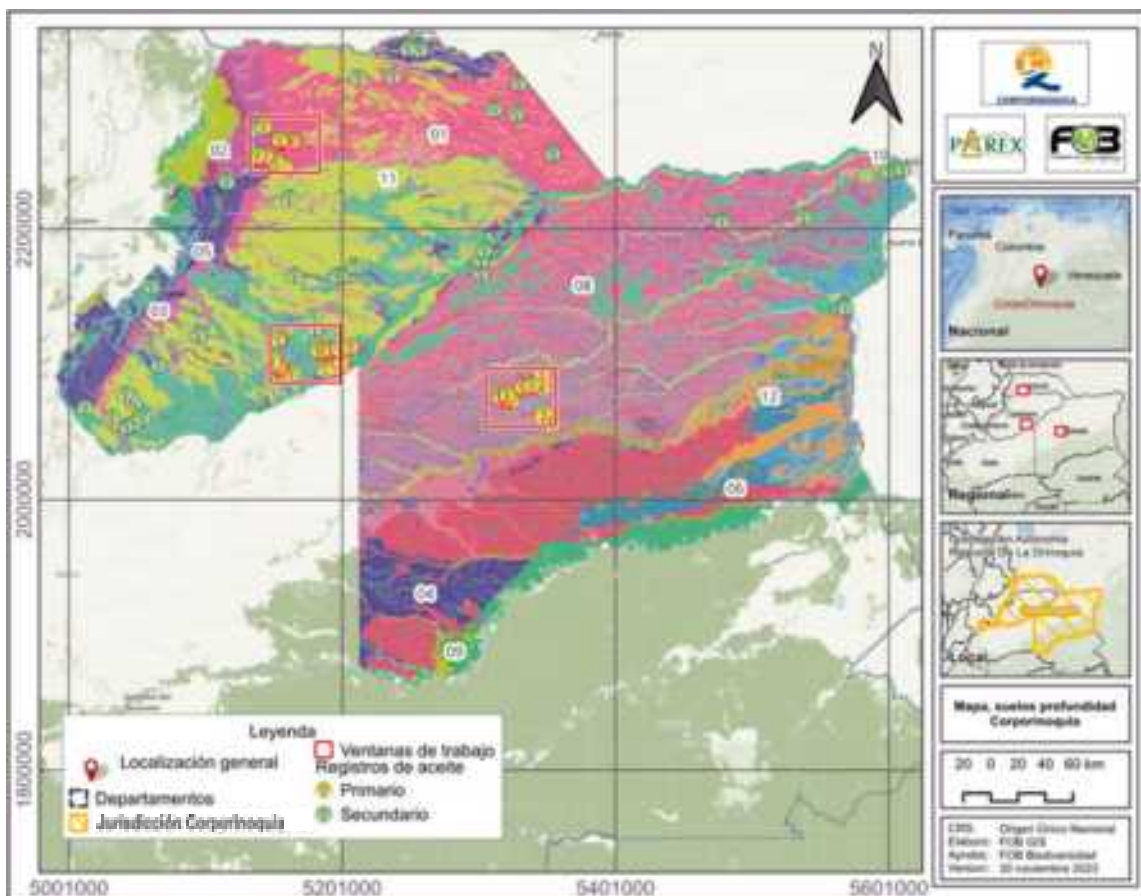


Figura 46. Distribución de frecuencias para las clases de humedad del suelo asociadas al palo de aceite.

Fuente: FOB, 2023.

Por su parte, como se observa en la Figura 46, la especie prefiere suelos de predominio údico (37,3%) y ácuico (33,8%), Figura 47 siendo estos regimenes de humedad en los que se presenta la mayor cantidad de días húmedos consecutivos. Para el caso del régimen ácuico, los suelos presentan saturación de humedad, y para el caso del údico, son suelos que se encuentran húmedos como mínimo durante 270 días al año (Malagón et al., 1995). En la Figura 48, se puede ver la distribución de los regimenes de humedad en la jurisdicción de Corporinoquia.



Leyenda

Profundidad de suelos	
01/Moderadamente profundo y superficial	07/Cuerpos de agua
02/Moderadamente profundo y profundo	08/Superficial
03/Zonas urbanas	09/No aplica
04/Moderadamente profundo	10/Profundo
05/Profundo y superficial	11/Superficial y moderadamente profundo
06/Profundo y moderadamente profundo	12/Superficial y profundo

Figura 47. Mapa de profundidad de suelos y registros de la especie en la jurisdicción de Corporinoquia.

Fuente: FOB, 2023.

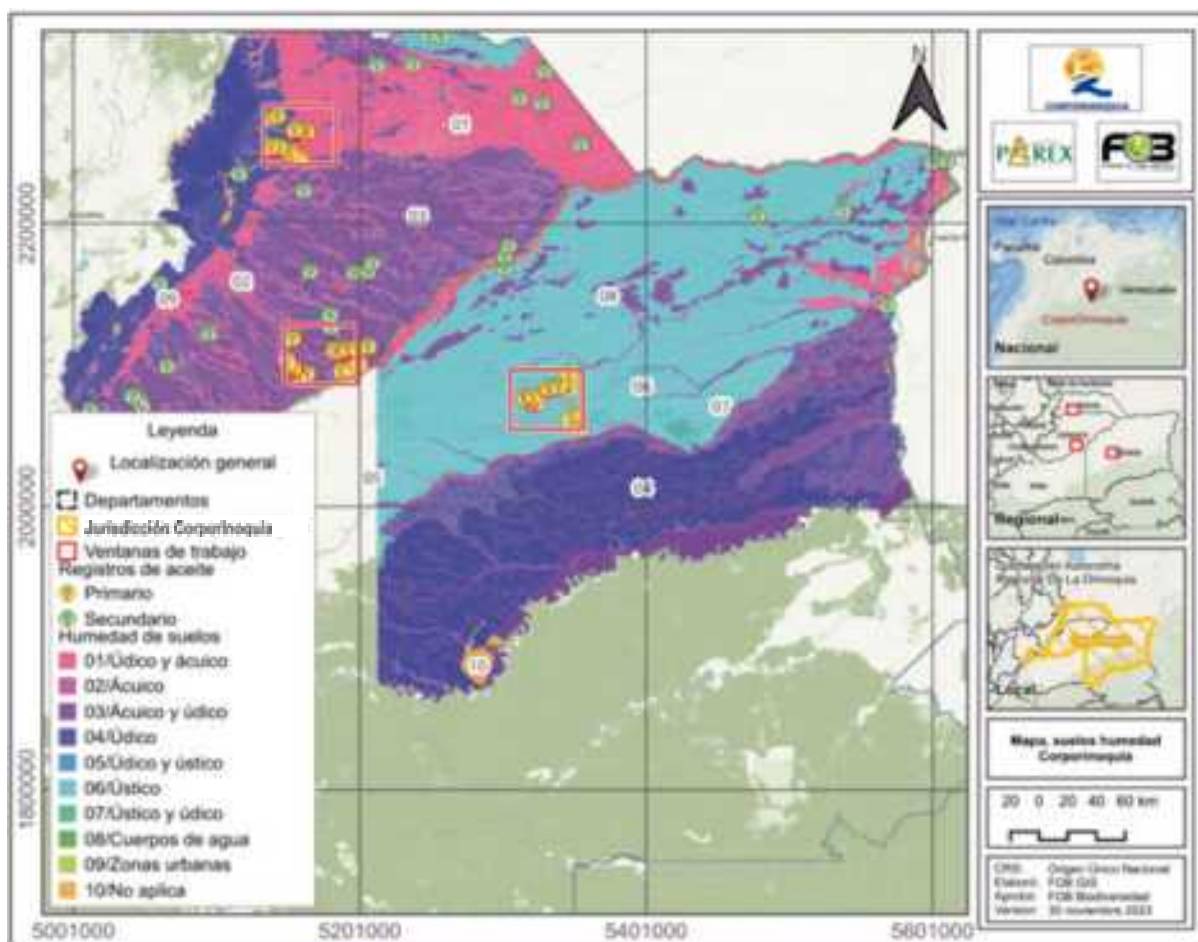


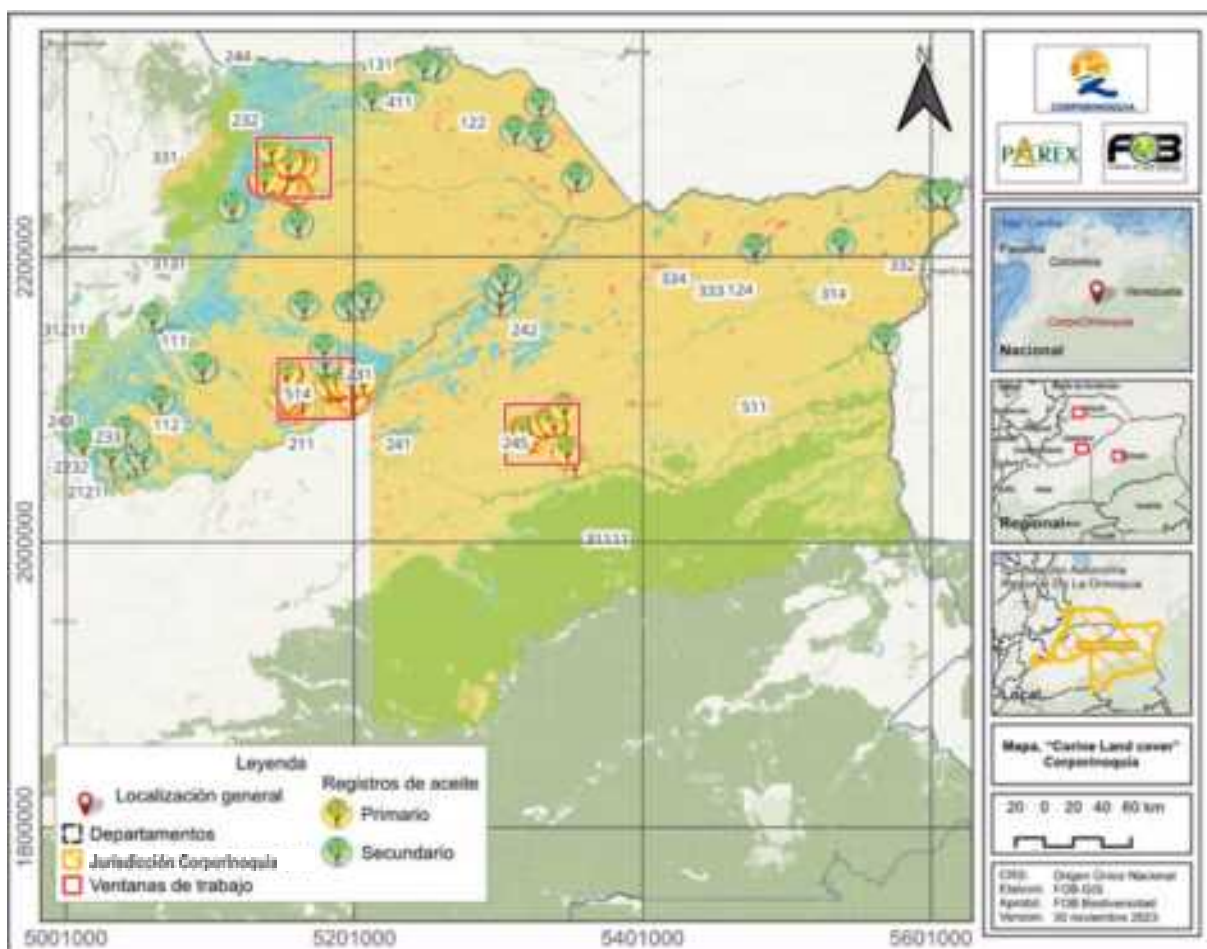
Figura 48. Mapa de régimen de humedad de suelos y registros de la especie en la jurisdicción de Corporinoquia.

Fuente: FOB, 2023.

Coberturas de la tierra

De acuerdo a la literatura disponible, el palo de aceite habita en el bosque de galería, así como en bosques de tierra firme y sabanas (Acero, 2005; Martins *et al.*, 2008; Carvajal y Ariza, 2015; Ramírez y Arroyo, 1982, Ramírez y Arroyo, 1990). Esto coincide en gran medida con lo encontrado en el presente estudio, como se observa en la Figura 49 y en la Figura 50, donde de

acuerdo con los resultados, el 37,6% de los individuos registrados se encuentran en la cobertura de bosque de galería y/o ripario, seguido de los pastos arbolados (17,3%), los herbazales (16,1%), la vegetación secundaria o en transición (13,8%), mosaico de pastos y cultivos (5,8%) y el bosque denso (4,9%).



Leyenda

Corine Land cover

- | | |
|---|--|
| 1.1.1. Tejido urbano continuo | 3.1.1. Bosque denso |
| 1.1.2. Tejido urbano discontinuo | 3.1.2. Bosque abierto |
| 1.2.1. Zonas industriales o comerciales | 3.1.3. Bosque fragmentado |
| 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 3.1.4. Bosque de galería y ripario |
| 1.2.4. Aeropuertos | 3.1.5. Plantación forestal |
| 1.3.1. Zonas de extracción minera | 3.2.1. Herbazal |
| 1.4.2. Instalaciones recreativas | 3.2.2. Arbustal |
| 2.1.1. Otros cultivos transitorios | 3.2.3. Vegetación secundaria o en transición |
| 2.1.2. Cereales | 3.3.1. Zonas arenosas naturales |
| 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos | 3.3.2. Afloramientos rocosos |
| 2.3.1. Pastos limpios | 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas |
| 2.3.2. Pastos arbolados | 3.3.4. Zonas quemadas |
| 2.3.3. Pastos enmalezados | 3.3.5. Zonas glaciares y nivales |
| 2.4.1. Mosaico de cultivos | 4.1.1. Zonas Pantanosas |
| 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos | 4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua |
| 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 5.1.1. Ríos (50 m) |
| 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales | 5.1.2. Lagunas, lagos y cienagas naturales |
| 2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales | 5.1.4. Cuerpos de agua artificiales |

Figura 49. Mapa de coberturas de la tierra y registros de la especie en la jurisdicción de Corporinoquia.

Fuente: FOB, 2023.

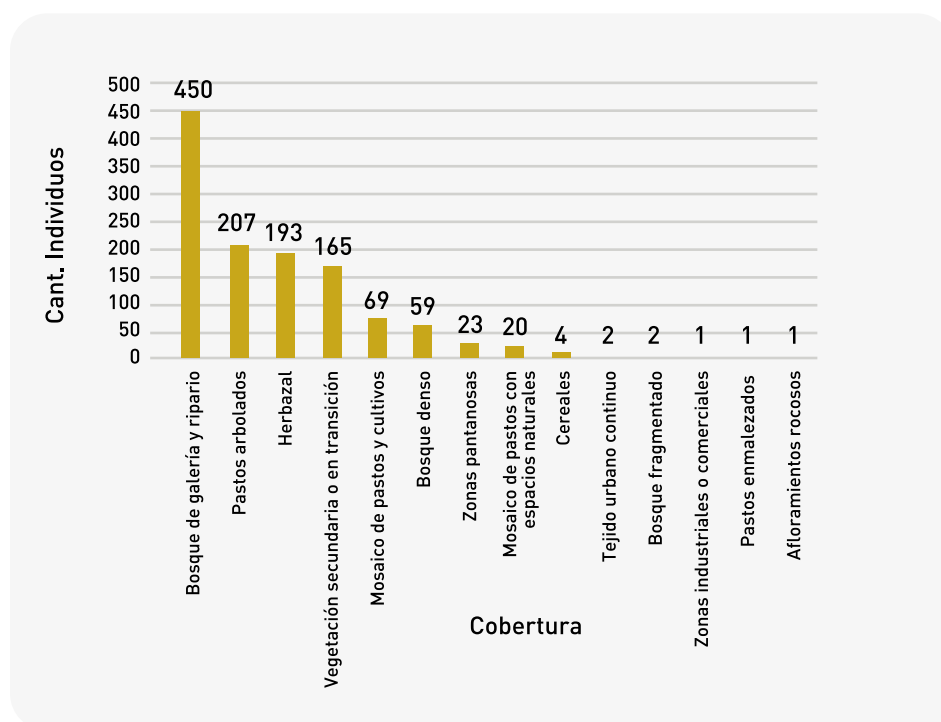


Figura 50. Distribución de frecuencias para las coberturas asociadas al palo de aceite.

Fuente: FOB, 2023.

Distribución potencial del palo de aceite en la jurisdicción de Corporinoquia

La delimitación del estado poblacional de una especie y la formulación de recomendaciones para su manejo adecuado requieren un enfoque que incluya la comprensión detallada de su distribución y las condiciones ambientales asociadas o requeridas para el desarrollo de los individuos. Para la especie de palo de aceite en la jurisdicción de Corporinoquia, se implementó un ejercicio de modelación destinado a proyectar su distribución potencial. Este procedimiento involucró la recopilación meticulosa de registros biológicos de fuentes secundarias e información obtenida en el desarrollo del presente plan, la selección y estandarización de variables ambientales pertinentes y la generación de un modelo para estimar la distribución potencial de *C.*

pubiflora en el área de interés. Para obtener el modelo se utilizó el algoritmo MaxEnt (Phillips et al., 2011) utilizando raster de una resolución espacial de 90 m por pixel y las diferentes variables obtenidas en las correlaciones expuestas en el sub capítulo anterior hasta obtener un modelo robusto, utilizando solamente variables fisicoclimáticas relevantes para el desarrollo de la especie según el análisis de jackknife arrojado por el software y el cual será presentado posteriormente.

Las variables seleccionadas para la modelación de la especie se presentan en la Tabla 5, se relaciona la sigla utilizada en el raster y la relación de la variable con la especie.

Tabla 5. Variables utilizadas para la modelación de la distribución potencial de la especie.

Categoría	Variable	Sigla	Relación con <i>C. pubiflora</i>
Clima	Precipitación media anual	pp	La especie se establece con mayor éxito en áreas de alta precipitación, la variable se seleccionó por la preferencia de la especie con áreas de alta precipitación.
	Altura sobre el nivel del mar	dem7	Lel aceite es una especie de tierras bajas, donde el registro a mayor altura se presenta a 215 msnm, por tanto, esta es una variable de alta importancia en la determinación de la distribución potencial de la especie.

Categoría	Variable	Sigla	Relación con <i>C. pubiflora</i>
Suelos	Fertilidad	fert	Se encuentra que la especie prefiere zonas de baja y media baja fertilidad en mayor proporción, por tanto, se incluye la variable.
	Textura	text	Esta variable se relaciona con el establecimiento de la especie dado que los individuos registrados presentan preferencia por suelos de textura fina.
	Acidez	acid	El árbol de aceite es una especie que prefiere zonas de alta acidez para su establecimiento por tanto se incluye la variable para el modelo.

Categoría	Variable	Sigla	Relación con <i>C. pubiflora</i>
Geomorfología	Relieve	reli	El aceite es una especie que prefiere zonas de planos inundables, por tanto, se selecciona esta variable como una de las más significativas en el establecimiento de la especie.

Categoría	Variable	Sigla	Relación con <i>C. pubiflora</i>
Coberturas de la tierra	Cobertura nivel 3 CLC	cober	Aunque es posible encontrar esta especie en las sabanas y herbazales naturales, los individuos encontrados en estas coberturas son en su mayoría plantados y no fuente de la regeneración natural de la especie, se encontró que <i>C. pubiflora</i> tiene una fuerte preferencia por los ecosistemas de bosque de galería y también se presenta en menor proporción en bosques densos, de igual forma la calidad del aceite extraído de los individuos aumenta en coberturas boscosas con cercanía a fuentes hídricas, por tanto la variable fue seleccionada como una de las más importantes en la determinación de la distribución potencial de la especie.

En la Figura 51 se presenta el análisis Jackknife de importancia de las variables en el modelamiento de la especie, presentando a la variable cobertura cómo la más relevante en el establecimiento de la especie, *C. pubiflora* se presenta con mayor frecuencia en bosques de galería, relacionados a cuerpos de agua que no

desaparecen en época de verano, por otra parte, la variable con segunda relevancia es el relieve, ya que la especie es preferente con áreas de relieves inundables, otras variables preferentes de la especie son los suelos con alta acidez, de baja fertilidad y con textura fina.

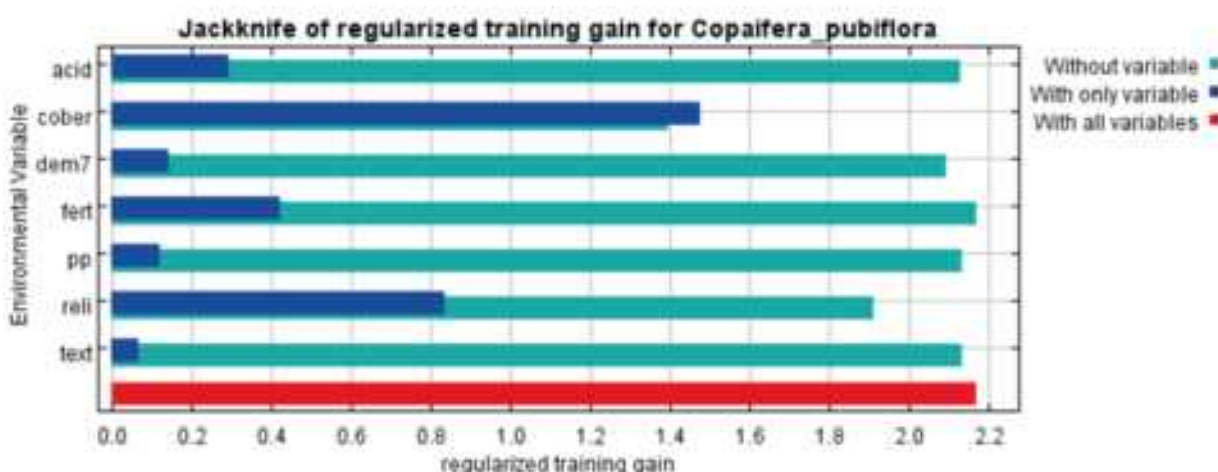


Figura 51. Jackknife aplicado para el modelo de distribución potencial de la especie en la jurisdicción de Corporinoquia.

