



CONGRIO

Estudio básico de caracterización del congrio (*Acosmium nitens*)
en Casanare, Arauca y Vichada en Colombia

Editores

Catherine Agudelo-Rico

Daniel Rodríguez-Tovar

Francisco Castro-Lima

CONGRIO

Estudio básico de caracterización del congrio (*Acosmium nitens*)
en Casanare, Arauca y Vichada en Colombia

Editores

Catherine Agudelo-Rico

Daniel Rodríguez-Tovar

Francisco Castro-Lima



CONGRIO

Estudio básico de caracterización del congrio (*Acosmium nitens*)
en Casanare, Arauca y Vichada en Colombia

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA ORINOQUIA, CORPORINOQUIA Por una región viva 2016-2019

Directora General
Martha Jhoven Plazas Roa

Secretaria General
Diana Carolina Mariño Mondragón

**Subdirectora de
Planeación Ambiental**
Yeimi Milena Rojas García

**Subdirectora Administrativa
y Financiera**
Mauren Carlina Navarro Sánchez

**Subdirectora de Control
y Calidad Ambiental**
Karen Johana Pinzón de la Rosa

Jefe Oficina Asesora Jurídica
Fabio Yesid Bernal Pérez

Jefe Oficina de Control Interno
Liliana Agudelo Cifuentes

**Director Territorial de
la subsele Arauca**
Carlos Alberto Sandoval Jerónimo

**Director Territorial de la
subsele La Primavera**
Luis Manuel Azabache Luna

**Coordinador Unidad
Ambiental de Cáqueza**
Darwin Leandro Trujillo Pardo

CONSEJO DIRECTIVO

Gobernador de Vichada
Luis Carlos Álvarez Morales

Gobernador de Arauca
Ricardo Alvarado Bestene

**Delegado Presidencia
de la República**
Luis Alberto Giraldo
Fernández

**Ministro de Ambiente y
Desarrollo Sostenible**
Ricardo José Lozano Picón

**Delegada Gobernación
de Casanare**
Johana Velandia Sierra

**Delegado Gobernación
de Boyacá**
Germán Rafael Bermúdez

**Delegado Gobernación
de Cundinamarca**
Efraín Eduardo
Contreras Ramírez

**Alcaldesa de
Puerto Rondón**
Sandra Milena
Gutiérrez Vigott

Alcalde de Puerto Carreño
Marcos Pérez Jiménez

Alcalde de Choachí
Álvaro Gutiérrez Pardo

Alcalde de Sabanalarga
José Armando Suárez Sandoval

**Representante del
sector privado**
Andrés Felipe Castro Bermúdez

**Representante del
sector privado**
Julián Salamanca Herrera

**Representante entidades
sin ánimo de lucro**
Numael Eduardo Parra Martínez

**Representante entidades
sin ánimo de lucro**
Luis Francisco Ramírez Contreras

**Representante de las
comunidades indígenas**
Herardo Timoteo Horopa Colina

**Representante Unión Temporal
Congriales de la Orinoquia**
Robinson Fernin Vallejo

**Directora General Fundación
Orinoquia Biodiversa**
Karen Elisa Pérez Albarracín

Editores

Catherine Agudelo-Rico
Daniel Rodríguez-Tovar
Francisco Castro-Lima

Autores (en orden alfabético)
Ángela Alviz, Catalina Morales,
Camila Pineda, Catherine Agudelo,
Daniel Rodríguez-Tovar, Francisco
Castro-Lima, Mayra Villanueva, María
Meza, Mariana Medrano Niño.

Revisión técnica
Corporinoquia
Consortio Interventoría Congrio
Fundación Orinoquia Biodiversa

Dirección editorial Carbono¹⁴
Tatiana Menjura

Revisión de textos
Tatiana Menjura, Catherine
Agudelo, Lina Marcela Ramos

Corrección ortotipográfica
Tatiana Menjura

Diseño y diagramación .Puntoaparte Bookvertising

Mateo L. Zúñiga
Felipe Caro
Sara Vergara
Ángela Ramírez

Planeación
Ana María Cifuentes

Cartografía
Catherine Agudelo
Daniel Gamma

Fotografías
UT Congriales de la Orinoquia
Ángela Alviz
Daniel Rodríguez
Francisco Castro
Catalina Morales
Ricardo Mancera

Ilustraciones
Andrea Mora
www.camarinconvista.com

ISBN impreso: 978-958-52129-0-9
ISBN digital: 978-958-52129-1-6

Impresión
Zetta Comunicadores S.A.

Primera edición, 2018
150 ejemplares
Impreso en Bogotá, D.C., Colombia.

Citación sugerida para la obra completa

Agudelo, C., D. Rodríguez y F. Castro. (eds.). 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.

Citación sugerida por capítulos

Agudelo, C. 2018. El congrio en la jurisdicción de Corporinoquia. En: Agudelo, C., D. Rodríguez y F. Castro. (eds.). 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.

Esta publicación fue preparada por la Unión Temporal Congriales de la Orinoquia bajo la dirección técnica de la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia, Corporinoquia en el marco del Plan de acción de Corporinoquia "Por una región viva 2016-2019", en la línea estratégica 2. Conocer para conservar nuestra biodiversidad, programa IV. Implementación de estrategias de conservación para disminuir los impactos sobre la biodiversidad proyecto 6. Consolidación de las estrategias de conservación para disminuir los impactos sobre la biodiversidad.



Prólogo

La deforestación en Colombia para el año 2017, de acuerdo con la información oficial generada por el IDEAM, llegó a ser la más alta de la historia y se ubicó en más de 220.000 hectáreas, concentrada especialmente en la Amazonía, Guaviare y Vichada. A nivel regional, las cifras obtenidas indican que las áreas de cambio en la cobertura de bosque natural se concentraron principalmente en las regiones Amazonía (65,5%), los Andes (17%), el Caribe (7,1%), el Pacífico colombiano (6,1%), y la Orinoquia (4,5%). Aun sin publicarse, para el año 2018, según las estimaciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, esta cifra podría ser mucho más crítica y llegar a ubicarse en 280.000 hectáreas de bosque que dejaron de existir en Colombia con consecuencias muy negativas para el país. Por lo tanto, se hace necesario y urgente entender que la deforestación es un problema nacional que requiere de la apropiación de cada uno de nosotros, de manera que se puedan encontrar alternativas sostenibles y viables que permitan la conservación de los recursos naturales.

En jurisdicción de Corporinoquia se encuentran especies de flora y fauna de alto valor ecológico, económico y cultural, una de ellas es el congrio (*Acosmium nitens*) un árbol con características únicas y especiales que se desarrolla en bosques de inundación y sabanas inundables. Su madera pesada y densa es resistente a la humedad, atributos que la hacen vulnerable a la mano extractiva del hombre, quien la utiliza para la construcción de viviendas, como pilares y postes.

El estudio básico de caracterización del congrio (*Acosmium nitens*) en Casanare, Arauca y Vichada resalta la importancia de la pre-

servación, uso y manejo sostenible de esta especie, identifica los beneficios maderables, usos medicinales, culturales y las interacciones que tiene con la fauna y flora que comparten su hábitat. Sin lugar a dudas, es el punto de partida para propiciar el uso, manejo y conservación de las poblaciones de congrio en nuestra jurisdicción.

Desde Corporinoquia consideramos que la información contenida en este libro contribuye al conocimiento para potenciar el uso sostenible del congrio a partir del reconocimiento de los servicios sociales y culturales que presta y el papel fundamental que cumple dentro de los ecosistemas. Es una herramienta útil para las entidades territoriales, gobernaciones, alcaldías, y en general para todos los actores que le apuestan a un manejo sostenible de la biodiversidad de la región.

No está de más insistir en que el manejo y conservación de la biodiversidad es responsabilidad de todos, ya que de ésta depende la estabilidad climática, la protección de las cuencas hidrográficas y el equilibrio de los procesos ecológicos que garantizan la prestación de bienes y servicios ambientales de los que depende la humanidad.