Fuente: FOB, 2023.

Como resultado de la modelación se obtiene que el valor de la AUC (Area Under Curve) de la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) del entrenamiento del modelo es de 0.96 lo que se considera como un valor alto que valida el modelo desde el punto de vista estadístico, el mapa resultante que ilustra la distribución potencial de la especie en la jurisdicción (Figura 52), presenta valores más altos de probabilidad de encontrar la especie en

colores verdes con mayor intensidad y la probabilidad baja o casi nula en colores blancos.

Los valores verdes se relacionan con áreas con coberturas de bosque de galería y bosques densos, con alta inundabilidad, textura del suelo fina, con alta acidez y baja fertilidad, por debajo de los 215 msnm y con precipitaciones medias anuales superiores a los 2100 mm.

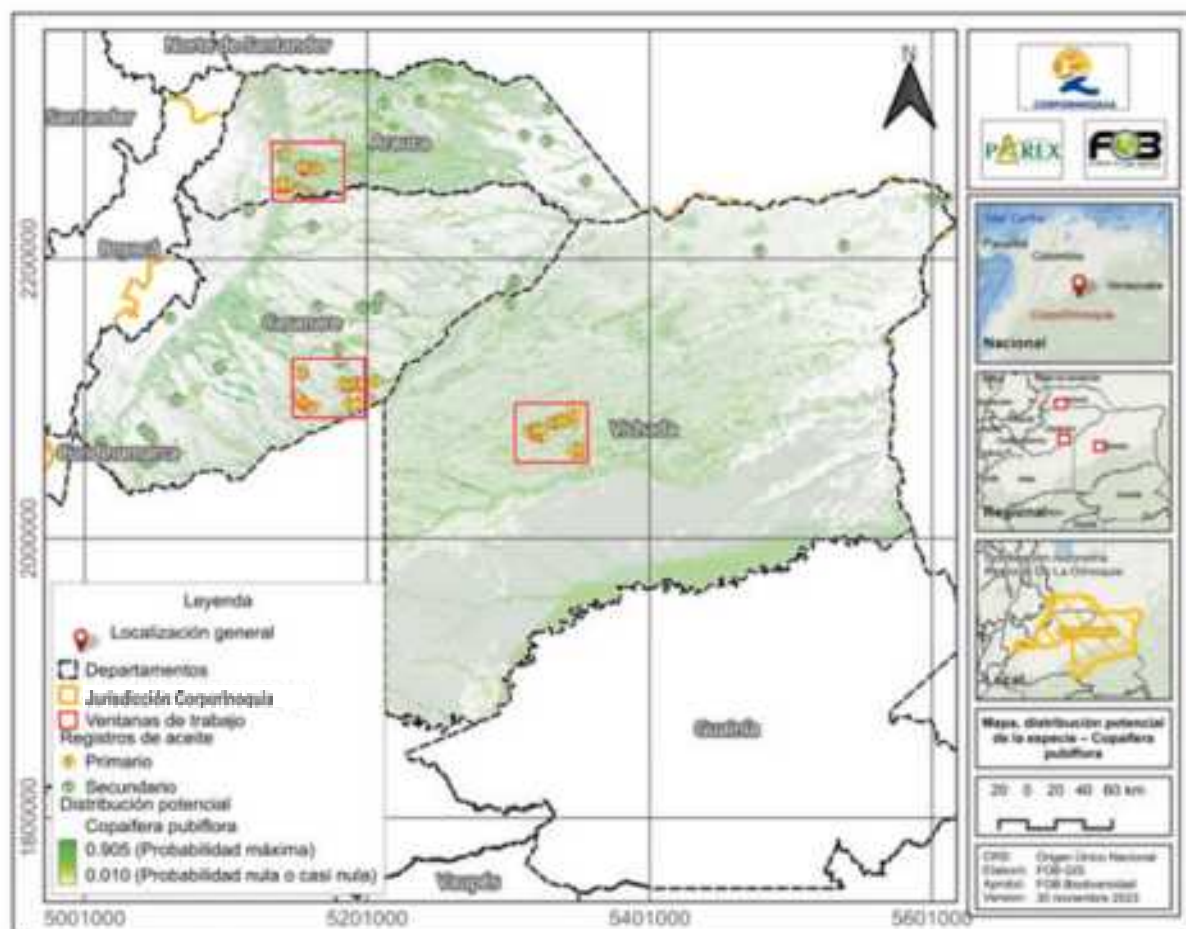


Figura 52. Modelo de distribución potencial de la especie en la jurisdicción de Corporinoquia.

Fuente: FOB, 2023.

Descripción del hábitat en las ventanas de estudio

En el marco de la formulación del plan de conservación y manejo, es indispensable conocer el estado del hábitat en el que crece y se desarrolla la especie en estado natural, considerando que el palo de aceite crece principalmente en bosques de galería, manchas de vegetación en sucesiones en la región de la Orinoquia. Por lo tanto, en el presente apartado, se

muestran los resultados de las caracterizaciones ecológicas que fueron realizadas para las coberturas de bosque de galería y bosque denso presentes en las ventanas de estudio, presentando las principales especies de flora y fauna relacionadas al hábitat natural de *C. pubiflora*.

Flora

Como resultado del muestreo realizado en el hatitat asociado a poblaciones de palo de aceite, se registró un total de 215 especies, pertenecientes a 148 géneros y 62 familias botánicas. Como se observa en la Figura 53, las familias más representativas en cuanto a número de individuos son Fabaceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae y Myrtaceae, las cuales suman el 46,3% del total de individuos encontrados.

Por su parte, los géneros más representativos, los cuales suman el 43,38% del total, se destacan *Copaifera*, *Myrcia*, *Mabea*, *Protium* y *Cupania*. Así mismo, las especies más representativas en la composición del hábitat de la especie son *Copaifera pubiflora*, *Mabea trianae*, *Myrcia paivae*, *Cupania americana* y *Protium heptaphyllum* (Figura 54).



215
Especies registradas

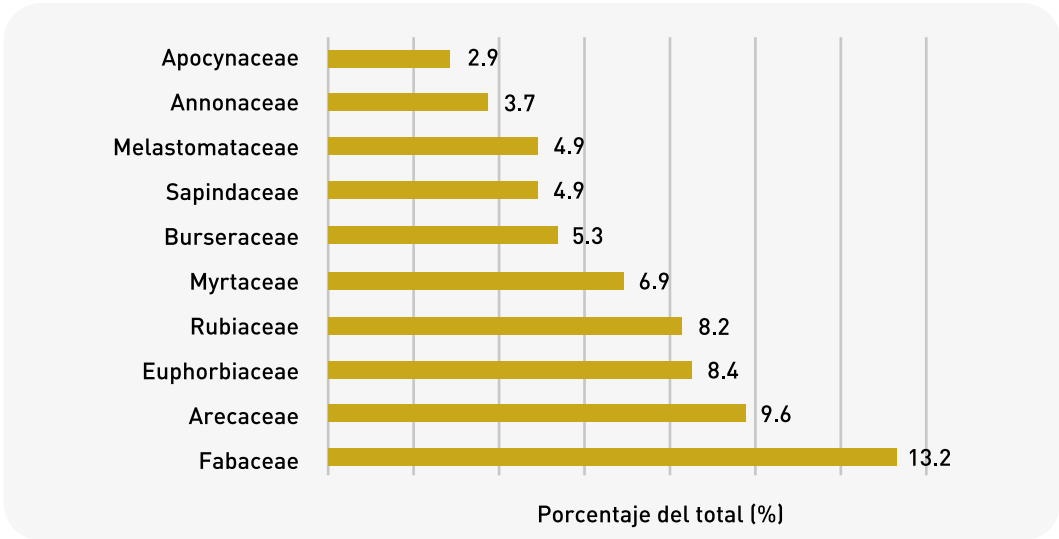


Figura 53. Familias más representativas en el bosque de galería de las ventanas de estudio.
Fuente: FOB, 2023.

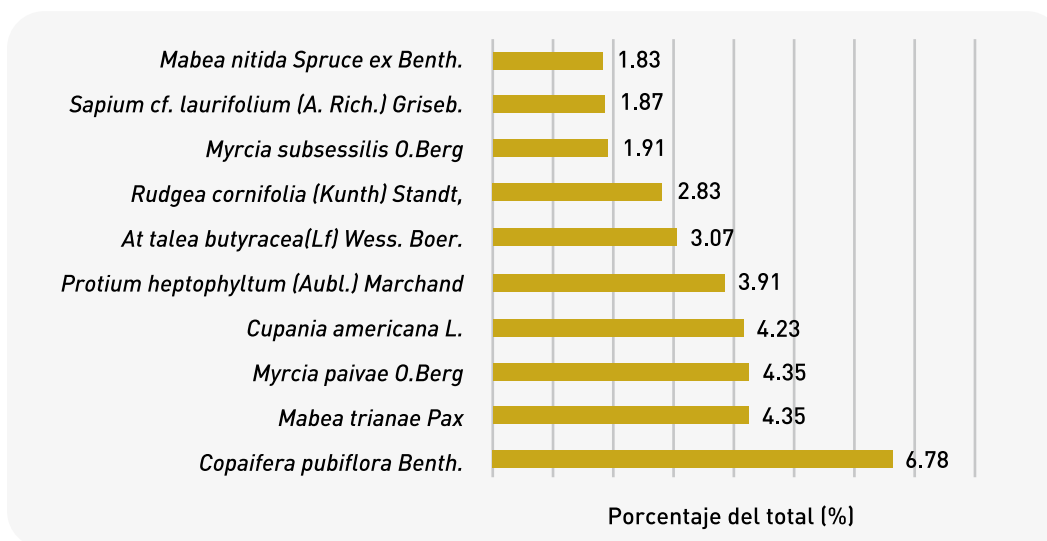


Figura 54. Especies más representativas en la composición del bosque de galería en las ventanas de estudio.

Fuente: FOB, 2023.

De acuerdo al índice de valor de importancia (IVI), se encontró que la especie *Copaifera pubiflora* es la más importante en términos de abundancia, frecuencia y dominancia en las coberturas donde esta se presenta, con el 9,43% del total del índice, seguida por *Attalea butyracea* (6,3%), *Sapium cf. laurifolium*

(7,63%) y *Protium heptaphyllum* (3,07%), teniendo que en estas especies se acumula el 22,54% del total del índice de importancia ecológica, y como se puede ver en la Figura 55, tienen en común un aporte significativo de la variable dominancia en comparación con las demás especies.

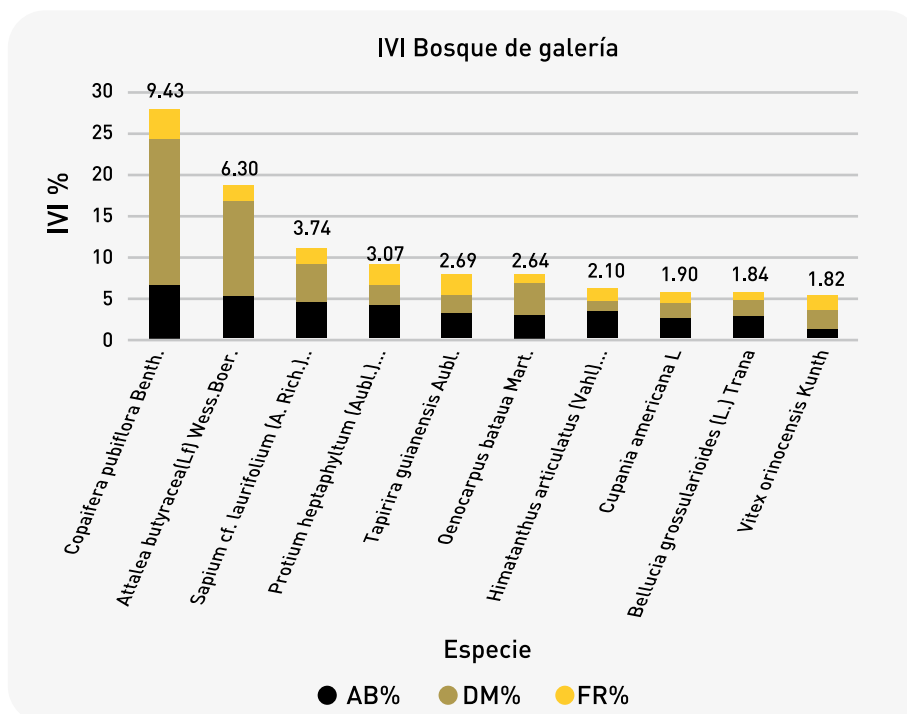


Figura 55. Especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) en el bosque de galería de las ventanas de estudio. Donde: AB%= Abundancia relativa, DM%= Dominancia relativa, FR%, Frecuencia relativa.

Fuente: FOB, 2023.

Los bosques asociados a poblaciones naturales del árbol de aceite son de porte medio a alto, con árboles de hasta **20 M DE ALTURA**, asociados principalmente a cuerpos de agua en áreas que presentan inundaciones periódicas.



La vegetación de estos bosques se caracteriza por la alta abundancia de especies de la familia Arecaceae y Fabaceae, como se puede observar en el perfil relacionado (Figura 56), donde se observan los individuos encontrados y su distribución, en una parcela que presenta las características que más se acercan al promedio de las variables muestreadas.

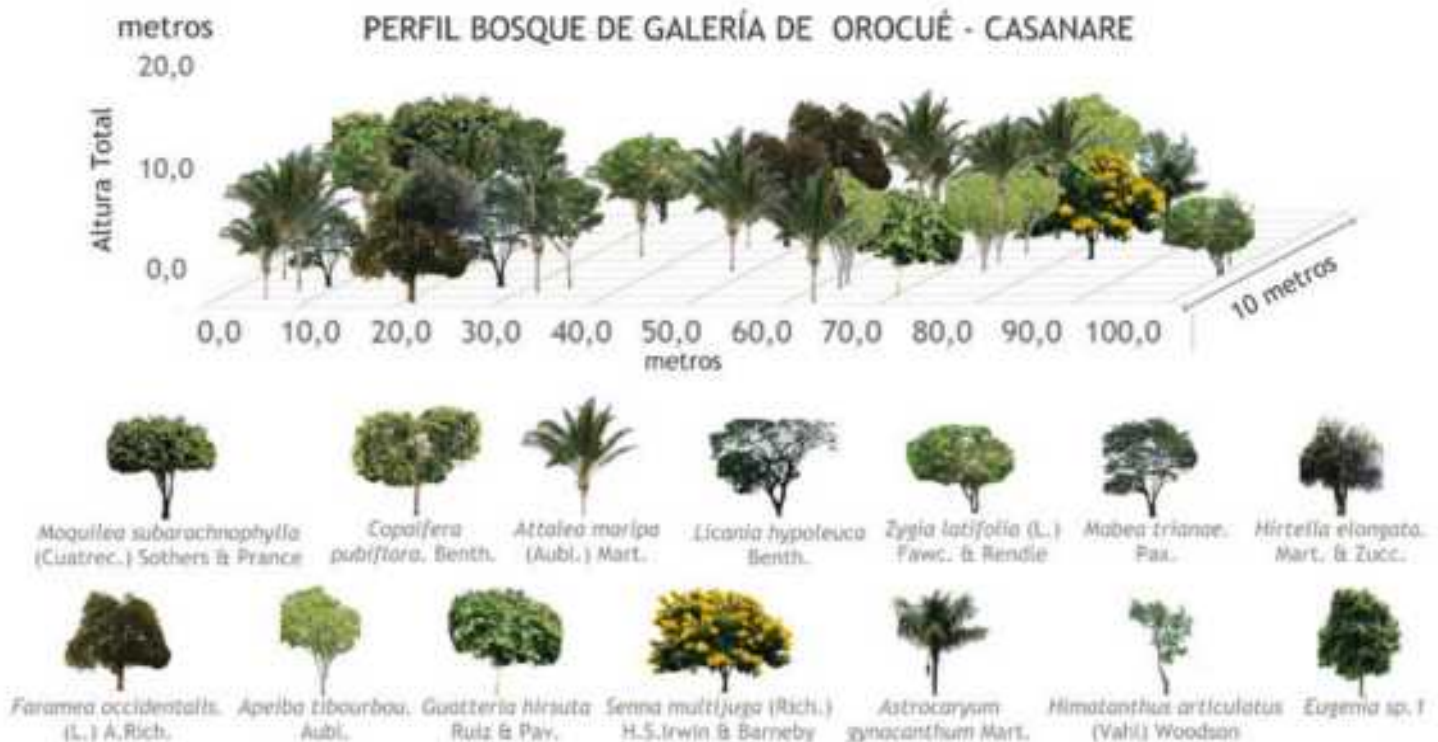


Figura 56. Perfil de la cobertura de bosque de galería.

Fuente: FOB, 2023.

Fauna

Dentro de la caracterización del hábitat de la especie se realizaron muestreos de fauna en los grupos de mamíferos, herpetos (reptiles y anfibios) y aves asociadas a bosques de galería con poblaciones presentes de la especie para las diferentes ventanas de estudio, los resultados presentaron una gran diversidad para los tres grupos en bosques de galería asociados a la presencia de *C. pubiflora*, siendo las aves el grupo que mayor cantidad de especies registro con un total de 52 especies.



Fauna
registrada

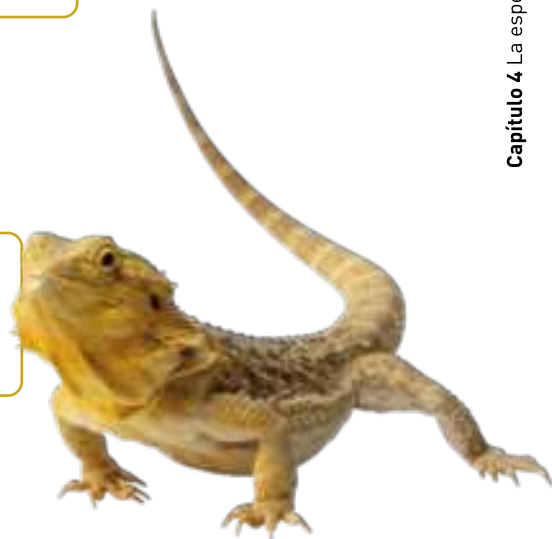
52%
AVES



26%
MAMÍFEROS



15%
REPTILES

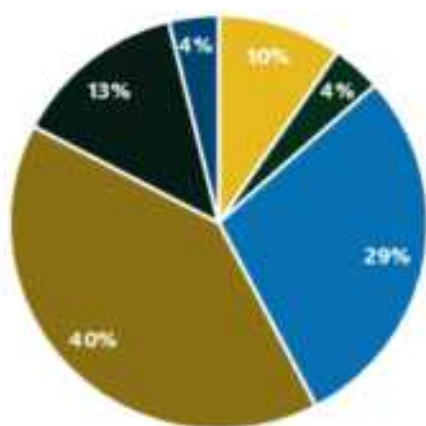


13%
ANFIBIOS



En cuanto a las aves halladas en el hábitat del árbol de aceite se reportaron 52 especies, configurando la estructura trófica de las comunidades principalmente por especies que se alimentan de insectos con 21 especies y que se alimentan de

frutos, néctar, rebrotes y otras estructuras de plantas denominados herbívoros con 15 especies (ver Figura 57), esto debido a las características propias y los recursos disponibles en los bosques de galería de la región Orinoquia.



Cantidad de especies por gremio trófico

- Carnivoro
- Insectivoro
- Carroñero
- Omnivoro
- Herbivoro
- Piscivoro

Figura 57. Gremio trófico de las aves relacionadas al hábitat de *C. pubiflora*

Fuente: FOB, 2023.

Durante el trabajo de campo y por medio de las actividades de talleres comunitarios y entrevistas a conocedores locales se logró identificar que los frutos y las semillas de la especie son consumidas principalmente por 6 mamíferos, Saino (*Dicotyles tajacu*), Venados (*Odocoileus cariacou*, *Odocoileus virginianus*, *Mazama americana*), Lapa (*Cuniculus paca*), Picure (*Dasyprocta fuliginosa*) y zorro común *Cerdocyon thous*, este último aunque su dieta se compone principalmente de vertebrados especialmente roedores, fue reportado el avistamiento de consumo de frutos de la

especie por varios pobladores de la zona en las diferentes ventanas. Aunque la información presentada en este documento acerca de la relación del palo de aceite con las diferentes especies de fauna se construyó a partir del conocimiento de los habitantes de la región y conocedores, es necesario realizar estudios de polinización, frungivoría y dispersión en épocas fenológicas adecuadas para ampliar el conocimiento de la relación de la especie con la fauna en su hábitat natural.