Martha Jhoven Plazas Roa

Directora General Corporinoquia

Introducción

El congrio (*Acosmium nitens*) es un árbol conocido en la Orinoquia por la calidad de su madera (Varela *et al.*, 2005) cuya duración (de acuerdo con las comunidades que lo usan) en uso exterior puede superar los 30 años, y es muy resistente al ataque de hongos e insectos, por lo cual es muy apetecido (Del Río *et al.*, 2017). Lamentablemente, las investigaciones sobre esta especie son pocas y la información sobre su ecología, silvicultura y formas de aprovechamiento sostenible es casi nula. Pese a que no ha sido evaluado ni asignado a alguna categoría de amenaza, ni está incluido en algún programa de conservación *in situ* o *ex situ*, el congrio sí ha sido considerado en estudios locales como amenazado, en particular por ser maderable, explotado de manera insostenible y por no estar incluido en algún programa de conservación *in situ* o *ex situ* (Alcázar-Caicedo & Ramírez-Hernández, 2011). De ahí que la realización de estudios que permitan conocer el estado de las poblaciones naturales de este árbol sea un insumo invaluable para la construcción de lineamientos y planes de conservación de esta especie.

Los bosques conformados principalmente por el congrio que se sitúan en las zonas bajas dentro de la matriz de sabana son conocidos como congriales (La Salle, 1998). Estos ecosistemas, junto con los morichales y bosques de galería, brindan importantes refugios para la fauna que recorre las sabanas de los Llanos Orientales, y que durante las inundaciones proveen un nicho temporal que es ocupado por peces, anfibios y reptiles, esto la convierte en una especie clave en la provisión de servicios ecosistémicos como hábitat y refugio para la fauna (Wallace *et al.*, 1998 caso de primates),

a la vez que cumple roles importantes en los ciclos hidrológicos (Rial *et al.*, 2014).

La publicación que tiene en sus manos, da cuenta de los resultados del *Estudio básico de caracterización del congrio (Acosmium nitens) en Casanare, Arauca y Vichada*, con el que se buscó dar cumplimiento a las metas y objetivos del plan de gestión ambiental regional que tiene, entre otras metas, ordenar ambientalmente el territorio como estrategia para la sostenibilidad del desarrollo. En consecuencia, los objetivos de la iniciativa fueron: 1. Recolectar información general de la especie y generar mapas de distribución potencial usando como herramienta la modelación con el fin de orientar la ubicación del congrio en toda la jurisdicción de Corporinoquia (Capítulos 1 y 2), 2. Identificar las poblaciones naturales de la especie e interacciones con su hábitat (Capítulos 3, 4, 5 y 6), 3. Recolectar información sobre los usos y usuarios de la especie y finalmente (Capítulo 7), 4. Adelantar la construcción colectiva de estrategias para la conservación (preservación y uso sostenible) del congrio (Capítulos 8 y 9). Por tanto, el trabajo tuvo como pilar fundamental el generar información actualizada y pertinente sobre el congrio, aportar a la construcción de estrategias tangibles frente a los retos de la conservación de una especie que es altamente usada por las comunidades y generar insumos para la elaboración de su respectivo plan de manejo.

Bajo ese contexto, el presente libro se concibe como un documento de consulta para funcionarios de instituciones ambientales de carácter estatal y no estatal, para investigadores y para aquellas personas relacionadas con las áreas y ecosistemas donde se encuentran las poblaciones de esta especie.



Contenido

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ecología del congrío	El congrío en la jurisdicción de Corporinoquia	Factores que determinan el establecimiento del congrío	El congrío en el paisaje orinoqués	Densidad y estructura poblacional del congrío	Hábitat e interacciones del congrío	La gente y el congrío	Servicios ecosistémicos: los usos del congrío	Presiones y amenazas	Bibliografía
pág. 10	pág. 22	pág. 30	pág. 54	pág. 70	pág. 84	pág. 120	pág. 132	pág. 150	pág. 164

1

Ecología del congro

Catherine Agudelo, Francisco Castro-Lima, Daniel Rodríguez-Tovar



La madera del congro es muy dura y pesada, secada al aire libre presenta pocas deformaciones y rajaduras. Se sabe que tiene una duración en uso exterior de más de 30 años, muy resistente al ataque de hongos e insectos.

El congro (*Acosmium nitens*) es un árbol de la familia de las leguminosas, su altura puede oscilar entre los 12 y 40 metros (Pauwells *et al.*, 1999, Del Río *et al.*, 2017), y puede presentar con diámetros a la altura del pecho (DAP) de hasta 90 cm en bosques

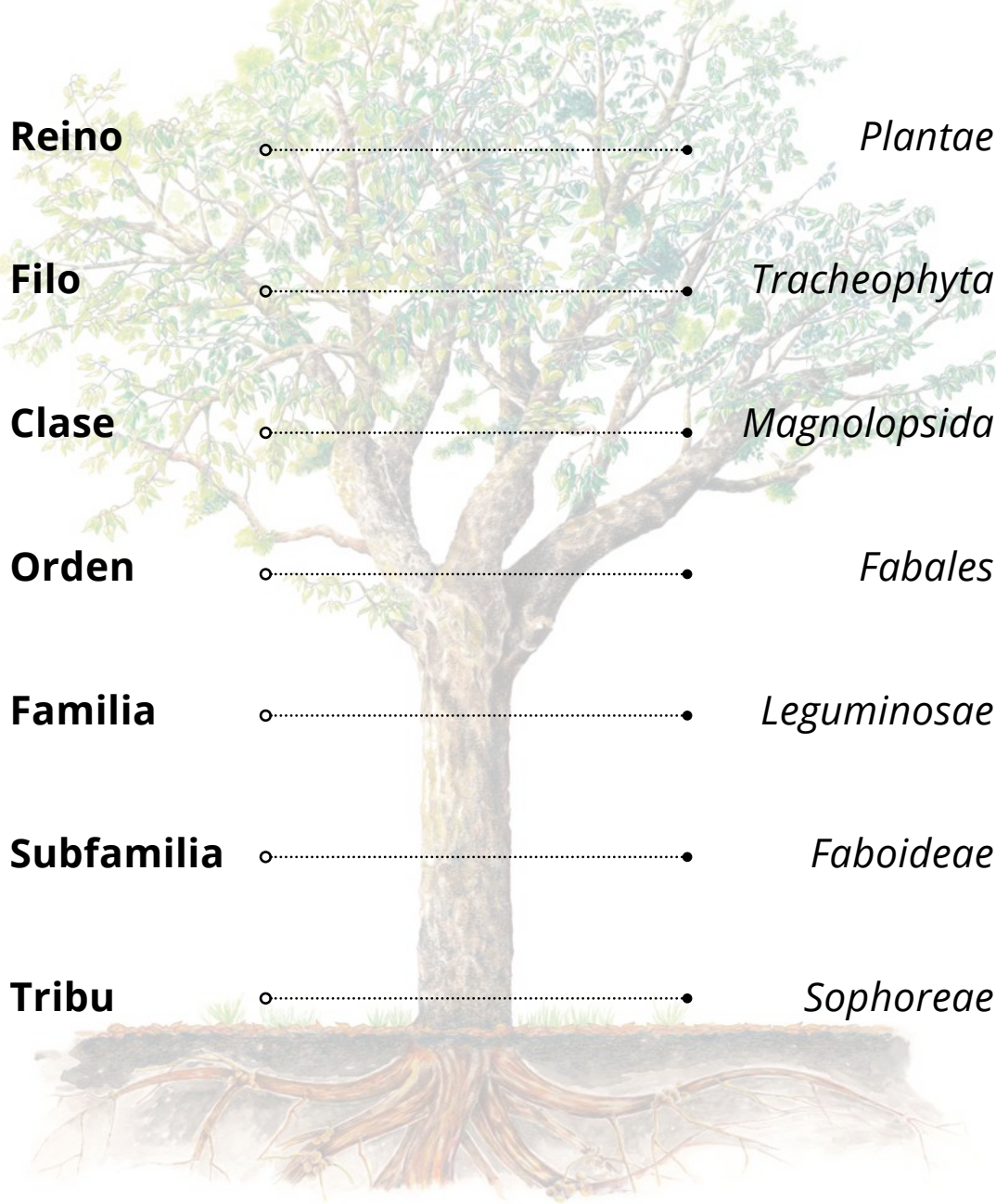
de galería de Casanare 90.7 cm. Las hojas de la especie son compuestas alternas, imparipinadas conformadas por cinco folíolos ovados o lanceolados, subcoriáceos generalmente, de borde liso, con pulvínulos en cada uno (Gentry, 1996; Berry *et al.*, 1999).