Capítulo 5

Presiones y amenazas

Para diagnosticar las presiones y amenazas a las que está sometida la especie del árbol de aceite se abordaron entrevistas semi-estructuradas aplicadas a conocedores locales y talleres de trabajo con la comunidad bajo la metodología de diagnóstico rural participativo (DRP) en las diferentes ventanas de estudio, en el municipio de Tame, departamento de Arauca se contó con el levantamiento de información de 7 entrevistas de campo, realizadas en las veredas San Salvador, Matarala, Rincón Hondo, San Joaquín y El Susto; por otra parte en el municipio de Orocué Casanare se diligenciaron un total de 10 encuestas llevadas a cabo en las veredas: La Virgen, El Pellizco, La Esmeralda, La Culebra y Campo Alegre; para el caso del municipio de Cumaribo Vichada se obtuvo el resultado de 7 encuestas diligenciadas entre las veredas Araguatos, Matagrande y el resguardo Santa Teresita del Tuparro. En este sentido, se realizaron un total de 24 entrevistas. En cuanto a los talleres en los que se implementaron las herramientas de DRP, se realizó un taller en Vichada, dos en Arauca, y dos en Casanare, para un total de 5 talleres (Figura 58).

Entendiendo las presiones como aquellas acciones de tipo antrópico que ponen en situación de peligro la integridad de las poblaciones, y amenazas como aquellos escenarios del futuro próximo en el que determinadas acciones se convierten en presiones una vez materializadas (Agudelo et al., 2022), se identificaron las presiones y amenazas que se observan en la Figura 59. La más representativa en términos del número de entrevistados que manifestaron percibir es la tala (58%), presión que las personas describieron como una actividad realizada para la obtención de productos maderables a partir de la especie, pues manifestaron que la madera es de gran durabilidad, resistente a plagas, por lo que es comúnmente usada en la región. En segundo lugar, el 25% de los entrevistados manifestó que la deforestación, relacionada con la expansión de la frontera agropecuaria, afecta las poblaciones del palo de aceite.



Figura 58. Taller vereda Rincón Hondo, ventana de Tame, Arauca.

Fuente: FOB, 2023.

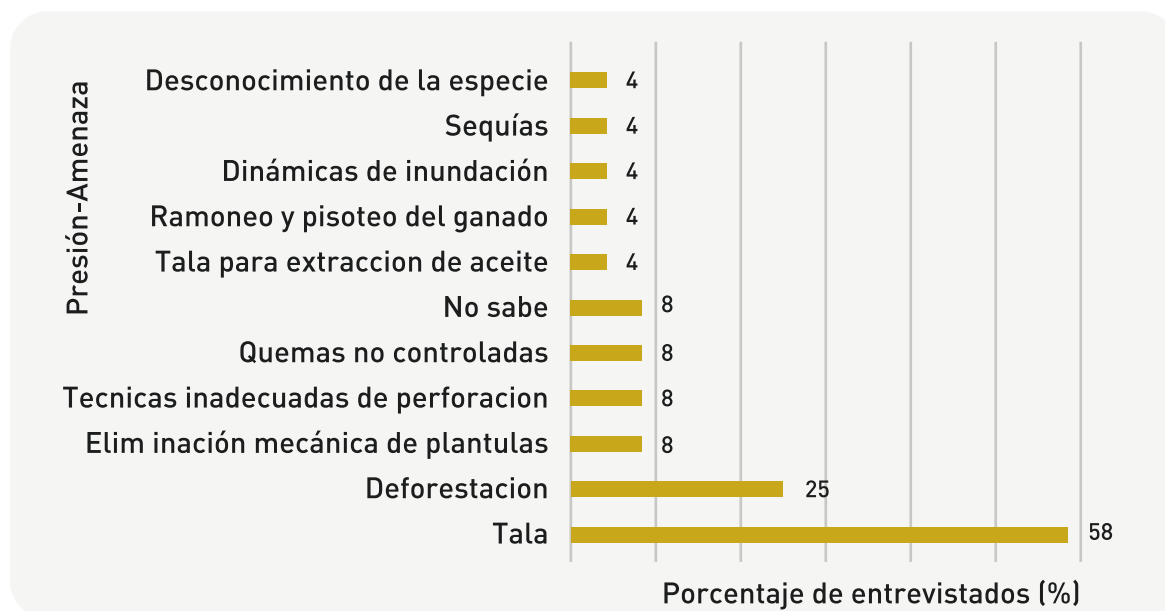


Figura 59. Presiones y amenazas para el palo de aceite en las ventanas de estudio.

Fuente: FOB, 2023.

Se identificaron otras presiones y amenazas como la eliminación mecánica de las plántulas durante procesos de limpia de potreros para la actividad ganadera, además de que el ganado también deteriora y elimina regeneración natural a través del ramoneo y pisoteo tanto en sistemas de pastos como en bosques. Otro aspecto relacionado con la ganadería es la generación de quemadas no controladas para el manejo de los pastos. También se identificaron algunas afectaciones a la población, relacionadas con la extracción del aceite, cuando se usa una técnica destructiva que consiste en derribar todo el árbol para obtener el aceite, y cuando se perfora de forma inadecuada, favoreciendo la entrada de plagas y enfermedades.

Otro aspecto a tener en cuenta tiene que ver con dinámicas climáticas, pues algunos entrevistados manifestaron que tanto las inundaciones como las sequías afectan la población. En cuanto a las inundaciones, el entrevistado se refirió al llenado de los rebalses donde se mueren las plántulas por ahogamiento. Las dinámicas de inundación son normales en época de invierno en la Orinoquía, y el palo de aceite

es afín a esto por ser una especie que crece cerca a cuerpos de agua, sin embargo, vale la pena en futuros estudios, evaluar cómo estas dinámicas podrían llegar a afectar a la población, entendiendo que las temporadas invernales y de sequía cada vez son más contrastantes y extremas, y que a pesar de la afinidad de la especie a crecer cerca a cuerpos de agua, la regeneración natural se pierde por ahogamiento.

En concordancia con los resultados de la consulta de información sobre la especie, realizada para el presente plan, los entrevistados también mencionaron que una de las amenazas está relacionada con el desconocimiento de la especie. Adicionalmente, en los muestreos en campo para la caracterización de la población, se identificó que la extracción de corteza para la obtención de fibras de amarre, lo que localmente es denominado “majagua”, es una actividad que afecta a los individuos, pues como se observa en la Figura 60, genera malformaciones impidiendo un crecimiento normal, y favorece la entrada de plagas y enfermedades en el individuo.



Figura 60. Evidencia de malformaciones en árboles de aceite por extracción de majagua.
Fuente: FOB, 2023.

Percepción de los cambios poblacionales por parte de las comunidades

En cuanto a la percepción de cómo han variado históricamente las poblaciones del palo de aceite en las ventanas de estudio, el 75% de las personas entrevistadas manifestó que la población ha disminuido. Así mismo, en las herramientas de diagnóstico rural participativo de cartografía social y de entrevistas semiestructuradas declararon que “Cada

vez es más difícil encontrar un árbol de aceite para aprovechar”. Por su parte, algunas personas manifestaron que no tiene conocimiento al respecto (13%), que por el contrario la población ha aumentado pues se han sembrado árboles de la especie para el sombrío del ganado (8%) y también que la población no ha sufrido cambios (4%).



Figura 61. Herramienta de diagnóstico rural participativo de cartografía social-vereda La Virgen- Orocué Casanare.

Fuente: FOB, 2023.

Árbol de problemas

Los árboles de problemas son herramientas utilizadas en el ámbito de la resolución de problemas y la toma de decisiones. Estos árboles se emplean para analizar de manera visual y sistemática las causas y efectos de un problema específico, y así poder tomar decisiones abordando las causas del problema principal, con el objetivo de evitar los efectos negativos derivados de ello. Esquemáticamente, en el árbol de problemas se observan las causas del

problema en la parte inferior del árbol, el problema principal en la parte central y los efectos derivados del problema en la parte superior (Figura 62).

En el contexto del presente plan de manejo, se identifica como problema central el deterioro de las poblaciones de palo de aceite, y a partir de las presiones y amenazas identificadas y abordadas anteriormente, se identificaron las causas de este problema.

En la parte inferior del diagrama, se identifica el orden de relevancia de las causas o presiones y amenazas de la especie, donde, de acuerdo a los resultados del diagnóstico rural participativo, así como los resultados evidenciados en la caracterización de la estructura poblacional, la principal causa directa corresponde a la tala de árboles para aprovechamiento maderable, seguido de la deforestación, las prácticas inadecuadas de extracción de aceite y el desconocimiento de la especie, principalmente.

Los efectos del deterioro de las poblaciones de palo de aceite, ubicados en la parte superior del diagrama, se

resumen en la pérdida de los servicios ecosistémicos de provisión, regulación, hábitat y culturales (De Groot et al., 2010) que ofrece la especie, entendiendo que el palo de aceite provee materias primas que tienen diversos usos en la región, y que incluso son objeto de investigación por sus importantes beneficios para el ser humano. Además, la especie aporta positivamente en la regulación del clima local y global, así como en el ciclo hidrológico y las propiedades del suelo, secuestra carbono en su biomasa, es hábitat y alimento de diversas especies de fauna, y ofrece calidad estética del paisaje, además del arraigo y la importancia cultural que tiene la especie para los llaneros.

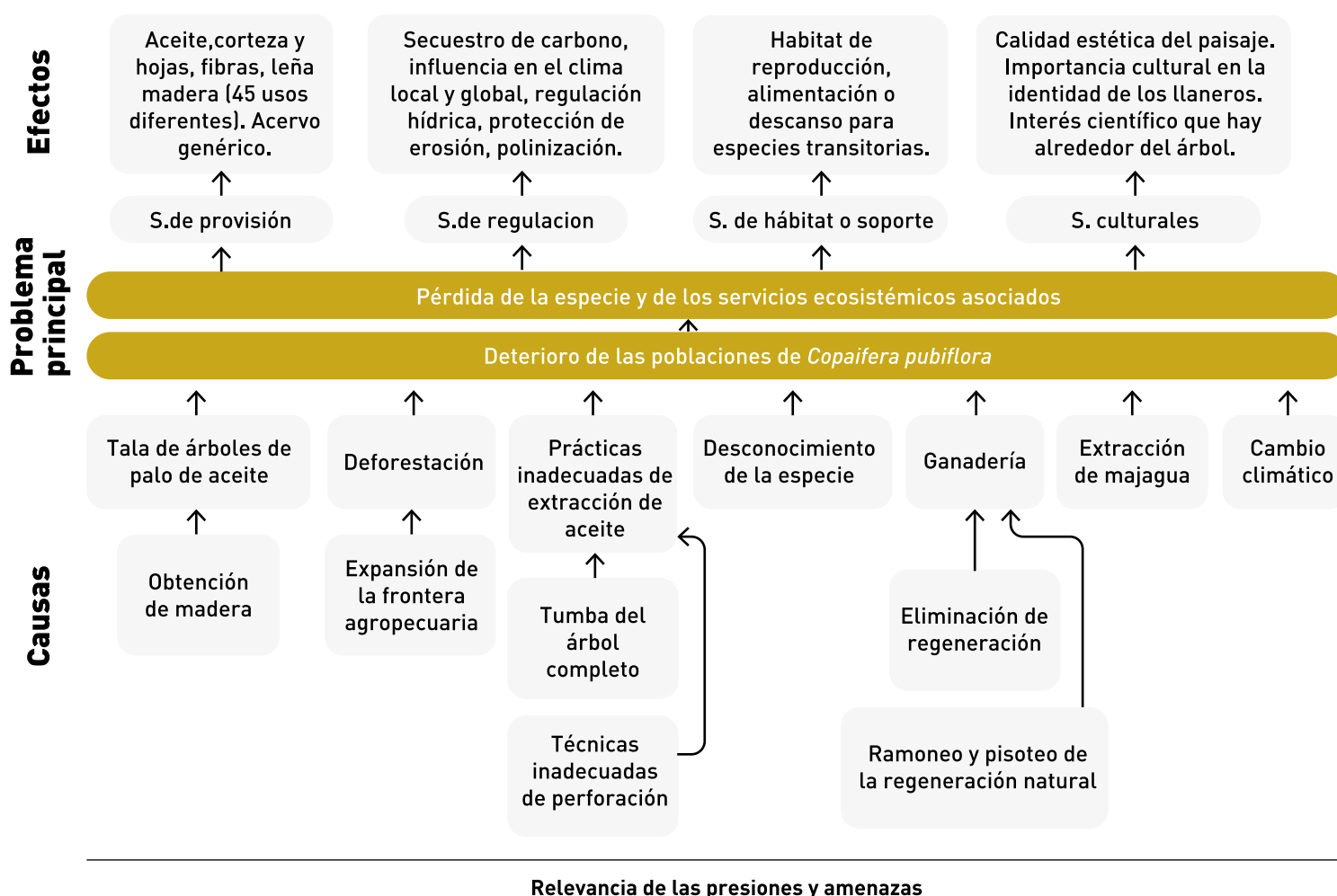


Figura 62. Árbol de problemas de acuerdo a las presiones y amenazas identificadas para la especie.

Fuente: FOB, 2023.

Identificación de acciones para la conservación y manejo de la especie

A partir del árbol de problemas planteado anteriormente (Figura 62), es posible cambiar todas las condiciones negativas a positivas, deseadas y viables a ser aplicadas por medio de la implementación del plan. En este sentido, todas las causas del problema se transforman en medios y los efectos en fines. Así mismo, el problema central se convierte en la solución, es decir, el escenario buscado con la implementación del plan, como se observa en la Figura 63.

Los medios para contrarrestar las causas del problema principal apuntan a asegurar la futura sostenibilidad de las poblaciones de palo de aceite como fin principal, pues engloban las causas del deterioro de las poblaciones y en este caso se configuran como las líneas de acción en la formulación del presente plan de manejo y conservación. En la parte inferior de la Figura 63, se observan las líneas de acción o medios para lograr el fin principal, y en la parte superior los fines a obtener con la implementación de dichas líneas de acción, que en últimas son el mantenimiento y aumento de los servicios ecosistémicos prestados por el palo de aceite en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada, jurisdicción de Corporinoquia.

De acuerdo a Kattan, Mejía y Valderrama (2005), para la formulación de planes de manejo de especies focales, es preciso

abarcas cinco líneas de acción que incluyen todos los ámbitos de acción a ser considerados, por lo que se adaptaron teniendo en cuenta que se ajustan al alcance y el contexto del presente plan de manejo y conservación del palo de aceite. Dichas líneas de acción son: 1) Investigación y monitoreo, 2) Instrumentos de política y gestión, 3) Conservación y manejo de poblaciones *in situ*, 4) Conservación y manejo de poblaciones *ex situ*, y 5) Educación y comunicación. De cada una de las líneas de acción se desprenden diversas acciones que se proponen como alternativas de manejo para asegurar la sostenibilidad de la especie. Las acciones, con sus resultados esperados, metas, objetivos, y actores involucrados se describen en el siguiente capítulo, correspondiente a la formulación del plan y conservación y manejo.

Adicionalmente, en la Figura 63 se establece un orden de prioridad para las líneas de acción, considerando la investigación como punto de partida primordial para implementar lineamientos de manejo para la sostenibilidad de la población, y que a su vez, estos lineamientos de manejo deben articularse por medio de instrumentos normativos y de gestión a nivel regional para que sean aplicables por la comunidad, por lo que los instrumentos de política y gestión se ubican en segundo lugar.

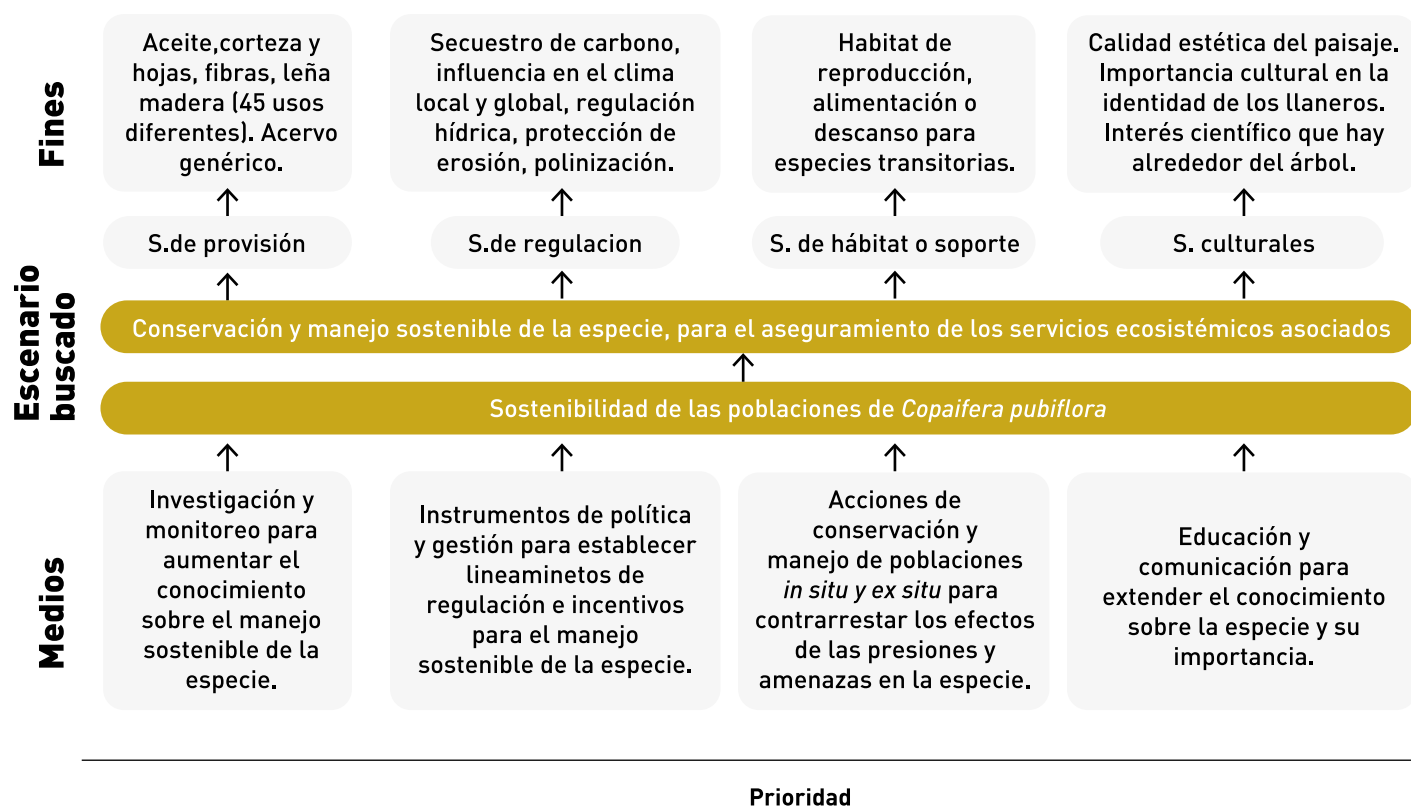


Figura 63. Árbol de medios y fines para apuntar a la sostenibilidad de las poblaciones de palo de aceite.
Fuente: FOB, 2023.



Estrategia de conectividad

Análisis multicriterio de calidad de hábitat

Partiendo del ámbito espacial, es posible distinguir áreas menos propicias (de alta resistencia) que señalan lugares donde las especies enfrentan dificultades para establecerse, dispersarse y desplazarse, debido al costo energético o al riesgo de mortalidad entre los distintos parches de hábitat que componen un paisaje (Isaacs-Cubides *et al.*, 2017). Con el fin de identificar áreas relevantes para la conservación y que también promuevan la conectividad, se analizaron variables bióticas, abióticas y antrópicas que podrían influir en el establecimiento natural y la dispersión del árbol de aceite. Estas variables fueron seleccionadas a partir de datos secundarios, cartografía disponible y observaciones de campo sobre vegetación y otros aspectos del entorno.

La información sobre la composición y estructura de las parcelas de vegetación, los registros de la especie hallados a través de los muestreos específicos y la información secundaria se contrastó con datos sobre los elementos del paisaje, como la cobertura vegetal, relieve, textura,

fertilidad y acidez de suelos, la distancia a las vías y la distancia a los centros poblados, con el objetivo de determinar su efecto en los patrones de distribución de la especie. Se adaptó la metodología de Yeomans (1986) y se asignaron puntuaciones a diversos factores del paisaje que se consideran cruciales para la configuración del corredor, los cuales pueden facilitar o restringir la dispersión y el establecimiento de la especie.

Este tipo de análisis permite identificar las áreas donde es más probable encontrar la especie, teniendo en cuenta la presencia de conflictos y obstáculos para su establecimiento. Se desarrolló una fórmula y, utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se llevó a cabo un análisis multicriterio para identificar áreas de importancia para la conectividad. Se modeló la estructura de conexión basándose en características que favorecen la propagación de la especie y establecimiento de la especie y permiten flujos ecológicos funcionales.

Variables utilizadas para determinar la calidad del hábitat



Factor biótico

Variable

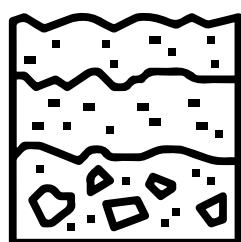
Cobertura

Característica

Puntuación de
calidad de
hábitat categoría

Puntaje

Otras coberturas	Nula	0
Vegetación secundaria o en transición	Baja	1
Bosque denso	Moderada	2
Bosque de galería	Alta	3



Factor abiótico

Variable

Fertilidad de suelos

Característica

Puntuación de
calidad de
hábitat categoría

Puntaje

Otra fertilidad	Nula	0
Media	Baja	1
Media Baja	Moderada	2
Baja	Alta	3

Variable

Acidez de suelo

Característica

Puntuación de
calidad de
hábitat categoría

Puntaje

Otra acidez	Nula	0
Neutro	Baja	1
Acido	Moderada	2
Fuertemente acido	Alta	3

Variable

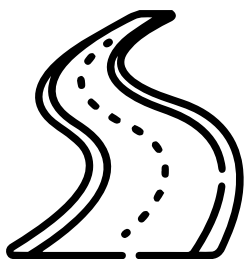
Relieve

Característica

Puntuación de
calidad de
hábitat categoría

Puntaje

Otro relieve	Nula	0
Abanicos y glaciares	Baja	1
Terrazas	Moderada	2
Plano de inundación	Alta	3



Factor atrópico

Variable

Distancia a vías

Característica

< 3 Km

< 10 Km

> 10 Km

Puntuación de

calidad de

hábitat categoría

Puntaje

Baja

Moderada

Alta

1

2

3

Variable

Distancia a asentamientos

Característica

< 3 Km

< 10 Km

> 10 Km

Puntuación de

calidad de

hábitat categoría

Puntaje

Baja

Moderada

Alta

1

2

3

Variable

Cercanía a áreas protegidas
o de manejo especial

Característica

Áreas objeto de

zonificación ambiental

Áreas de amortiguación

PNN, AICAS, Reservas

Naturales de la Sociedad

Civil

Puntuación de

calidad de

hábitat categoría

Puntaje

Baja

Moderada

Alta

1

2

3

Fuente: FOB, 2023.

Por tanto, la calidad del hábitat se determinará como: $CH = C \times FS \times AS \times R \times DV \times DA \times AP$

Donde: CH; Calidad de hábitat, C, Cobertura, FS; Fertilidad del suelo, AS; Acidez del suelo, R; Relieve, DV, Distancia a vías; DA; Distancia a asentamientos y CP Cercanía a áreas protegidas o de manejo especial.

Con base en los criterios expuestos anteriormente para el análisis de calidad de hábitat, se presentan el análisis

multicriterio realizado, en la Figura 64 se observa de forma gráfica el resultado obtenido para la calidad de hábitat en la jurisdicción de Corporinoquia postulado en tres categorías, alta media y baja, las zonas con alta calidad de hábitat se representan principalmente por zonas con bosques de galería y zonas que permanecen inundadas parte del año.

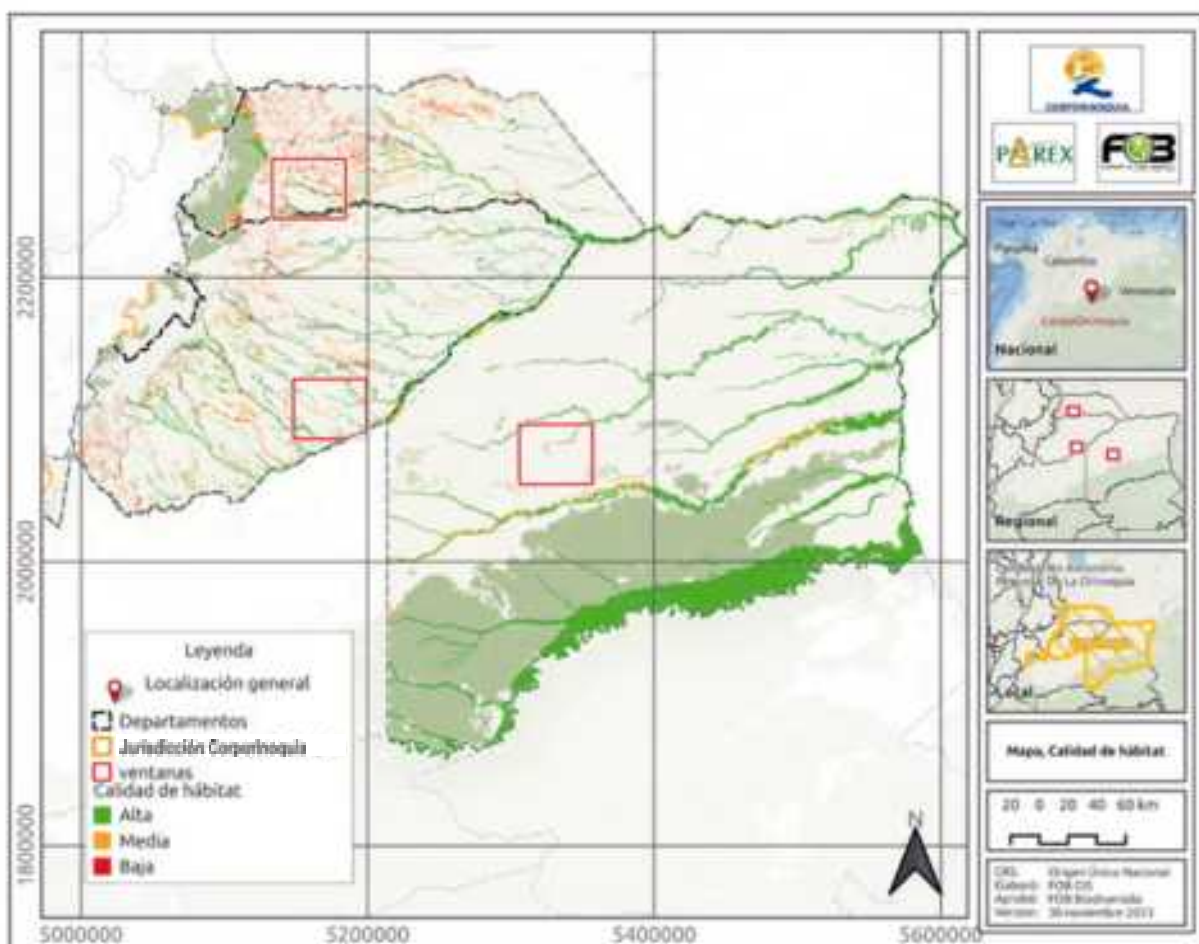


Figura 64. Calidad de hábitat según análisis multicriterio

Fuente: FOB, 2023.

Diseño de estrategia de conectividad

Para el desarrollo de una estrategia de conectividad de la especie *C. pubiflora* en la jurisdicción de Corporinoquia se unificaron varios criterios, entre ellos la distribución actual y potencial de la especie, las áreas de idoneidad ecosistémica determinados por el análisis multicriterio de calidad de hábitat a continuación y las áreas estratégicas de enlace. La estrategia de conectividad se compone de tres ítems principales a) Corredores de enlace como un elemento lineal constituidos por bandas de anchura variable y definidos por las áreas de bosque de galería identificados a partir del modelo de distribución potencial y ; b) Áreas estratégicas de enlace que hacen referencia a zonas de conservación que

son relevantes por la importancia de los hábitats objeto que contienen tramos fluviales que interceptan los corredores de enlace y c) Áreas de enlaces menores, compuestas por áreas con coberturas boscosas y cuerpos hídricos que permitan conectar los corredores de enlace con las áreas estratégicas las cuales se presentan en la Tabla 6 y Figura 65., las cuales están compuestas por 46 áreas con categorías especiales tales como reservas naturales de la sociedad civil, distritos de manejo integrado y parques naturales nacionales, las cuales presentan condiciones ecológicas para el establecimiento y desarrollo de la especie.

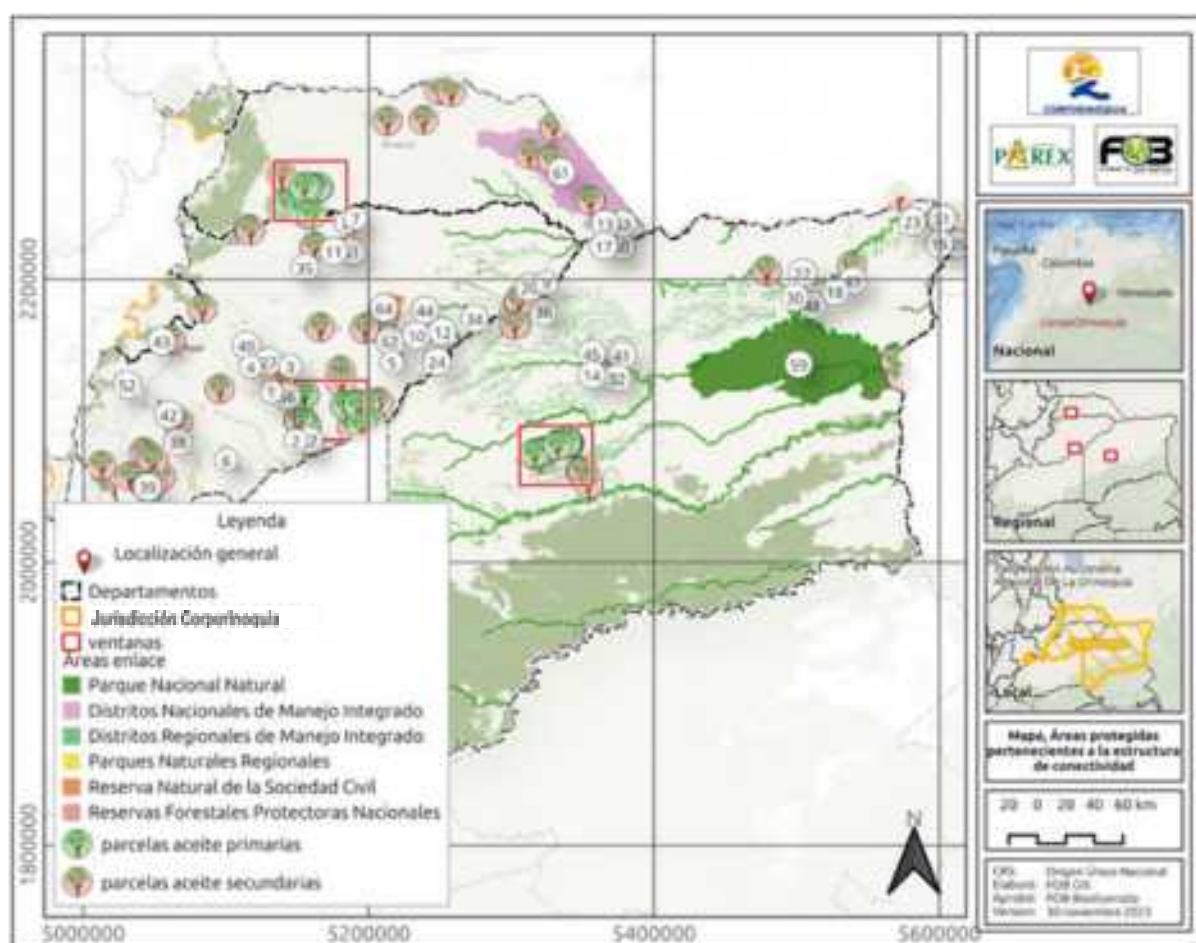


Figura 65. Áreas estratégicas para el desarrollo de la estrategia de conectividad

Fuente: FOB, 2023.

Tabla 6. Áreas estratégicas para conectividad de *C. pubiflora*

Municipio	Categoría	Nombre	Código en mapa
Arauca	Distritos Nacionales de Manejo Integrado	Cinaruco	61
Cravo Norte	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Bombay	17
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	El Horizonte	13
Hato Corozal	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Las Pinas	8
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Santa Trinidad	7
Maní	Distritos Regionales de Manejo Integrado	El Bocachico	38
	Distritos Regionales de Manejo Integrado	El Tinije	42
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Corozito	6
Orocué	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Caño Viejo	29
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Palmarito Casanare	2
Paz de Ariporo	Reserva Natural de la Sociedad Civil	El Tirriagal	34
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	La Aurora	11
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	La Esmeralda	12
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	La Florida	35
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	La Provincia	9
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Taparas	64
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Toraiba	36
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Veracruz	20
San Luis de Palenque	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Altamira	25
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Cano Viejo	29
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	El Boral	28
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Hato Venecia De Guanapalo	4
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	La Bohemia	21
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	La Bramadora	1
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	La Travesada	33
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Mata de Palma	26
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Matabrava	3
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Montana	27
Tauramena	Distritos Regionales de Manejo Integrado	Mata de la Urama	39
	Parques Naturales Regionales	San Miguel de los Farallones	52
Trinidad	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Limal	10
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Medano Los Morruco	5
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Miravalles	24
Yopal	Reservas Forestales Protectoras Nacionales	Cuenca Hidrográfica de la Quebrada la Tablona	43
La Primavera	Reserva Natural de la Sociedad Civil	El Cachicamo	16
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	El Gavilán	45
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Santana	32
Puerto Carreño	Parque Nacional Natural	El Tuparro	59
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	San Luis	22
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Anelim	18
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Donana	23
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	El Panuelo	31
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	La Campana	19
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	La Reina	30
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	La Ventana	15
	Reserva Natural de la Sociedad Civil	Bojonawi	18

Fuente: FOB, 2023.

Con base en el análisis anterior se plantean los siguientes corredores biológicos como áreas principales de conectividad ecológica de la especie *C. pubiflora*, teniendo en cuenta las áreas con alta calidad de hábitat, el modelo de distribución potencial y las áreas estratégicas se plantean áreas de bosque de galería relacionadas a cursos continuos de agua, con características de suelos inundables y cercanía a áreas con figuras de conservación donde se puedan movilizar los polinizadores y dispersores de la especie (ver Figura 66.).

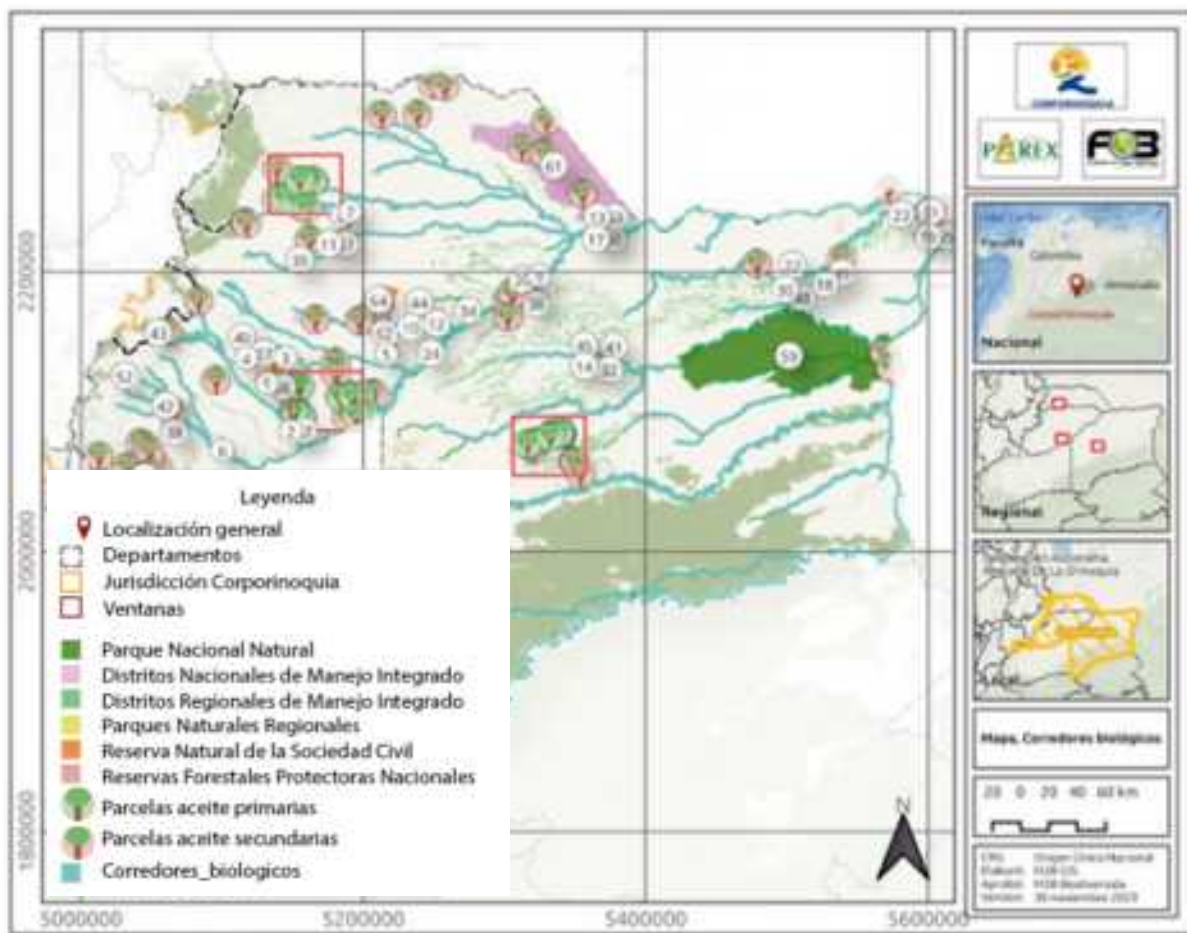


Figura 66. Corredores biológicos para *C. pubiflora*

Fuente: FOB, 2023.



Capítulo 7

Líneas de Acción

Dentro de las acciones realizadas para la formulación del plan de acción se llevó a cabo una mesa técnica el día 7 de noviembre de 2023 en la ciudad de Yopal, Casanare (Figura 67), que contó con la participación de 23 personas de corporaciones, institutos de investigación, ONGs, universidades y gobierno local, así como representantes de comunidades de la región y actores privados que ejercen la extracción, transformación y comercialización del aceite de palo. La lista de asistencia correspondiente se adjunta como anexo documental. Dicha reunión fue de vital importancia para la formulación del plan en cada una de sus líneas de acción, pues a partir de la socialización de todo el diagnóstico realizado para el plan, los asistentes aportaron sus opiniones para el fortalecimiento del plan con base en su amplia experiencia y conocimiento en cuanto al manejo de recursos forestales y específicamente sobre el palo de aceite.

A continuación, se presenta el esquema de cada una de las cinco líneas de acción: Investigación y monitoreo, Instrumentos de política y gestión, Conservación y manejo de poblaciones *in situ*, Conservación y manejo de poblaciones *ex situ* y Educación y comunicación, con sus respectivos objetivos, acciones, la descripción de los resultados esperados, los productos a obtener, metas, indicadores, aliados estratégicos, y duración. En cuanto a la duración, se plantean acciones de corto, mediano y largo plazo, donde el corto plazo se refiera a acciones cuya ejecución se proyecta a un año, el mediano plazo de 1 a 5 años y el largo plazo de 5 a 10 años.



Figura 67. Mesa técnica de expertos en el marco de la formulación del plan de conservación y manejo del palo de aceite.
Fuente: FOB, 2023.

Investigación y monitoreo



Objetivo 1

Realizar estudios sobre ecología, propagación y silvicultura.

Acción 1 ►

Generar una guía de identificación de campo de fácil aplicación para las dos especies más comunes en la región (*C. officinalis* y *C. pubiflora*), a partir de características morfológicas de las especies del género.

Resultados esperados

Se espera que se produzca una guía mediante la cual cualquier persona pueda identificar qué especie del género posee en su predio o en cualquier zona de interés en la jurisdicción de Corporinoquia, usando caracteres morfológicos tanto vegetativos como reproductivos.



Duración
Corto plazo

Indicadores

(Especies descritas en la guía/Número de especies presentes en la jurisdicción de Corporinoquia)*100

Productos

Guía de identificación de las especies de *Copaifera* presentes en la jurisdicción de Corporinoquia.

Metas

Elaborar una guía de identificación de especies del género *Copaifera* diseñada y publicada.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, Institutos de investigación, Universidades, ONGs, empresas relacionadas al uso, transformación y comercialización del aceite de palo, actores privados, comunidades locales.

Acción 2 ►



Duración
Corto plazo

Indicadores

(Número de predios identificados/Número de total de predios identificados para

Priorizar y seleccionar predios para investigación y monitoreo del palo de aceite.

Resultados esperados

Se espera focalizar la investigación de la especie en predios bajo figuras de protección para asegurar procesos investigativos sostenibles en el tiempo, y así mismo, incluir a los actores interesados en el uso y manejo del palo de aceite como criterio para la selección de los predios, y que esto confluya en la investigación y el monitoreo participativo con las comunidades locales.

incluir en la red de investigación y monitoreo)*100

(Número de predios seleccionados para la estrategia de investigación y monitoreo/Número total de predios a seleccionar para la estrategia)*100.

Productos

Proceso de selección de predios de actores interesados en el manejo del palo de aceite.

Metas

Identificar al menos tres predios por departamento, y al menos un predio seleccionado por departamento.

Aliados Estratégicos

Corporinoquia, ONGs, actores privados, comunidades locales, empresas relacionadas al uso, transformación y comercialización del aceite de palo.

Acción 3 ►

Establecer una red de parcelas permanentes de monitoreo participativo de poblaciones de palo de aceite.

Resultados esperados

A partir del establecimiento de la red de parcelas permanentes de monitoreo, se espera que las poblaciones de palo de aceite de la jurisdicción de Corporinoquia sean estudiadas con un enfoque integral, participativo y multitemporal. Las parcelas se deben establecer principalmente en bosques de galería, los cuales son el hábitat preferente de la especie.



Duración
Mediano
plazo

Indicadores

(Número de parcelas permanentes de monitoreo establecidas/Número total de parcelas planteadas para la jurisdicción)*100

Productos

Red de parcelas permanentes de monitoreo de *C. pubiflora* en Arauca, Casanare y Vichada.

Metas

Establecer al menos una parcela permanente por departamento.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, Institutos de investigación, Agrosavia, SENA, Universidades, ONGs, actores privados, comunidades locales, empresas relacionadas al uso, transformación y comercialización del aceite de palo.

Acción 4 ►

Validar el modelo de distribución de *C. pubiflora* en la jurisdicción de Corporinoquia.



Duración
Corto plazo

Indicadores

(Área con presencia de *C. pubiflora* calculada a partir de muestreo en el área determinada por el modelo/Área total con presencia de *C. pubiflora* según el modelo de distribución)*100 ≥ 80%

Resultados esperados

A partir de validación en campo del modelo de distribución, se espera comparar lo obtenido en el modelo, versus las existencias reales de *C. pubiflora*. Se espera que, a partir del resultado de la validación, se ajuste el modelo, de ser necesario, pues es una herramienta útil a la hora de plantear medidas de manejo para la especie.

Productos

Estudio para la validación del modelo de distribución de la especie.

Metas

Un estudio para la validación realizado.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, ONGs, actores privados, comunidades locales.

Acción 5 ►

Realizar estudios sobre la propagación de *C. pubiflora*.

Resultados esperados

A partir de estos estudios, se espera que se identifiquen los aspectos clave para la propagación efectiva de la especie en la jurisdicción de Corporinoquia. Estos estudios integran el conocimiento tradicional que tienen las comunidades acerca del palo de aceite, y el conocimiento científico y técnico aplicado.

Productos

Estudio sobre selección de fuentes semilleras, y cuantificación de la oferta de semillas en la especie.

Metas

Un estudio sobre fuentes semilleras realizado.



Duración
Mediano plazo

Indicadores

(Número de estudios realizados sobre la propagación de *C. pubiflora*/Número total de estudios sobre propagación planteados (7))*100

Estudio sobre tratamientos pre-germinativos.

Un estudio sobre tratamientos pre-germinativos realizado.

Estudio sobre requerimientos lumínicos para la propagación en vivero de *C. pubiflora*.

Un estudio sobre requerimientos lumínicos realizado.

Estudio sobre requerimientos edáficos para la propagación en vivero de *C. pubiflora*.

Un estudio sobre requerimientos edáficos realizado.

Estudio sobre requerimientos hídricos para la propagación en vivero de <i>C. pubiflora</i> .	Un estudio sobre requerimientos hídricos realizado.
--	---

Estudio sobre viabilidad de semillas de <i>C. pubiflora</i> . Incluye determinación del tipo de semillas de acuerdo a su longevidad, métodos de almacenamiento, determinación de calidad de semillas, control de plagas y enfermedades en semillas y plántulas.	Un estudio sobre viabilidad de semillas realizado.
---	--

Estudio sobre calidad y requerimientos para el manejo de plántulas obtenidas en vivero y a partir de rescate en campo.	Un estudio sobre manejo de plántulas realizado.
--	---

Aliados estratégicos

Corporinoquia, Institutos de investigación, Universidades, ONGs, actores privados, Agrosavia, ICA, empresas relacionadas al uso, transformación y comercialización del aceite de palo, SENA, comunidades locales.

Acción 6 ►

 **Duración**
Mediano
plazo

Indicadores

(Número de estudios realizados sobre ecología de *C. pubiflora*/Número total de estudios sobre ecología planteados)*100

Realizar estudios sobre la ecología de *C. pubiflora*.

Resultados esperados

A partir de estos estudios, se espera que se caractericen procesos ecológicos de interacción con otras especies.

Productos

Estudio sobre agentes polinizadores del palo de aceite.

Metas

Un estudio sobre agentes polinizadores realizado.

Estudio sobre agentes dispersores del palo de aceite.

Un estudio sobre agentes dispersores realizado.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, Institutos de investigación, Universidades, ONGs, actores privados, Agrosavia, empresas relacionadas al uso, transformación y comercialización del aceite de palo, SENA, comunidades locales.

Acción 7 ►

Realizar estudios sobre la silvicultura de bosque natural para *C. pubiflora*.

Resultados esperados

A partir de estos estudios, se identifican las prácticas y técnicas específicas para el manejo y cultivo del palo de aceite para optimizar la producción (enfocada en el PFNM) y la sostenibilidad de la especie. Se espera que la recopilación de la información obtenida se consolide en el paquete tecnológico para el establecimiento y manejo de la especie en su hábitat natural, que esté disponible para los interesados. Así mismo, estos estudios se complementan con el conocimiento tradicional de las comunidades locales en la jurisdicción de Corporinoquia.

Productos

Estudio sobre preferencias edafoclimáticas de la especie, determinación del Sitio.

Metas

Un estudio de Sitio para *C. pubiflora* realizado.

Estudio sobre métodos para el establecimiento de la especie en modelos de enriquecimiento de bosque natural.

Un estudio sobre establecimiento de la especie realizado.

Estudio sobre el manejo de plagas y enfermedades de la especie.

Un estudio sobre manejo de plagas y enfermedades realizado.

Estudio sobre prácticas silviculturales como aclareo y poda para la especie.

Un estudio sobre prácticas silviculturales realizado.

Estudio sobre crecimiento diamétrico y en altura.

Un estudio sobre crecimientos de la especie.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, Institutos de investigación, Universidades, ONGs, actores privados, Agrosavia, empresas relacionadas al uso, transformación y comercialización del aceite de palo, SENA, comunidades locales.



Duración
Largo plazo

Indicadores

(Número de estudios realizados sobre silvicultura de *C. pubiflora*/Número total de estudios sobre silvicultura planteados en la acción (5))*100



Objetivo 2

Realizar estudios sobre métodos de aprovechamiento sostenible de aceite de palo.

Acción 1 ►

Identificar y consolidar red de extractores y comercializadores de aceite de palo en la jurisdicción de Corporinoquia.

Resultados esperados

Mediante esta acción se busca crear una red de personas que aprovechen de manera comercial el aceite de palo, con el fin de incluirlos como actores clave en las estrategias de investigación y monitoreo de *C. pubiflora* (así como en las demás líneas de acción). Se busca tener un enfoque inclusivo respecto a la diversidad de técnicas tradicionales que tienen las comunidades locales para la extracción y el uso del aceite. Se espera tener canales de comunicación directos con los actores de la red, y su participación en la ejecución de las acciones.



Duración
Corto plazo

Indicadores

(Número de actores incluidos en la red/Número de actores identificados en la jurisdicción de Corporinoquia)*100

Productos

Red de extractores de aceite de palo en la jurisdicción de Corporinoquia.

Metas

Una red de extractores de aceite de palo creada.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, comunidades locales, empresas relacionadas al uso del aceite de palo, empresas relacionadas al uso, transformación y comercialización del aceite de palo.

Acción 2 ►

Realizar estudios sobre la extracción sostenible del PFNM.

Resultados esperados

Se espera que integrando el conocimiento tradicional de las comunidades, con la inclusión participativa de la red de extractores de aceite de palo y la investigación multitemporal derivada de la red de parcelas de monitoreo, se identifiquen las prácticas de extracción sostenible del aceite de palo, con el objetivo de evitar el deterioro de las poblaciones.



Duración
Largo plazo

Indicadores

(Número de estudios realizados sobre extracción sostenible de aceite/Número total de estudios planteados en la acción)*100

Productos

Estudio sobre métodos de ahuecado y periodicidad para extracción sostenible de aceite.

Metas

Un estudio sobre los métodos de ahuecado y periodicidad realizado.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, Institutos de investigación, Universidades, ONGs, actores privados, SENA, Agrosavia, empresas relacionadas al uso, transformación y comercialización del aceite de palo.

Acción 3 ►

Caracterizar de la cadena de valor del PFNM aceite de palo.

Resultados esperados

A partir de la caracterización de la cadena de valor del PFNM aceite de palo, se describen los procesos necesarios y las características para su producción, identificando diferentes mercados potenciales de acuerdo a los diferentes usos que tiene y su propuesta de valor como producto diferencial. Se espera consolidar una publicación con la información de la cadena de valor del aceite de palo como PFNM promisorio.



Duración
Corto
plazo

Indicadores

Estudio realizado al
100%.

Productos

Estudio de caracterización de la cadena de valor del aceite de palo.

Metas

Un estudio de caracterización de la cadena de valor realizado.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, Institutos de investigación, Universidades, ONGs, empresas relacionadas al uso, transformación y comercialización del aceite de palo, actores privados, comunidades locales.



Línea de Acción 2

Instrumentos de política y gestión para la conservación y manejo del palo de aceite



Objetivo 1

Generar instrumentos normativos para el uso y manejo sostenible de la especie.

Acción 1 ►

Formular protocolo para el manejo sostenible del palo de aceite, y adopción de dicho protocolo mediante acto administrativo por parte de Corporinoquia.



Duración
Mediano
plazo

Resultados esperados

Se espera que a partir de los estudios derivados de la línea de acción 1, relacionados con el uso y manejo sostenible y la caracterización de la cadena de valor de la especie, se consolide un protocolo para su manejo sostenible. Una vez obtenido el protocolo, se espera que este sea acogido legalmente por parte de la corporación para su cumplimiento en la jurisdicción, y de esta manera contar con un instrumento para la regulación del uso del recurso.

Indicadores

Protocolo realizado al 100%.

Productos

Protocolo para el manejo sostenible del palo de aceite.

Metas

Un protocolo de manejo sostenible del palo de aceite formulado.

Indicadores

Documento legal de adopción del protocolo (resolución) emitido.

Documento legal de adopción del protocolo (acto administrativo).

Protocolo adoptado legalmente por parte de la corporación.

Aliados estratégicos

MADS, Corporinoquia, institutos de investigación, empresas relacionadas al uso, transformación y comercialización del aceite de palo, comunidades locales.

Acción 2 ►



Duración
Corto plazo

Indicadores

Número de resoluciones emitidas a partir de 2024 que incluyen a *C. pubiflora* como requisito para la compensación de bosque de galería.

Incluir al palo de aceite en los portafolios de compensación de la Corporación.

Resultados esperados

Se espera que en los requisitos legales impuestos por parte de la corporación a aquellas empresas que tienen que incurrir en acciones de compensación por sus actividades, se incluya al palo de aceite como una de las especies a establecer en los arreglos florísticos para la cobertura de bosque de galería en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada.

Productos

Resoluciones de establecimiento de requisitos de compensación con inclusión de *C. pubiflora* como una de las especies de obligatorio establecimiento en los arreglos florísticos.

Metas

Las resoluciones de compensación para bosque de galería emitidas a partir del 2024 incluyen a *C. pubiflora*.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, empresas obligadas a incluir planes de compensación en sus actividades, actores privados.



Objetivo 2

Generar alternativas económicas que incentiven la conservación y manejo sostenible del palo de aceite.

Acción 1 ►



Duración
Mediano plazo

Indicadores

(Número de extractores de aceite con licencia/Número total de extractores de aceite identificados en la jurisdicción de Corporinoquia)*100

Generar una licencia de aprovechamiento para los productores de aceite que se acojan al protocolo de manejo sostenible de la especie.

Resultados esperados

Con la aplicación de esta acción se espera que los productores de aceite obtengan un beneficio económico a partir de la extracción y comercialización del PFNM, enmarcando sus acciones en los lineamientos establecidos en el protocolo para el manejo sostenible de la especie. Las prácticas sostenibles llevadas a cabo por los productores, serán verificadas y avaladas por medio de la licencia de aprovechamiento, la cual les dará la posibilidad de realizar aprovechamiento de aceite en la jurisdicción de Corporinoquia.

Productos

Licencia para el aprovechamiento sostenible de *C. pubiflora* para la jurisdicción de Corporinoquia.

Metas

100% de los extractores y comercializadores de aceite identificados, cuentan con licencia para el aprovechamiento sostenible.

Aliados estratégicos

MADS, ONGs, Corporinoquia, comunidades locales, empresas relacionadas al uso, transformación y comercialización del aceite de palo.

Acción 2 ►

Incentivar la comercialización de semillas y plántulas de palo de aceite.

Resultados esperados

A partir de esta acción, se espera que la comercialización se lleve a cabo por parte de familias de la región, las cuales obtienen las semillas y plántulas bajo criterios de calidad y sostenibilidad, y aumentan el sentido de apropiación y cuidado por la especie. La compra del material vegetal estaría a cargo de la corporación en coordinación con entidades privadas que tengan certificación del ICA.



Duración
Mediano
plazo

Indicadores

- Programa formulado al 100%.
- (Número de familias beneficiadas con el programa de comercialización de material vegetal de *C. pubiflora*/Número de familias propuestas para incluir en el programa)*100

Productos

Formulación y puesta en marcha de programa de comercialización de material vegetal de palo de aceite en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada.

Metas

- Programa de comercialización de semillas y plántulas formulado.
- Al menos 10 familias beneficiadas por departamento.

Aliados estratégicos

MADS, ONGs, Corporinoquia, ICA. Cormacarena, Institutos de investigación, entidades privadas dedicadas a la comercialización de material vegetal, comunidades locales.



Objetivo 1

Realizar proyectos de propagación y restauración de poblaciones de palo de aceite.

Acción 1 ►

Generar alianzas con viveros regionales para la recepción y propagación de material vegetal de *C. pubiflora*.



Duración
Corto plazo

Indicadores

(Número de viveros incluidos en la red/Número total de viveros propuestos)*100.

Resultados esperados

Se espera consolidar una red de viveros para la propagación de material vegetal de palo de aceite. Estos viveros deben cumplir con los requisitos establecidos por el ICA. La presente acción va de la mano con la acción de compra de material vegetal a familias locales (Línea de acción 2, objetivo 2). Adicionalmente, esta acción está encaminada a asegurar la oferta de material vegetal, necesaria para abarcar las acciones de las líneas de acción de conservación y manejo de poblaciones *ex situ* e *in situ*.

Productos

Red de viveros para la propagación de palo de aceite en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada.

Metas

Al menos tres viveros por departamento incluidos en la red.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, ONGs, ICA, viveros regionales, actores privados, comunidades locales, empresas relacionadas al uso, transformación y comercialización del aceite de palo.

Acción 2 ►

Formular proyectos de restauración de palo de aceite en la jurisdicción de Corporinoquia.

Resultados esperados

Se espera que, a partir la formulación y posterior implementación de proyectos de restauración de las poblaciones de palo de aceite, en un mediano a largo plazo, se observe un comportamiento poblacional más favorable en su hábitat natural (bosque de galería) en la jurisdicción de Corporinoquia. Esta acción va de la mano con la acción 1 de la presente línea de acción (objetivo 1).



Duración
Corto y
mediano
plazo

Indicadores

(Número de
proyectos
formulados/Número
de proyectos
propuestos (3))*100

Productos

Proyectos de restauración de palo de aceite mediante arreglos de enriquecimiento de bosque de galería para Arauca, Casanare y Vichada.

Metas

Al menos un proyecto de restauración de palo de aceite formulado por departamento.

Aliados Estratégicos

Corporinoquia, ONGs, actores privados, viveros regionales, comunidades locales, empresas relacionadas al uso, transformación y comercialización del aceite de palo.



Objetivo 2

Realizar proyectos de restauración del hábitat del palo de aceite.

Acción 1



Formular y ejecutar proyectos de restauración del hábitat (bosques de galería) del palo de aceite en la jurisdicción de Corporinoquia.

Resultados esperados

Se espera que a partir de proyectos para la restauración del hábitat de la especie, en un mediano a largo plazo las poblaciones de *C. pubiflora* puedan seguir teniendo condiciones de hábitat necesarias para su crecimiento.



Duración
Largo plazo

Indicadores

(Número de
proyectos
formulados y
ejecutados/Número
total de proyectos
planteados (3))*100

Productos

Proyectos de restauración del hábitat del palo de aceite en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada.

Metas

Al menos tres proyectos de restauración del hábitat formulados y ejecutados por departamento.

Aliados estratégicos

MADS, Corporinoquia, ONGs, actores privados, comunidades locales.

Conservación y manejo de las poblaciones *ex situ*



Objetivo 1

Asegurar la conservación de la variabilidad genética del palo de aceite en programas de conservación *ex situ*

Acción 1 ►

Generar alianzas estratégicas para aportar a la conservación *ex situ* de la especie.

Resultados esperados

Mediante esta acción se espera que se generen alianzas con instituciones encargadas de conservar material vegetal vivo, genético y semillas para la propagación de la especie. Se espera que se tenga representatividad de las poblaciones de palo de aceite de la jurisdicción de Corporinoquia, para su conservación a largo plazo.



Duración
Corto a mediano plazo.

Indicadores

(Número de alianzas establecidas/Número total de alianzas proyectadas)*100

Productos

Alianzas interinstitucionales para la conservación de la especie.

Metas

Al menos 3 alianzas interinstitucionales para la conservación *ex situ* de la especie.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, Agrosavia, institutos de investigación, universidades.

Acción 2 ►

Fomentar la inclusión de la especie en sistemas agrosilvopastoriles.

Resultados esperados

A partir de esta acción, se espera que el palo de aceite sea incorporado en sistemas silvopastoriles en la jurisdicción de Corporinoquia. La arquitectura de la especie es óptima para ser implementada como sombrío para el ganado.



Duración
Mediano plazo

Indicadores

(Número de predios con SSP con palo de aceite/Número total de predios propuestos)*100

Productos

Establecimiento de individuos de palo de aceite en sistemas silvopastoriles (SSP) de la jurisdicción de Corporinoquia.

Metas

Al menos diez fincas en cada uno de los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada, con SSP que incluyen el palo de aceite.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, red de viveros, ONGs, actores privados, propietarios de predios con ganadería, comunidades locales.

Acción 3 ►

Desarrollar capacitaciones para la generación de capacidades en las comunidades locales, sobre el manejo sostenible del palo de aceite.

Resultados esperados

Mediante esta acción, se espera que se puedan impartir talleres en los cuales capacitar a los actores interesados en el uso y manejo sostenible del palo de aceite. Esta acción incluye la socialización de la información que surge de los resultados obtenidos en la línea de acción de investigación y monitoreo, información que será consolidada en el protocolo de manejo sostenible del palo de aceite y que se espera que las comunidades interioricen y pongan en práctica para asegurar la sostenibilidad de las poblaciones en la jurisdicción de Corporinoquia.

 **Duración**
Mediano
plazo

Indicadores

(Número de talleres realizados/Número de talleres propuestos)*100

Productos

Talleres de capacitación con las comunidades en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada.

Metas

Al menos tres talleres realizados en cada uno de los departamentos.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, Universidades, SENA, ONGs, comunidades locales.

Acción 4 ►

Generar instrumentos de socialización de información relacionada con el palo de aceite.

Resultados esperados

A partir de esta acción, se espera que las personas en general conozcan el palo de aceite, y se genere un sentido de apropiación y cuidado con la especie debido a su importancia ecológica y su gran potencialidad por los múltiples usos y beneficios para el ser humano. Los talleres de socialización deben dirigirse tanto a público adulto como joven, con el propósito de concientizar a las nuevas generaciones sobre la existencia e importancia de la especie. Se espera la generación de material audiovisual que tenga alcance a público de todo tipo a través de medios de comunicación y redes sociales.



Duración
Mediano
plazo

Indicadores

(Número de talleres realizados/Número total de talleres propuestos)*100

Indicadores

(Número de instrumentos audiovisuales producidos/Número de instrumentos audiovisuales propuestos)*100

Productos

Talleres de socialización con comunidades en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada.

Talleres de socialización dirigidos a población joven en colegios y universidades en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada.

Material audiovisual sobre el palo de aceite.

Metas

Al menos tres talleres realizados en cada uno de los departamentos.

Al menos tres talleres realizados en instituciones educativas en cada uno de los departamentos.

- Al menos una cartilla sobre el palo de aceite diseñada u divulgada (de manera impresa o digital).
- Al menos un video-corto-documental producido, sobre el palo de aceite en la jurisdicción de Corporinoquia.

Aliados estratégicos

Corporinoquia, Universidades, SENA, colegios, Alcaldías, ONGs, comunidades locales.



Capítulo 8

Conclusiones y recomendaciones

En el contexto del análisis dendrométrico llevado a cabo, se observa una distribución sesgada hacia las primeras clases diamétricas, indicando que la mayoría de los individuos objeto de estudio se encuentran concentrados en rangos inferiores de diámetro a la altura del pecho (DAP). La presencia de una proporción reducida de individuos con valores de DAP superiores a 50 cm sugiere una prevalencia de árboles de menor diámetro en la población analizada. Este fenómeno podría estar asociado a diversos factores, tales como aprovechamiento de individuos de mayores diámetros. Es crucial destacar que este patrón de distribución diamétrica puede tener implicaciones significativas para la dinámica poblacional y la estructura de la especie en la región, lo que demanda una evaluación más detallada de los factores determinantes que influyen en la distribución diamétrica observada.

En el proceso de evaluación de la regeneración natural, se constata que el crecimiento de los renuevos alcanza una altura máxima de 30 cm, tras lo cual se evidencia un fenómeno de mortalidad. Este comportamiento sugiere una fase crítica en el desarrollo de la regeneración, marcada por una limitación en el proceso de establecimiento y supervivencia de los renuevos más allá de dicho umbral altitudinal. La identificación de esta etapa específica de mortalidad en la regeneración natural plantea interrogantes sobre las condiciones ambientales, competencia intraespecífica, o la presencia de factores bióticos y abióticos que puedan influir en la viabilidad y persistencia de los renuevos. El análisis detallado de estas variables resulta imperativo para comprender las dinámicas detrás de este fenómeno y para orientar estrategias de manejo que fomenten el éxito continuo de la regeneración natural en el área de estudio.

Se destaca la presencia limitada de representantes en las categorías de brinzales y latizales. Este patrón divergente respecto al esperado desarrollo de una especie, la cual se caracteriza por mayor abundancia en las etapas iniciales de crecimiento, este comportamiento se debe a actividades como pisoteo de ganado dentro de los bosques, se recomienda ampliar los estudios sobre este fenómeno el cual puede presentar graves problemas para la especie en el futuro.

En el proceso de muestreo de árboles parentales, se observó una relación significativa entre la supervivencia de los renuevos y la disponibilidad de sombra. Los resultados indican que los renuevos muestran una mayor probabilidad de supervivencia cuando se encuentran bajo condiciones de sombreado, sugiriendo una dependencia positiva de esta variable ambiental para su viabilidad. Esta información resulta relevante en el manejo silvicultural y propagación de la especie.

La manifestación predominante de daño biológico y mecánico en los individuos estudiados se atribuye mayoritariamente a la extracción de majagua. Esta intervención antropogénica ha demostrado ser un factor desencadenante de problemas estructurales y fitosanitarios en los árboles, afectando negativamente tanto la integridad física como la salud general del arbolado. El daño biológico, derivado de la extracción de majagua, puede manifestarse a través de la introducción de patógenos y agentes causantes de enfermedades, comprometiendo la resistencia natural de los árboles. Además, la acción mecánica asociada a la extracción puede resultar en daños físicos directos, como heridas en la corteza y deformidades estructurales que impactan la estabilidad y la arquitectura del árbol. Aunque en la actualidad la práctica no es muy frecuente debe ser regulada.

La especie palo de aceite muestra un mejor desarrollo en bosques de galería. Este tipo de hábitat, caracterizado por condiciones específicas de suelo y disponibilidad hídrica, propicia un crecimiento más favorable y una mayor dominancia de esta especie. La adaptabilidad del "palo de aceite" a las condiciones particulares de los bosques de galería podría relacionarse con sus requisitos específicos de luz, humedad y suelo. Aunque también se encuentra en bosques densos, en este último tipo de hábitat, la presencia del palo de aceite no alcanza la misma dominancia que se observa en los bosques de galería. Esta variación en la predominancia puede deberse a las diferencias en las condiciones ambientales y la competencia con otras especies presentes en los bosques densos. Este patrón de distribución resalta la importancia de comprender las preferencias ecológicas del palo de aceite para informar prácticas de manejo y conservación específicas, especialmente en áreas donde se busca promover su desarrollo sostenible o gestionar su presencia en paisajes forestales diversos.

En cuanto a los resultados sobre la fauna en las ventanas de estudio, se encontró que la cobertura de bosque de galería presenta una gran relevancia para anfibios, reptiles, aves y mamíferos, por lo que su conservación es de vital importancia para mantener las poblaciones tanto de palo de aceite como de la fauna existente. Se encontraron especies de géneros que han sido reportados por Ramírez y Arroyo (1982) como dispersoras del palo de *Odocoileus virginianus* (venado sabanero), *Odocoileus cariacou* (venado de cola blanca), *Cerdocyon thous* (zorro), *Dicotyles tajacu* (Saíno o Chácharo), y aves de la familia Psittacidae. Así mismo, en los momentos de diagnóstico rural participativo llevados a cabo durante la fase de campo del presente plan de manejo, los conocedores locales afirmaron que los frutos del palo de aceite son alimento de animales como venados, paujiles y morrocos, de los cuales, los últimos (*Chelonoidis carbonarius*) también fueron registrados en las EER de fauna. Cabe resaltar que todas estas especies (a excepción de *O. cariacou*) se encuentran en alguna categoría de amenaza, por lo que las acciones para su conservación son claves para la supervivencia a largo plazo del palo de aceite.

Recomendaciones

Se recomienda la implementación de programas de educación que contribuyan al conocimiento de la fauna y flora presente en la región, buscando generar un sentido de conservación y apropiación ambiental. De igual forma fomentar la preservación de los relictos de bosque que permanecen, y promover su conectividad, ya que la alteración sobre este ecosistema repercute negativamente sobre especies propias de este ambiente. Finalmente, esta información respalda la necesidad de continuar monitoreando a largo plazo y protegiendo las poblaciones de palo de aceite y su hábitat en el área de estudio para mantener la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas naturales.

La identificación de la tala y la deforestación como las principales amenazas para la especie resalta la urgencia de abordar cuestiones relacionadas con la conservación y manejo sostenible de esta especie. Estas amenazas representan riesgos significativos para la supervivencia de las poblaciones y pueden tener consecuencias negativas para la biodiversidad y la salud del ecosistema en el que se encuentra.



Bibliografía

Acero, L. (2005). Plantas útiles de la cuenca del Orinoco. Ecopetrol. BP. Corporinoquia. Editorial. Asociación Santiago de Las Atalayas, Corporinoquia, Bogotá, Colombia.

Acevedo-Charry, O., Pinto-Gómez, A. & Rangel-Ch, J. O. (2014). Las aves de la Orinoquía colombiana: una revisión de sus registros. Colombia Diversidad Biótica, 691-750.

Acosta, V., Araujo, P., & Iturre, M. (2006). Caracteres estructurales de las masas, serie didáctica N° 2. Argentina: Facultad de ciencias forestales, Universidad Santiago del Estero.

Acosta-Galvis A., Señaris, C., Runjanc, J. M. & Riaño, D. (2010). Anfibios y Reptiles. En: Lasso, C., Usma, S., Trujillo, F. & Rial, A. (eds). Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco, Bases Científicas para la identificación de las áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la Biodiversidad. IAvH, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle, Instituto de los Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Pp 258-289.

Acosta-Galvis, A. R., Tonini, J. F. & De Sá, R. O. (2022). Two new species of *Elachistocleis* Parker, 1927 (Anura: Microhylidae: Gastrophryninae) from Colombia. *Zootaxa*, 5099(5), 527-548.

Acosta-Galvis, A. R., Alfaro-Bejarano, J. P., Usma, J., Trujillo, F. & Ayala, L. (2011). Biodiversidad del departamento de Casanare: Anfibios del Casanare. Bogotá: Gobernación de Casanare-WWF Colombia.

Acosta-Galvis, A. R. (2023). Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.13.2023 (25 de septiembre del 2023). Página web accesible en <http://www.batrachia.com>; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.

Acosta-Galvis, A.R. 2022. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.12.2022 (Último acceso 10 de agosto de 2023). Página web accesible en <http://www.batrachia.com>;

Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.

Acosta-Ortiz, J. M. (2022). Evaluación preliminar de la relación entre el tamaño corporal y la amplitud de nicho de la familia Leptodactylidae (amphibia: anura), en dos localidades del Departamento de Casanare, Colombia. Villavicencio: Universidad de los Llanos.

Agudelo, C., D. Rodríguez y F. Castro. (2018). Congrio. Estudio básico de caracterización del congrio (*Acosmium nitens*) en Casanare, Arauca y Vichada. Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia, Corporinoquia, Unión Temporal Congriales de la Orinoquia. Yopal. 176 págs.

Alcaldía de Cumaribo. (2016). Plan de Desarrollo Municipal, Municipio de Cumaribo. 197p. Sitio Web: [https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/26005/13628_plan-de-desarrollo-nuestro-compromiso-es-cumaribo.pdf?sequence=1]

Alcaldía de Orocué. (1998). Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Orocué. R.R.G Manejos Ambientales, Secretaría de Obras – UMATO Orocué. 223p. Recuperado: <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/964/3415-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Almendáriz, A., Brito, J., Batallas, D. & Ron, S. (2014). Una especie nueva de rana arbórea del género *Hyloscirtus* (Amphibia: Anura: Hylidae) de la Cordillera del Cóndor. *Papéis Avulsos de Zoología*, 54, 33-49.

Alvarado, N. G. (2023). Uso de cámaras trampa como método para el estudio de la avifauna en la República de Panamá. *Visión Antataura*, 7(1), 61-76. <https://doi.org/10.48204/J.VIAN.V7N1.A3925>

Alviz, A., González-González, P. & Pérez-Torres, J. (2023). Scientific and traditional knowledge meet: diet of the lowland tapir *Tapirus terrestris* in the Orinoquia region of Colombia. *Animal Biodiversity and Conservation*, 46(1), 87-97. <https://doi.org/10.32800/ABC.2023.46.0087>

- Antía, D. C., & Gómez, J. R. (2010). Aproximación al uso y tráfico de fauna silvestre en Puerto Carreño, Vichada, Colombia. *Ambiente y Desarrollo*, 14(26), 63-94.
- Aponte-Gutierrez, A. F., Niño-Cardenas, L., Arias-Escobar, A. & Lynch, J. D. (2020). Anfibios y reptiles en el territorio de las selvas transicionales de Cumaribo, Vichada [Colombia]. *Colombia diversidad biótica*.
- Atwood, T. B., Valentine, S. A., Hammill, E., McCauley, D. J., Madin, E. M. P., Beard, K. H. & Pearse, W. D. (2020). Herbivores at the highest risk of extinction among mammals, birds, and reptiles. *Science Advances*, 6(32). <https://doi.org/10.1126/SCIADV.ABB8458>
- Avendaño, J. E., Bohórquez, C. I., Loreta, R., Arzuza-Buelvas, D., Estela, F., Cuervo, A., . . . Renjifo, L. M. (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia: Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty y Brown (1986). *Ornitología Colombiana*, 1-83.
- Ayerbe, F. (2018). *Guía ilustrada de la avifauna colombiana* (Primera ed.). Bogotá D.C., Colombia: Wildlife Conservation Society.
- Bahi, A., Al Mansouri, S., Al Memari, E., Al Ameri, M., Nurulain, S. M., & Ojha, S. (2014). β -Caryophyllene, a CB2 receptor agonist produces multiple behavioral changes relevant to anxiety and depression in mice. *Physiology & Behavior*, 135, 119-124.
- Balaguera-Reina, S. A. & Velasco, A. (2019). Caiman crocodilus. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e . T 4 6 5 8 4 A 3 0 0 9 6 8 8 . <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T46584A3009688.en>. Accessed on 25 September 2023.
- Balaguera-Reina, S., Espinosa-Blanco, A., Antelo, R., Morales-Betancourt, M. & Seijas, A. (2023) *Crocodylus intermedius* (errata version published in 2020). Revisado (12 Octubre 2023). Obtenido de The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e . T 5 6 6 1 A 1 8 1 0 8 9 0 2 4 . <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.U>
- Balsega, A. & Gómez-Rodríguez, C. (2019). Diversidad alfa, beta y gamma: ¿cómo medimos diferencias entre comunidades biológicas? *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 26, 39-45.
- Beaupre, S. J. & Douglas, L. E. (2009). Snakes as indicators and monitors of ecosystem properties. *Snakes: ecology and conservation*, 244-261.
- Blanco-Torres, A., Bastidas-Molina, B. & Parra-Torres, F. (2017). Variación espacial y temporal de la herpetofauna en ecosistemas de sabanas inundables de la Orinoquía-Colombia. *Caldasia*, 39(2), 354-369.
- Bolívar, A., Rosales, C., Rondón, A., Delgado, E., Suárez, Z. (2002). Referencial metodológico para la aplicación del diagnóstico rural participativo. Un paradigma alternativo útil en la investigación agrícola, Maracay, Ven., Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 34 p. (Serie B N°3).
- Botanic Gardens Conservation International (BGCI) & IUCN SSC Global Tree Specialist Group. 2019. *Copaifera pubiflora*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e . T 1 4 4 3 1 0 1 4 0 A 1 4 9 0 6 2 2 8 0 . <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T144310140A149062280>.
- Brown, S., & Lugo, A. (1990). Tropical secondary forest. *Journal of Tropical Ecology*, 6(1), 1-32.
- Bustamante, C. (ed). (2019). *Gran Libro de la Orinoquia Colombiana*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 260 p.

Caicedo-Portilla, R. & Dulcey-Cala, C. (2011). Distribución del gecko introducido *Hemidactylus frenatus* (Dumeril y Bribo 1836) (Squamata: Gekkonidae) en Colombia. *Biota colombiana*, 12(2).

Caicedo-Portilla, R. & Dulcey-Cala, C. (2023). Distribución del gecko introducido *Hemidactylus frenatus* (Dumeril y Bribo 1836) (Squamata: Gekkonidae) en Colombia. Revisado (13 Octubre 2023). Sitio Web: [http://doi.org/10.15472/abgrhd]

Calderón-Patrón, J. M., Moreno, C. E. & Zuria, I. (2012). La diversidad beta: medio siglo de avances Beta diversity: half a century of advances. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 879-891. <https://doi.org/10.7550/rmb.25510>

Camacho-Rozo, C. & Urbina-Cardona, N. (2021). Tadpoles Inhabiting Natural and Anthropogenic Temporary Water Bodies: Which Are the Environmental Factors that Affect the Diversity of the Assemblages? *Frontiers in Environmental Science*, 9, 667448.

Campo, C. & Espinosa, S. (2012). Estructura y composición florística del bosque ribereño subandino de la subcuenca de Yumbillo, Yumbo (Valle del Cauca). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 63 - 66. 10.22490/21456453.933.

Cano, Á., & Stevenson, P. (2009). Diversidade e composição floral de três tipos de bosques na estação biológica Caparú, Vaupés. *Colombia forestal*, 12(1), 63-80.

Cantillo-H, E. E., y Rangel-Ch, J. (2011). La estructura y riqueza de los bosques del macizo del Sumapaz. En J. Rangel-Ch (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica IX. Patrones de la estructura y la riqueza de la vegetación en Colombia*: 145-181. Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

Cantillo-H., E., Arellano, H. y Rangel-Ch, J. O. (2011). Aspectos de la estructura y el patrón de riqueza de la vegetación de la Serranía del Perijá. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia*

Diversidad.

Cantillo, E., Rodríguez, K. y Avella, A. (2004). Diversidad y caracterización florística-estructural de la vegetación arbórea de la reserva forestal Cárpato (Guasca, Cundinamarca). *Colombia Forestal*, 8(17), 5-27.

Campo, C. y Espinosa, S. (2012). Estructura y composición florística del bosque ribereño subandino de la subcuenca de Yumbillo, Yumbo (Valle del Cauca). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 63 - 66. 10.22490/21456453.933.

CITES. (2021). Lista de verificación del sitio web de especies de la CITES. Secretaría de CITES, Ginebra, Suiza. Compilado por UNEP-WCMC, Cambridge, Reino Unido. Disponible en: <http://checklist.cites.org>.

Cantillo-H., E., Arellano, H. y Rangel-Ch, J. O. (2011). Aspectos de la estructura y el patrón de riqueza de la vegetación de la Serranía del Perijá. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad. Biótica XI. Patrones de la estructura y de la riqueza de la vegetación en Colombia*: 295-341. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

Capote, R., García, E., & Sánchez, C. (1983). La vegetación de la Estación Ecológica Sierra del Rosario. . *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 97-143 pp.

Cárdenas, I. (2015). Aproximación a los conflictos ambientales por temas de explotación de hidrocarburos en los resguardos del Pueblo Sáliba en Orocué, Casanare. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.

Cárdenas, D., Castaño, N., Sua, S., Quintero, L., Bernal, M., Guerrero, S., Maniguaje, L., Rivera, L., Rodríguez, M., Arango, H., Vásquez, A., Cabrera, J., Giraldo, A., González, J., Mena, A., Gutierrez, C., Rivera, L., Morales, M., Pedraza, L. y Martínez, G. (2015). Planes de Manejo para la Conservación de Abarco (*Cariniana pyriformis*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Cedro (*Cedrela odorata*),

Palorosa (*Aniba rosaeodora*), y Canelo de los Andaquies (*Ocotea quixos*). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI. Bogotá. Colombia. 202p.

Carneiro, L., Tasso, T., Santos, M., Goulart, M., dos Santos, R., Bastos, J., da Silva, J., Crotti, A., Parreira, R., Orenha, R., Veneziani, R. y Ambrósio, S. (2020). *Copaifera multijuga*, *Copaifera pubiflora* and *Copaifera trapezifolia* Oleoresins: Chemical Characterization and in vitro Cytotoxic Potential against Tumoral Cell Lines. *J. Braz. Chem. Soc.* 31 (8), 1679–1689 p.

Carneiro, L., Bastos, J., Veneziani, R., Santos, M. y Ambrósio, S. (2022): A reliable validated high-performance liquid chromatography-photodiode array detection method for quantification of terpenes in *Copaifera pubiflora*, *Copaifera trapezifolia*, and *Copaifera langsdorffii* oleoresins, *Natural Product Research*, DOI: 10.1080/14786419.2022.2116701

Carvajal-Rojas L., Ariza-Cortés W. y Rodríguez-Bolaños A. (2015). Flora de los bosques de las cuencas de los ríos Planas Y Tillavá, Puerto Gaitán, Meta, Colombia. CORMACARENA – Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D. C.

Carvalho, C. R. de, Ferreira-D'Silva, A., Wedge, D. E., Cantrell, C. L., & Rosa, L. H. (2018). Antifungal activities of cytochalasins produced by *Diaporthe miriciae*, an endophytic fungus associated with tropical medicinal plants. *Canadian Journal of Microbiology*, 1–9.

Casal, A. C., Fornelino, M. M., Restrepo, M., Torres, M., & Velasco, F. (2013). Uso histórico y actual de las tortugas charapa (*Podocnemis expansa*) y terecay (*Podocnemis unifilis*) en la Orinoquia y la Amazonia. *Biota Colombiana*, 14(1), 45–6.

Castaño-Mora, O., Cárdenas-Arévalo, G., Medina-Rangel, G., Carvajal-Cogollo, J., Forero-Medina, G., Gallego-García, N. & Gaitán-Guerrón, J. (2015). *Chelonoidis carbonarius*. En M. C. Morales-Betancourt, Libro

rojo de reptiles de Colombia. Pp. 172–175.

Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M. Á., Córdoba-Córdoba, S. & Sua-Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 14(2), 235–272.

Christensen-Dalsgaard, J. (2009). Amphibian bioacoustics. In *Handbook of signal processing in acoustics* (pp. 1861–1885). New York, NY: Springer New York.

CIAT, Cormacarena, Corporinoquia & ECO-PETROL. (2018). Plan regional integral de cambio climático para la Orinoquia - Vichada, Resumen Ejecutivo. CIAT publicación No. 461

CITES (2023). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndices. <[www.https://cites.org](https://cites.org)>

Climate-Data.org. (2023). Información del Servicio de Cambio Climático de Copernicus 1991–2021, tomado de: <https://es.climate-data.org/info/sources/>

Colwell, R. K., & Elsensohn, J. E. (2014). EstimateS turns 20: Statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation. *Ecography*. <https://doi.org/10.1111/ecog.00814>

Colwell, R. K. (2023). Estimates: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Recuperado de <https://www.robertkcolwell.org/pages/1407-estimates>

Cordier, J. M., Aguilar, R., Lescano, J. N., Leynaud, G. C., Bonino, A., Miloch, D. & Nori, J. (2021). A global assessment of amphibian and reptile responses to land-use changes. *Biological conservation*, 253, 108863.

Córdoba-Sánchez, M. , L., Miranda-Cortés, R., Avila-Avilán, & Pérez-Rojas. (2011). Biodiversidad del departamento de casanare: identificación de ecosistemas estratégicos. In J. S. Usma & F. Trujillo (Eds.), repositorio.unal.edu.co (Vol. 1). Gobernacion Casana-

are - WWF Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9679>

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. (2019). Plan de Manejo y Conservación de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR 57 p.

Cortés-Ballén, L., Camacho-Ballesteros, S., Matoma-Cardona, M. (2020). Estudio de la composición y estructura del bosque andino localizado en Potrero Grande, Chipaque (Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1), e1483. <http://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1483>

Cortés-Gomez, A. M., Ruiz-Agudelo, C. A., Valencia-Aguilar, A. & Ladle, R. J. (2015). Ecological functions of neotropical amphibians and reptiles: a review. *Universitas Scientiarum*, 20(2), 229-245.

Cortés-Pérez, F., Dueñas-Gómez, H., & Cardozo, H. (2005). Cambios en la vegetación de sabana ocasionados por la plantación de *Pinus caribaea* en Vichada-Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 29(110), 69-84.

Costa, P., Tonini, H., Kaminski, P y Turcatel, R. (2006). *Copaiba* (*Copaifera* L.): taxonomía, morfología, distribución geográfica e usos. Boa Vista: Embrapa Roraima. Documentos, 12. 26 p.

Costa, R., Paes, L., Vizoni, V., Imbrozio, R. (2022). CONSERVATION PRIORITIES FOR WOODY MEDICINAL PLANTS IN AN INDIGENOUS COMMUNITY IN A SAVANNA AREA OF THE NORTHERN BRAZILIAN AMAZON. *Ambiente: Gestão e Desenvolvimento*. 14 (3), 38 - 44.

Da Costa, P., Tonini, H., Kaminski, P; Turcatel, R. y Schwengber, M. (2007). Estrutura de uma população de *Copaifera pubiflora* Benth. Em área de floresta de transição em Roraima. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu - MG.

Da Costa, P., Tonini, H., Kaminski, P., Turca-

tel, R., Melo, L. (2008). Ingresso e mortalidade de regenerantes de *Copaifera pubiflora* Benth. em uma população em Floresta Ombrófila Aberta na Amazônia Setentrional. I Seminário Nacional sobre dinâmica de Florestas.

Da costa, P. (2019). Ecologia populacional de *Copaifera pubiflora* Benth. na Amazônia Setentrional e suas implicações para o manejo do oleorresina. Tesis de doctorado. Fundação Universidade Federal De Rondônia Programa De Pós-Graduação Em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal.

da Costa, P., de Castilho, C., Kaminski, P., Longhi, T., Martins, K., Lira-Guedes, A. y de O. Wadt, H. (2019). O IMPACTO DE DIFERENTES INTERVALOS DE COLETA DE OLEORRESINA SOBRE A FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Copaifera pubiflora* Benth (Fabaceae). *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*. [9]. ISSN: 2446-4821.

da Trindade R, da Silva JK, Setzer WN. (2018). *Copaifera* of the Neotropics: A Review of the Phytochemistry and Pharmacology. *Int J Mol Sci*. 19(5):1511. doi: 10.3390/ijms19051511.

Dahham, S., Tabana, Y., Iqbal, M., Ahamed, M., Ezzat, M., Majid, A., & Majid, A. (2015). The Anticancer, Antioxidant and Antimicrobial Properties of the Sesquiterpene β -Caryophyllene from the Essential Oil of *Aquilaria crassna*. *Molecules*, 20(7), 11808-11829. doi:10.3390/molecules200711808

De Carvalho, C. R., Maia, M. Q., Sobral, M., Pereira, G. M. D., da Silva, K., Vital, M. J. S., ... Rosa, L. H. (2021). Diversity and antimicrobial activity of culturable endophytic fungi associated with the neotropical ethnomedicinal plants *Copaifera langsdorffii* and *Copaifera pubiflora*. *South African Journal of Botany*, 142, 305-315.

de Miranda, E. B. (2017). The plight of reptiles as ecological actors in the tropics. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5, 309533.

De Oliveira, O. (2016). Evaluación de los efectos del aceite de *Copaíba* (*Copaifera pubiflo-*

ra) sobre la calidad del semen canino refrigerado y criopreservado. Tesis para optar por el título de médico veterinario. Universidade de Franca, Brasil.

Desmarchelier, C. (2010). Neotropics and natural ingredients for pharmaceuticals: why isn't South American biodiversity on the crest of the wave? *Phytotherapy Research*, n/a-n/a. doi:10.1002/ptr.3114

DeWan, A. A. & Zipkin, E. F. (2010). An Integrated Sampling and Analysis Approach for Improved Biodiversity Monitoring. *Environmental Management*, 45, 1223-1230. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9457-7>

Díaz-Pulido, A. & Payán Garrido, E. (2012). Manual de fototrampeo Una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. a. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia.

Dickman, C., Greenville, A. C. & Newsome, T. M. (2019). Carnivore conservation: the importance of carnivores to the ecosystem, and the value of reintroductions. *Saving the Tasmanian Devil: Recovery through Science-Based Management*.

Domínguez, C. (1998). La gran cuenca del Orinoco. En: Colombia Orinoco. Fondo FEN, Instituto de Estudios Orinoquenses, Bogotá D.C. 324pp

Dwyer, J. D. (1951). The Central American, West Indian, and South American Species of *Copaifera* (Caesalpiniaceae). *Brittonia*, 7(3), 143. doi:10.2307/2804703

Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., & Yates, C. J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and distributions*, 17(1), 43-57.

Elzinga, C., Salzer, D. & Willoughby, J. (1998). Measuring y Monitoring Plant Populations. Chapter 7 (Pp 97 - 155). Bureau of Land Management, National Business Center.

Escalante, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao.

UNAM.53-56 p.

Espinosa, T, y Valle, D. (2020). Evaluación poblacional de *Dipteryx micrantha* en la cuencadel río Las Piedras, Madre de Dios (Perú). *Revista Forestal del Perú* 35 (3), 76-85.

Expósito, M. (2003). Diagnóstico Rural Participativo Una guía práctica. Centro Cultural Poveda. Santo Domingo, República Dominicana. 118 p.

FAO, CIFOR y PPI. (2012). Frutales y plantas útiles en la vida amazónica. Shanley, P., Cymerys, M., Serra, M. y Medina, G. (Eds.). ISBN 978-92-5-307007-7.

Fernández, Y. A., Damasceno, J. L., Abrão, F., Silva, T. de S., Cândido, A. de L. P., Fregonezi, N. F., ... Martins, C. H. G. (2018). Antibacterial, Preservative, and Mutagenic Potential of *Copaifera* spp. Oleoresins Against Causative Agents of Foodborne Diseases. *Foodborne Pathogens and Disease*. doi:10.1089/fpd.2018.2478

Ficetola, G. F., Rondinini, C., Bonardi, A., Baisero, D. & Padoa-Schioppa, E. (2015). Habitat availability for amphibians and extinction threat: a global analysis. *Diversity and Distributions*, 21(3), 302-311.

Fidyt, K., Fiedorowicz, A., Strzadąta, L., & Szumny, A. (2016). β -caryophyllene and β -caryophyllene oxide-natural compounds of anticancer and analgesic properties. *Cancer Medicine*, 5(10), 3007-3017. doi:10.1002/cam4.816

Figliuolo, R., Naylor, S., Wang, J., y H. Langenheim, J. (1987). Unusual nonprotein imino acid and its relationship to phenolic and nitrogenous compounds in *Copaifera*. *Phytochemistry*, 26(12), 3255-3259. doi:10.1016/s0031-9422(00)82482-6

Finol, U. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana*, 14, 2, 29-42.

Finol, U. (1976). Estudio fitosociológico de las

unidades 2 y 3 de la Reserva Forestal de Caparo, Estado Barinas. *Acta Botánica Venezuelica*, 11(1/4), 15-103.

Flórez-P., M., & Raz, L. (2019). Estructura poblacional y patrón espacial de *Brosimum alicastrum* en el bosque seco de la región Caribe de Colombia. *Caldasia*, 41(1), 152-164.

Franco-Pallares, R. (2017). Diversidad de herpetofauna asociada a seis coberturas vegetales de la región Orinoquia, Colombia. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

Francomano, F., Caruso, A., Barbarossa, A., Fazio, A., La Torre, C., Ceramella, J., ... Sini-cropi, M. S. (2019). β -Caryophyllene: A Sesquiterpene with Countless Biological Properties. *Applied Sciences*, 9(24), 5420. doi:10.3390/app9245420

Frost, D. R. (2018). Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 Revisión (20 Agosto 2023). Electronic Database accessible at: [<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.]

Fuchs, B., & Haselwandter, K. (2008). Arbuscular mycorrhiza of endangered plant species: potential impacts on restoration strategies. In *Mycorrhiza* (pp. 565-579). Springer, Berlin, Heidelberg.

Fundación Grothendieck (2021). Informe deforestación y vulnerabilidad climática de la región Orinoquia. Roberto, C. (Ed.). Bogotá, Colombia. 55 p.

Fundación Xeno-canto. (2023). Revisado (3 Octubre 2023). Sitio Web: [<https://xeno-canto.org/>]

Furtado, R., Francielli, P., Marques, J., Duarte, S., Ribeiro, L., Leandro, L., de Oliveira, L., Mangabeira, J., Costa, L., Rogez, H., Ambrósio, S., Sola, R., Kenupp, J. y Crispim, D. (2018). Assessment of genotoxic activity of oleoresins and leaves extracts of six *Copaifera* species for prediction of potential human risks. *Journal of Ethnopharmacology*, 221, 119-1.

Galeano, G., Bernal, R., Isaza, C., Navarro, J., García, N., & Vallejo, M. I. (2010). Evaluación de la sostenibilidad del manejo de palmas. *Ecología en Bolivia*, 45(3): 85-101.

Ganzenmüller, R., Sylvester, J. M., & Castro-Nunez, A. (2022). What Peace Means for Deforestation: An Analysis of Local Deforestation Dynamics in Times of Conflict and Peace in Colombia. *Frontiers in Environmental Science*, 51.

Garavito-Fonseca, J., Suárez, C., Bravo, A., Cuadros, L., Vargas, R., Córdoba, M., Miranda, L., Martínez, J., & Usma, J. (2011). Descripción del medio natural del Departamento del Casanare. In *Biodiversidad del departamento de Casanare identificación de ecosistemas estratégicos*.

Garcés-Restrepo, M., Castro, A., Merchán, M., Cárdenas-Torres, M. & Gómez-Velasco, F. (2014). *Crocodylus intermedius*. Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia, Volumen 2 (1): 5-10.

García H., Moreno L. A., Londoño C. y Sofrony C. (2010). Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas: actualización de los antecedentes normativos y políticos, y revisión de avances. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Red Nacional de Jardines Botánicos. Anexo 2. metodología propuesta para la priorización de especies en Colombia, como un requerimiento para programas de monitoreo en conservación Bogotá pág. 118.

GBIF.org (16 julio 2023) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.maps-rj>

Godínez-Alvarez, H., Jiménez, M., Mendoza, M., Pérez, F., Roldán, P., Ríos-Casanova, L., Lira, R. (2008). Densidad, estructura poblacional, reproducción y supervivencia de cuatro especies de plantas útiles en el Valle de Tehuacán, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 79(2), 393-403.

Global Biodiversity Information Facility - GBIF (2023). GBIF Occurrence Download. Revisado (10 October 2023). Sitio Web [<https://doi.org/10.15468/dl.pjtjdc>].

- Goldsmith, F. (1994). Vegetation monitoring. *Conservation and Ecology*, 77-86 pp.
- Gómez, J., Van Vliet, N., Restrepo, S., Daza, E., Moreno, J., Cruz-Antia, D. & Nasi, R. (2016). Uso y comercio de carne de monte en Colombia. *Agroavances.Com*, 160. <https://doi.org/10.17528/cifor/006278>
- González, J. (S.f). Explicación Etimológica de las Plantas de la Selva. Flora Digital de la Selva. Organización para Estudios Tropicales OET. 135 pp.
- González, J. Cubillos, A., Chadid, M., Cubillos, A., Arias, M., Zúñiga, E., Joubert, F. Pérez, I, Berrío, V. (2018). Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional período 2005-2015. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa ONU-REDD Colombia. Bogotá.
- González, M. F., Díaz-Pulido, A., Mesa, L. M., Corzo, G., Portocarrero, A. M., Lasso, C., Chaves, M. E. & Santamaría, M. (eds.). (2015). Catálogo de biodiversidad de la región orinoquense. Volumen 1. Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S. A. Bogotá D.C., Colombia. 408 p
- González-M, R., Parrado-Rosselli, Á., & López-Camacho, R. (2012). Estructura Poblacional De La Palma Iriarte Deltoidea, En Un Bosque De Tierra Firme De La Amazonia Colombiana. *Caldasia*, 34(1), 187-204.
- González-Trejo, O. (2018). Efecto de la perturbación humana sobre la abundancia, uso de hábitat y funcionamiento fisiológico de *Rhinella marina* en Villa de Zaachila, Oaxaca. Oaxaca: Instituto Politécnico Nacional.
- Gradstein, S.R. (2023-7-24). *Copaifera pubiflora* Benth. En Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Guariguata, M.R. y Ostertag, R. (2001). Neotropical secondary forest succession: Changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, 148, 185-206.
- Gushiken LFS, Beserra FP, Hussni MF, Gonzaga MT, Ribeiro VP, de Souza PF, Campos JCL, Massaro TNC, Hussni CA, Takahira RK, Marcato PD, Bastos JK, Pellizzon CH. (2022). Beta-caryophyllene as an antioxidant, anti-inflammatory and re-epithelialization activities in a rat skin wound excision model. *Oxid Med Cell Longev*. doi: 10.1155/2022/9004014.
- Halle, F., Oldeman, R., y Tomlinson, P. (1978). Tropical trees and forest: an architectural analysis. Springer. Berlin. 441 p.
- Henry, P. Y., Lengyel, S., Nowicki, P., Julliard, R., Clobert, J., Čelik, T., ... & Henle, K. (2008). Integrating ongoing biodiversity monitoring: potential benefits and methods. *Biodiversity and Conservation*, 17, 3357-3382.
- Heyer, R., Donnelly, M. A., Foster, M. & Mcdiarmid, R. (1994) Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians: Smithsonian Institution.
- Hocking, D. J. & Babbitt, K. J. (2014). Amphibian contributions to ecosystem services. *Herpetological conservation and biology*.
- Hooker, J. (1840). Botanical notices and information. *Journal of Botany, being a second series of the Botanical Miscellany*, 2(10): 101.
- Hwang, E.-S., Kim, H.-B., Lee, S., Kim, M.-J., Kim, K.-J., Han, G., ... Park, J.-H. (2019). Anti-depressant-like Effects of β -caryophyllene on Restraint Plus Stress-induced Depression. *Behavioural Brain Research*, 112439. doi:10.1016/j.bbr.2019.112439

INIA (2007). Manejo de plantaciones de Copaiba (*Copaifera reticulata* Ducke). Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Estación Experimental Agraria Pucallpa. Ministerio de Agricultura, Lima, Perú. Obtenido de: http://repositorio.inia.gov.pe/bitstream/20.500.12955/132/1/Plantaciones_Copaiba_2007.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2005). Atlas climatológico de Colombia. IDEAM. 218p.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia (2013). Plantas priorizadas para la conservación en la Región Orinoquia. 73 registros, aportados por: García, H. (Contacto del recurso), Sofrony, C. (Creador del recurso), González, M. (Proveedor de metadatos), Samper, J. (Proveedor de contenido). Versión 12.2. <http://doi.org/10.15472/yotbyy>

Instituto geográfico Agustín Codazzi- IGAC. (2013). Geografía de Colombia. Bogotá D.C.

Instituto geográfico Agustín Codazzi- IGAC. (2023). Diccionario Geográfico de Colombia. Revisado (13 Septiembre 2023). Sitio Web: <https://diccionario.igac.gov.co/>.

IUCN SSC Amphibian Specialist Group. (2020). *Leptodactylus colombiensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T57119A85892577.

IUCN. (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>. Accessed on [24 de septiembre del 2023]

Izquierdo, E., Araujo, A., Losada-Prado, S., Ruiz, J. M. & Franco, N. (2019). Aves. En: Trujillo, F. & Fernando, A. Biodiversidad en el departamento de Arauca. Bogotá, Gobernación de Arauca, Fundación Omacha, Fundación Ecollano. Pp 190-231.

Júnior, O. J. (1997). Micorrizas arbusculares em mudas de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro. 120 p. Tese (Doutorado

em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Kindt, R. y Coe, R. (2005). Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi (Kenya). ISBN 92-9059-179-X, <http://www.worldagroforestry.org/output/tree-diversity-analysis>.

la Marca, E., Coloma, L. A., Ron, S., Azevedo-Ramos, C., Silvano, D. & Hardy, J. (2010). *Adenomera hylaedactyla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T56309A11455170.

Lacher, T., Davidson, A., Patricia Gomez-Ruiz, E. & Peres, C. A. (2019). The functional roles of mammals in ecosystems. [<https://doi.org/10.1093/jmammal/gyy183>]

Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los Trópicos. GTZ. República Federal Alemana, 64 - 92.

Lande. (1996). Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*, 5-13.

Langenheim, J. H., Arrhenius, S. P., y Nascimento, J. (1981). Relationship of light intensity to leaf resin composition and yield in the tropical leguminous genera *Hymenaea* and *Copaifera*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 9(1), 27-37. doi:10.1016/0305-1978(81)90056-9

Langenheim, J. H., Macedo, C. A., Ross, M. K., & Stubblebine, W. H. (1986). Leaf development in the tropical leguminous tree *Copaifera* in relation to microlepidopteran herbivory. *Biochemical Systematics and Ecology*, 14(1), 51-59. doi:10.1016/0305-1978(86)90085-2

Leandro, L. M., de Sousa Vargas, F., Barbosa, P. C. S., Neves, J. K. O., da Silva, J. A., & da Veiga-Junior, V. F. (2012). Chemistry and Biological Activities of Terpenoids from *Copaiba* (*Copaifera* spp.) Oleoresins. *Molecules*, 17(4), 3866-3889.

- Leython, S., & Ruiz, T. (2006). Caracterización florística y estructural de un bosque estacional en el sector la Trilla, Parque Nacional Henri Pittier, Estado Aragua, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica*, 29(2), 303-314.
- Lezama, K. (2018). Caracterización de la regeneración natural de bosques en tres ambientes contrastantes en El Retorno, Guaviare, Colombia. (Trabajo de grado, Ingeniería Forestal). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Lips, K. R., Reaser, J. K., Young, B. E. & Ibáñez, R. (2000). Técnicas de Monitoreo de Anfibios en América Latina: Manual de Protocolos. Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- López, A. J. G., Gómez, N. M., & Pérez, C. S. (2012). Vichada: éxodo y etnocidio indígena; el avance de la ganadería extensiva y de la colonización. *Maguaré*, 26(1), 75-121.
- Lopez-Carretero, A., Diaz-Castelazo, C., Boege, K. & Rico-Gray, V. (2014). Evaluating the Spatio-Temporal Factors that Structure Network Parameters of Plant-Herbivore Interactions. *PLoS ONE*, 9(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110430>
- Lorenzo, D. Pérez, L. Amarilla, S. (2019). Estudio poblacional de *Gonopterodendron sarmientoi* (Palo Santo), Departamentos de Presidente Hayes y Boquerón, Paraguay. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*. 23(2):275-288.
- Lynch, J. D. & Suárez-Mayorga, A. M. (2002). Análisis biogeográfico de los anfibios parmunos. *Caldasia*, 24 (1). 471-480.
- Lynch, J. D. (2012). El contexto de las serpientes de Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 36(140), 435-449.
- Magurran, A. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Science. 254 p.
- Malagón, D.; C.E. Pulido; R.D. Llinás, C. Chamorro y J. Fermández. (1995). Suelos de Colombia. Origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología. Santa Fe de Bogotá, D.C. 632 p.
- Martins-da-Silva, R., Pereira, J. y Lima, H. (2008). O gênero *Copaifera* (Leguminosae – Caesalpinioideae) na Amazônia Brasileira. *Rodriguésia* 59 (3): 455-476.
- Martins, K., Herrero-Jáuregui, C., da Costa, P., Tonini, H., de M. Bentes-Gama, M., Vieira, A. H., & de O. Wadt, L. H. (2012). Interspecific differences in the oleoresin production of *Copaifera* L. (Fabaceae) in the Amazon rainforest. *Annals of Forest Science*, 70(3), 319-328. doi:10.1007/s13595-012-0254-8
- Marques, C., Pereira, P. Smiderle, O., Pompeu, R. (2018). Morfometria e crescimento inicial de *Copaifera pubiflora* exposta à terra vegetal produzida em compostagem. *Acta Brasiliensis*, 2(1) 1-5.
- Melo, O. y R. Vargas. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, CRQ, Carder. Corpocaldas, Cortolima. 235 p.
- Méndez, K. (2022). Diagnóstico del estado de sucesión ecológica en área en regeneración asistida en Cerro Espíritu Santo, Naranjo, Alajuela, Costa Rica. *Environment & Technology*. 3(1). 45-62.
- Mendoza, Z., León, N., Palacios, B., Aguirre, N. (2013). Dinámica de crecimiento de 29 especies forestales en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Revista CEDAMAZ*. 3 (1). 54-65p.
- Miguez G., Sofia, Paniagua-Zambrana, Narel, y Moraes R., Mónica. (2020). Estado poblacional, aprovechamiento y cadena de comercialización de la palma de ramo (*Ceroxylon pityrophyllum*, Arecaceae). *Ecología en Bolivia*, 55(2), 127-139.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS. (2021). Mapa Áreas de Importancia Especial y de Ecosistemas Estratégicos. <http://www.ideam.gov.co/web/siac/reaa>

Ministerio de Trabajo – MinTrabajo & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. (2013). Estudio de Perfil Productivo Rural y Urbano del Municipio de Cravo Norte, departamento de Arauca. 52pp.

Montenegro, O. L., López-Arévalo, H. F., Mora-Beltrán, C., Lizcano, D. J., Serrano, H., Mesa, E. & Bonilla-Sánchez, A. (2019). Tropical ungulates of Colombia. Ecology and Conservation of Tropical Ungulates in Latin America, 157–195. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28868-6_9/COVER

Montes, L. F., Hernández, O. F., Martínez, J. L., Jarava, J. A. & Díaz, J. A. (2020). Dietary composition and feeding strategy of *Leptodactylus fuscus* (Anura: Leptodactylidae) from a suburban area of the Caribbean Region of Colombia. Cuadernos de Herpetología, 34.

Montoya, J., Castillo, M. & Sánchez, L. (2011). La importancia de las inundaciones periódicas para el funcionamiento y conservación de los ecosistemas inundables de grandes ríos tropicales: estudios en la cuenca del Orinoco. Interciencia, 36(12), 900-907.

Moraes, T. da S., Leandro, L. F., Santiago, M. B., de Oliveira Silva, L., Bianchi, T. C., Veneziani, R. C. S., ... Martins, C. H. G. (2020). Assessment of the antibacterial, antivirulence, and action mechanism of *Copaifera pubiflora* oleoresin and isolated compounds against oral bacteria. Biomedicine & Pharmacotherapy, 129, 110467. doi:10.1016/j.biopha.2020.110467

Moraes, T. da S., Lima, L. K. de, Veneziani, R. C. S., Ambrósio, S. R., Santos, R. A. dos, Silva, J. J. M. da, ... Martins, C. H. G. (2021). In vitro Antibacterial Potential of the Oleoresin, Leaf Crude Hydroalcoholic Extracts and Isolated Compounds of the *Copaifera* spp. Against *Helicobacter pylori*. Journal of Biologically Active Products from Nature, 11(2), 183–189.

Morais-Silva, M., Lustosa-Esberárd, C. E., Mayhé-Nunes, A. J. & Bueno, C. (2019). Ants in the diet of Collared Anteater, *Tamandua tetradactyla* (Linnaeus, 1758) (Pilosa, Myrmecophagidae), in the state of Rio de Janeiro,

Brazil. Check List 15(6): 1145–1151, 15(6), 1145–1151. Sitio Web [<https://doi.org/10.15560/15.6.1145>]

Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C. A., De La Ossa, J. & Fajardo-Patiño, A. (eds). (2013). VIII. Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 336 pp.

Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P., & Bock, B. C. (2015). Libro rojo de reptiles de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Morisita, M. (1962). I σ -Index, a measure of dispersion of individuals. Researches on Population Ecology, 4(1), 1–7. doi:10.1007/bf02533903

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. MyT-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E. & Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: Alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82(4), 1249–1261.

Morlans, M. (2004). Introducción a la ecología de poblaciones. Editorial Científica Universitaria – Universidad Nacional de Catamarca. Muñoz, L., Rojas, A., Muñoz, J., & Aguirre, Z. (2022). Estructura poblacional y estado de la regeneración de tres especies forestales en los bosques andinos del sur de Ecuador: caso de estudio Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”. Bosques Latitud Cero, 12(1), 1–14.

Muñoz-Chamba, L., Muñoz, J., Aguirre, Z. (2023). Estructuras poblacionales de especies forestales representativas en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro. Libro de memorias del II Simposio de Investigación Científica. 27 – 43 p.

- Murcia, R. (2020). Impacto socioambiental por desarrollo de la actividad petrolera en Casanare. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/37120>.
- Murillo-Sandoval, P. J., Clerici, N., & Correa-Ayram, C. (2022). Rapid loss in landscape connectivity after the peace agreement in the Andes-Amazon region. *Global Ecology and Conservation*, e02205.
- Naranjo, L., Amaya, J. D., Eusse-González, D. & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia-Aves (Vol. I). Bogotá D. C., Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; WWF Colombia.
- Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., Börger, L., Bennett, D. J., Choimes, A., Collen, B., Day, J., De Palma, A., Díaz, S., Echeverría-Londoño, S., Edgar, M. J., Feldman, A., Garon, M., Harrison, M. L., Alhusseini, T., Ingram, D. J., ... Purvis, A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520(7545), 45–50.
- Oishi, T., Nagai, K., Harada, Y., Naruse, M., Ohtani, M., Kawano, E. & Tamotsu, S. (2004). Circadian rhythms in amphibians and reptiles: ecological implications. *Biological Rhythm Research*, 35(1-2), 105-120.
- O'Connor, B., Bojinski, S., Rösli, C., & Schaepman, M. E. (2020). Monitoring global changes in biodiversity and climate essential as ecological crisis intensifies. *Ecological Informatics*, 55, 101033.
- Oliveira, R., Paes, L., Berlingieri, M., Vizoni, v., Imbrozio, R. (2019). Conhecimento tradicional e usos de Copaíba pela Comunidade Makuxi Darora na savana de Roraima. *Gaia Scientia* (2019). 13(2): 64-72.
- Ortega-Baranda, V., De la Cruz Salinas, D. L., Romero-Manzanares, A., y Sánchez-Bernal, E. I. (2023). Estructura poblacional y fenología de cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*) desarrollado sobre litosol degradado en la costa de Oaxaca. *Terra Latinoamericana*, 41, 1-16.
- Pabijan, M., Palomar, G., Antunes, B., Antol, W., Zieliński, P. & Babik, W. (2020). Evolutionary principles guiding amphibian conservation. *Evolutionary Applications*, 13(5), 857-878.
- Paredes, J. (2012). Estudio de pre-factibilidad para la comercialización de aceite de Copaiba en Lima metropolitana y los principales mercados en el extranjero (Estados Unidos, Francia y Alemania). Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial. Pontificia Universidad Católica Del Perú Facultad De Ciencias E Ingeniería. Lima, Perú.
- Pearman, M., Freile, J., Miranda, J. & Van, R. (2023). South American Classification Committee. Obtenido de Species List of Birds for South American Countries and Territories. Revisado [20 Agosto 2023]. Sitio Web: [<https://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCCountryLists.htm>]
- Pedroni, F., Sanchez, M., y Santos, F. A. M. (2002). Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. -- Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 25(2), 183–194. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000200007>
- Peña-Cañón, E. & Enao-Mejía, L. (2014). Conocimiento y uso tradicional de hongos silvestres de las comunidades campesinas asociadas a bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en la zona de influencia de la Laguna de Fúquene, Andes Nororientales. *Etnobiología*, 12 (3), 28 - 40 p.
- Peñuela, L. & Fernández, A. P. (2010). La ganadería ligada a procesos de conservación en la sabana inundable de la Orinoquia. *Orinoquia*, 14, 5-17.
- Phillips, S. J. (2004). A maximum entropy approach to species distribution modeling. *Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning*, (págs. 83 - 94).
- Pico, J. (2019). Definición de estrategias de recuperación en ecosistemas degradados con base en la composición y estructura de la

vegetación boscosa remanente dentro de los predios pertenecientes a La Hacienda La Cabaña S.A. (Trabajo de grado, Ingeniería Forestal). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Pineda-Muñoz, S., & Alroy, J. (2014). Dietary characterization of terrestrial mammals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1789). <https://doi.org/10.1098/RSPB.2014.1173>

Quiceno, M., Vliet, N. Van, Moreno, J. & Cruz, D. (2015). Diagnóstico sobre el comercio de carne de monte en las ciudades de Colombia.

Quiroga Angel, V., Pablo, S., & Wagner, H. H. (2022). The effect of illicit crops on forest cover in Colombia. *Journal of Land Use Science*, 17(1), 47-59.

R Development Core Team. (2017). R: A language and environment for statistical Computing. Vienna, Austria: The R Foundation for Statistical Computing. Disponible en <http://www.R-project.org>

Ramirez, N., Arroyo, Y. (1982). Mecanismo de dispersión y dinamica de regeneración en *Copaifera pubiflora* Benth. (Caesalpinioideae) en los Altos Llanos Centrales de Venezuela. *Bol. Soc. Venez. Cienc. Nat.* 140: 291-311.

Ramirez, N., & Arroyo, M. K. (1987). Variacion Espacial y Temporal en la Depredacion de Semillas de *Copaifera pubiflora* Benth. (Leguminosae: Caesalpinioideae) en Venezuela. *Biotropica*, 19(1), 32. doi:10.2307/2388457

Ramírez, N., & Arroyo, M. (1990). Estructura Poblacional de *Copaifera pubiflora* Benth. (Leguminosae; Caesalpinioideae) en los Altos Llanos Centrales de Venezuela. *Biotropica*, 22(2), 124. doi:10.2307/2388404

Ramírez, N. (1994). Historia de vida de Benth. (Fabaceae, Caesalpinioideae) en los altos llanos centrales venezolanos. *Tribunal del investigador*, 1(2), 69 – 75.

Ramírez, N., y Hokche, O. (1995). Juvenile Demography of *Copaifera pubiflora* Benth.

(Leguminosae, Caesalpinioideae) near Parent Tree. *Plant Species Biology*, 10(3), 1 – 3 – 7 – 1 – 4 – 5 . doi:10.1111/j.1442-1984.1995.tb00133.x

Ramírez-Chaves, H. E., Suárez-Castro, A. F. & González-Maya, J. F. (2016). Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. *Mammalogy Notes*, 3(1-2), 1-9. <https://doi.org/10.47603/manovol3n1.1-9>

Ramírez-Chaves, H. E., Suárez Castro, A. F., Morales-Martínez, D. M., Rodríguez-Posada, M. E., Zurc, D., Concha Osbahr, D. C. & Zárrate Charry, D. (2021). Mamíferos de Colombia. v1. 12. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Dataset/Checklist.

Rangel-Ch., J. y Lozano-C., G. (1986). Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán de Puracé. *Caldasia*, 14, 68-70, 503-547.

Rangel, O., y Velásquez, A. (1997). Métodos de estudio de vegetación. Bogotá - Colombia: Colombia Diversidad Biótica II. Universidad Nacional de Colombia.

Rangel-Ch., J.O., M.G. Andrade-C., C. Jarro-F. y G. Santos-C. (eds). (2019). Colombia Diversidad Biótica XIX. Selvas transicionales de Cumaribo (Vichada - Colombia). Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Ciencias Naturales, Parques Nacionales Naturales de Colombia. 731 pp. Bogotá D.C.

Rangel, J. O. (2019). TERRITORIO SELVAS TRANSICIONALES DE CUMARIBO, VICHADAm (COLOMBIA). *Diversidad Biotica*. https://www.researchgate.net/profile/Jesus-Rangel-4/publication/339570660_SERVICIOS_ECOSISTEMICO_S_EN_EL_TERRITORIO_SELVAS_TRANSICIONALES_DE_CUMARIBO_VICHADA_COLOMBIA_Ecosystem_services_in_the_transitional_jungle_territory_of_Cumaribo_Vichada_Colombia/links/5e5992cfa6fdccbeba0b4079/SEVICIOS-ECOSISTEMICOS-EN-EL-TERRITORIO-SELVAS-TRANSICIONALES-DE-CUMARIBO

Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal, A. M., Burbano-Girón, J., y Velásquez-Tibatá, J. (2016).

Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.

Resolución 1912 de 2017 (2017). “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”, expedida 15 de septiembre del 2017 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia.

Reynolds, R., Caramaschi, U., Mijares, A., Acosta-Galvis, A., Heyer, R., Lavilla, E. & Hardy, J. (2004). *Leptodactylus fuscus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T57129A11588348.

Riggamonte, O; Salvador, P; Oliveira, L. (2004). Copaíba: ecologia e produção do óleo-resina. Documentos, 91. Río Branco, BR, EMBRAPA. 28 p.

Rigamonte-Azevedo, O. (2004). Copaíba: estrutura populacional, produção e qualidade do óleo-resina em populações nativas do sudoeste da Amazônia. 83f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Departamento de Ciência da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

Rodríguez-Buriticá, S., Orjuela, M. A., & Galeano, G. (2005). Demography and life history of *Geonoma orbignyana*: An understory palm used as foliage in Colombia. *Forest Ecology and Management*, 211(3), 329–340. doi:10.1016/j.foreco.2005.02.052

Rodríguez-Gutiérrez, J., Correa-Higuera, L., Alvarado-Camacho, A., Chaparro-Pesca, J. (2016). Evaluación de la actividad alelopática de extractos crudos de *Copaifera pubiflora* (Benth), sobre la germinación de *Mimosa pudica* (Lineo). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(157), 621-628.

Rodríguez-M., J. V., M. Alberico, F. Trujillo & J. Jorgenson (2006). Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384 pp.

Rodríguez-Mahecha, J. V., Landazábal Mendoza, C. & Nash, S. D. (2006). Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia, 430.

Rozas, V. y Camarero, J. (2005). Técnicas de análisis espacial de patrones de puntos aplicadas en ecología forestal. *Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales*, 14 (1), 79-97.

Rueda, H. (2019). Establecimiento del cultivo de Aceite de palo (*Copaifera officinalis*) en la Serranía de San Martín - Meta. Programa de ingeniería agrónoma. Universidad de los Llanos. Villavicencio, Meta.

Rueda-Almonacid, J., Carr, J., Mittermeier, R., Rodríguez-Mahecha, J., Mast, R., Vogt, R. & Mittermeier, C. (2007). Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Serie de guías de campo tropicales 6. Conservación Internacional, 538 pp.

Rueda-Almonacid, J. V., Lynch, J. D., & Amézquita, A. (2004). Libro rojo de los anfibios de Colombia. Conservación Internacional Colombia.

Salamanca, M. (2017). Determinación de diámetros mínimos de corta simulando la Distribución diamétrica para 11 especies de bosque húmedo Tropical del sur de Bolívar. Tesis de pregrado de Ingeniería forestal, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, D.C. 86p.

Salazar, M., Vélchez, B., Chazdon, R., Gutiérrez, M., Malavasi, O., & Bonilla, M. (2012). Diversidad y estructura horizontal en los bosques tropicales del Corredor Biológico de Osa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 9 - 23 pp.

Sánchez, H., Castaño, O. & Cárdenas, G. (1995). Diversidad de los Reptiles en Colombia. Colombia diversidad biótica I. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Inderena, Fundación FES, 277-325.

Scandiffio, R., Geddo, F., Cottone, E., Querio, G., Antoniotti, S., Gallo, M. P., ... Bovolín, P. (2020). Protective Effects of (E)- β -Caryophyllene (BCP) in Chronic Inflammation. *Nutrients*, 12(11), 3273. doi:10.3390/nu12113273

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de la Gobernación de Casanare (2006). Informe técnico estado de la biodiversidad de Casanare. Yopal. 38p.

Secretaría de obras – UMATA Orocué. (1998). Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Orocué 1998 – 2007. 223 pp. Recuperado <https://repositoriodim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/9964/3415-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Seguro, A., Páez, V., Rincón, M., Betancourt, M. & Alcalá, C. (2020). Evaluación de las características de las poblaciones y el uso de los hábitats de *Podocnemis vogli* (Müller 1935) durante una temporada reproductiva en la reserva natural privada de Bojonawi (Departamento de Vichada, Colombia). *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 3(2), 83-94.

Seixas, A. T., Gallani, S. U., Noronha, L. da S., Silva, J. J. M., Paschoal, J. A. R., Bastos, J. K., & Valladão, G. M. R. (2020). Copaifera oleoresins as a novel natural product against acanthocephalan in aquaculture: Insights in the mode of action and toxicity. *Aquaculture Research*. doi:10.1111/are.14813

Sepúlveda, A. M. (2018). *Podocnemis vogli* (Müller, 1935). Catálogo de anfibios y reptiles de Colombia, Volumen 4 (2): 36-44.

Servicio Geológico Colombiano. (2012). Cartografía geológica plancha 255 (Cumari-bo) Bloque 9 – Departamento del Vichada. Bogotá, Colombia. 146 p.

Shannon, C. y Weaver. W. (1963). The mathematical theory of communication. University Illinois Press, Urbana. 117 p.

SIB. (2023). SIB-IPT. Sitio Web: [<https://ipt.biodiversidad.co/sib/>]

Silva, L. y Schütz, R. (2022). Morphology and architectural analysis of *Copaifera pubiflora* seedlings (Detarioideae, Leguminosae). *Feddes Repertorium - Journal of Botanical Taxonomy and Geobotany*, 133 (4), 313-321.

Símaro, G. V., Lemos, M., Mangabeira da Silva, J. J., Ribeiro, V. P., Arruda, C., Schneider, A. H., de Souza, C., Junqueira, L., Lopes, R., Ambrosio, S., Faloni, S., Banderó, V., Sasse, A., Sheridan, H., Andrade, L. y Bastos, J. (2021). Antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Copaifera pubiflora* Benth oleoresin and its major metabolite ent-hardwickiic acid. *Journal of Ethnopharmacology*, 271, 113883.

Símaro, G. V., Lemos, M., Silva, J., Cunha, W., Carneiro, L., Ambrósio, S., Cunha, L., de Andrade, S., Arruda, C., Banderó-Filho, V., Sasse, A., Sherida, H., Bastos, J. y Silva, M. (2020): In vivo study of anti-inflammatory and antinociceptive activities of *Copaifera pubiflora* Benth oleoresin, *Natural Product Research*, DOI: 10.1080/14786419.2020.1855639

Simpson, E. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.

Soares, D. C., Portella, N. A., Ramos, M. F. de S., Siani, A. C., & Saraiva, E. M. (2013). Trans- β -Caryophyllene: An Effective Antileishmanial Compound Found in Commercial Copaiba Oil (*Copaifera* spp.). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 1–13. doi:10.1155/2013/761323

Solari, S., Muñoz-Saba, Y., Rodríguez-Mahecha, J. V., Defler, T. R., Ramírez-Chaves, H. E. & Trujillo, F. (2013). Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 20(2), 301–365.

- Somaweera, R., Nifong, J., Rosenblatt, A., Brien, M. L., Combrink, X., Elsey, R. M. & Webber, B. L. (2020). The ecological importance of crocodylians: towards evidence-based justification for their conservation. *Biological Reviews*, 95(4), 936-959.
- Sousa, M., Fernandes, L., Stefanelli, V., Ferreira, A. y Jacometti, N. (2022). Ent-hardwickiic acid from *C. pubiflora* and its microbial metabolites are more potent than fluconazole in vitro against *Candida glabrata*, *Letters in Applied Microbiology*, Volume 74, Issue 4, 1 April 2022, Pages 622-629, <https://doi.org/10.1111/lam.13648>
- Sturges H. (1926). The Choice of class interval. *Journal of the American Statistical Association*. 21:65-66.
- Sua S., C. N. (2009). Modelo predictivo de la distribución de flor de Inírida de invierno Guacamaya superba. *Revista Colombia Amazónica Nueva Época*, 145 -154.
- Tan, W. C., Herrel, A., y Rödder, D. (2023). A global analysis of habitat fragmentation research in reptiles and amphibians: what have we done so far? *Biodiversity and Conservation*, 32(2), 439-468.
- Taylor, L. (1961). Aggregation, variance and the mean. *Nature* 189, 732-735.
- Teixeira, S., de Souza, G., Borges, B., de Araújo, T., Rosini, A., Aguila, A., Ambrosio, S., Sola, R., Kenupp, J. Barbosa, M., Gomes, C., de Freitas, B. y Ferro, E. A. (2020). Copaifera spp. oleoresins impair *Toxoplasma gondii* infection in both human trophoblastic cells and human placental explants. *Scientific Reports*, 10(1). doi:10.1038/s41598-020-72230-0
- Tobler, M. W., Janovec, J. P. & Cornejo, F. (2010). Frugivory and seed dispersal by the lowland tapir *Tapirus terrestris* in the Peruvian Amazon. *Biotropica*, 42(2), 215-222. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00549.x>
- Trujillo-Pérez, G. A. (2015). Diversidad de los reptiles de la Orinoquía Colombiana: análisis de los patrones de distribución y relaciones ambientales. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Trujillo, F. & Anzola, F. (eds). (2019). Biodiversidad en el departamento de Arauca. Gobernación de Arauca, Fundación Omacha y Fundación Ecollano. Bogotá. 384 p.
- Uetz, P. 2023. The Reptile Data Base. Disponible en: <https://reptiledatabase.reptarium.cz/> Consultado:12/11/2023
- Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R., Reyes, F. & Hošek, J. (eds). (2023). The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, accessed [23 de septiembre, 2023]
- UICN (2023). The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2022-1. <<https://www.iucnredlist.org>>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). 2022. The IUCN Red List of threatened species. Version 2022-2. <<https://www.iucnredlist.org>>
- United States Agency for International Development – USAID. (2020). Insumos técnicos para la formulación del Plan de Desarrollo 2020 – 2023. Entendiendo la riqueza natural de Cumaribo, Vichada. Chemonics International-Proyecto USAID Riqueza Natural. Casanare, Colombia. 24p
- Universidad de los Llanos – Gobernación de Arauca. (2019). Formulación e Implementación del Plan de Ordenamiento Departamental de Arauca. Informe técnico final “Análisis de diagnóstico del Plan Básico Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Tame”. Convenio interadministrativo 532 de 2016. Villavicencio – Colombia.
- Uribe, A., Velásquez, P. y Montoya, M. (2001). Ecología de las poblaciones de *Attalea butyracea* (RECACAE) en un paraca de bosque seco Tropical (Las Brisas, Sucre, Colombia). *Actual Biol.* 23 (74), 33-39.
- Usma, J. S. & Trujillo, F. (eds). (2011). Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas estratégicos del Departamento. Gobernación de

Casanare - WWF Colombia. Bogotá D.C. 286p.

Valencia-Aguilar, A., Cortés-Gómez, A. M. & Ruiz-Agudelo, C. A. (2013). Ecosystem services provided by amphibians and reptiles in Neotropical ecosystems. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services y Management*, 9(3), 257-272.

Vásquez C. y Bernal, H. (2011). Plantas medicinales en Colombia: origen, uso tradicional, eficacia, seguridad y aplicabilidad desde el sistema de salud. En: Bernal, H., García, M. y Quevedo, S. (Eds). *Pautas para el conocimiento, conservación y uso sostenible de las plantas medicinales nativas en Colombia: Estrategia nacional para la conservación de plantas*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 232 p.

Vaca Llivigañay J. A., & Palacios Herrera, B. G. (2023). Estructura, productividad de madera y regeneración natural de *Juglans neotropica* Diels en la Hacienda la Florencia del Cantón y provincia de Loja. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 1640-1655.

Veiga, V. F., Zunino, L., Calixto, J. B., Patitucci, M. L., & Pinto, Angelo C. (2001). Phytochemical and antioedematogenic studies of commercial copaiba oils available in Brazil. *Phytotherapy Research*, 15(6), 476-480. doi:10.1002/ptr.976

Veiga J. y Pinto, A. (2002). O gênero *Copaifera* L. *Química Nova*, 25(2), 273-286. doi:10.1590/s0100-40422002000200016.

Velasco, H. (2018). Aspectos demográficos de *Magnolia dealbata* Zucc., en El Rincón, Sierra Norte, Oaxaca. (Tesis de Maestría en ciencias). INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, Centro Interdisciplinario de Investigación para Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca.

Villareal, H. M., Álvarez, S., Córdova, F., Escobar, G., Fagua, F., Gast, H., Mendoza, M. & Umaña, M. (2004). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados

provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. *Manual de Métodos Para El Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad*. IAvH, 188-225.

Villareal, H., Alvarez, S., Escobar, F., Gast, F., Mendoza, H. y Umaña, A. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Wake, D. B. & Vredenburg, V. T. (2008). Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(supplement_1), 11466-11473.

Wordle TM. (2014). Wordle TM. Recuperado de: <https://www.wordle.net/>

Zanne, A., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S., Miller, R., Swenson, N., Wiemann, M., Chave, J. (2009), Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum, Dryad, Dataset, <https://doi.org/10.5061/dryad.234>

Zoghbi, M. das G. B., Martins-da-Silva, R. C. V., & Trigo, J. R. (2009). Volatiles of *Oleoresins of Copaifera pauper* (Herzog) Dwyer *C. piresii* Dwyer and *C. pubiflora* Benth. (Leguminosae). *Journal of Essential Oil Research*, 21(5), 403-404.





USO SOSTENIBLE
PAJO DE ACEITE