Taxonomía

Taxonómicamente la especie pertenece al reino Plantae, filo Tracheophyta, clase Magnoliopsida o también conocida como dicotiledóneas (dos cotiledones), del orden Fabales, y familia Leguminosae, subfamilia Faboideae, Tribu Sophoreae.

En la revisión taxonómica realizada a la familia Leguminosae por Rodrigues y Goulart de Azevedo (2008) se definió que todas las especies del género *Acosmium* debían ser incluidas en el género *Leptolobium* Vogel, por tanto, en la actualidad, esta especie se denomina *Leptolobium nitens*.



Gráfica 1.1.
Taxonomía del congrio
(*Acosmium nitens*).

Fuente: USDA-GRIN,
2006; GBIF.org, 2018.

La inflorescencia es paniculada, ramificada, se ubica al final de la rama ligeramente pubescente, con numerosas flores fragantes. Los frutos son legumbres indehiscentes (Kubitzki & Zi-

burski, 1994; Gentry, 1996) que pueden tener entre 1-3 cm de largo y 1-1.5 cm de ancho, con hasta cuatro semillas (Del Río *et al.*, 2017), los frutos maduros tienen una coloración oscura.



1. Individuo adulto de *Acosmium nitens*. A la derecha individuo creciendo en congrial, a la izquierda individuo en bosque de galería.

Foto: Ángela Alviz.

2. Inflorescencia del congrio (*Acosmium nitens*).

Foto: Francisco Castro-Lima.

El congrio es una especie semidecídua, es decir, no pierde sus hojas en la época de floración. Sin embargo, en el período de fructi-

ficación si ocurre una defoliación parcial en las ramas productivas y, mientras que las estériles permanecen con follaje.



3. Frutos y semillas del congrio. (*Acosmium nitens*).

Foto: Ángela Alviz.

4. Fruto inmaduro del congrio.

Foto: Francisco Castro-Lima.

La corteza externa del fuste se desprende en placas y es de color grisáceo, mientras que la corteza viva presenta una coloración amarilla. La madera es catalogada como muy dura y pesada, secada al aire libre presenta pocas deformaciones y rajaduras. Se ha reportado una duración en uso exterior de más de 30 años, muy resistente al ataque de hongos e insectos. El color de la madera recién cortada es marrón oscuro, y presenta una albu-

ra blanca con transición gradual al duramen de color marrón oscuro (Del Río *et al.*, 2017). En estudios realizados en Colombia se reporta una densidad básica de 0.820 gr/cm³ (Del Río *et al.*, 2017), para Brasil, otros autores reportan promedios de 0.74 gr/cm³ (Parolin & Ferreira, 1998), y 0.72 gr/cm³ (Parolin & Worbes, 2000), asociando los cambios en la densidad a la cantidad de nutrientes disponibles en el agua (Parolin, 2000).



5. Detalle madera del congrio.

Foto: Francisco Castro-Lima.

Fenología

Los ciclos fenológicos del congrio dependen del régimen climático de la zona que habita y están en función de las variaciones presentadas por él mismo durante el año. Por ejemplo, la floración en la zona del río Bita se da durante septiembre y octubre (Del Río *et al.*, 2017), y en Arauca, Casanare y Vichada, la floración se presenta en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, justo cuando comienzan a disminuir las precipitaciones de mitad de año, y los caños y ríos inician la reducción de sus caudales. No obstante, el ciclo de floración no es estricto ni estable, incluso se ha observado que en años muy lluviosos, la floración disminuye o no se presenta.

En Arauca, Casanare y Vichada el período de fructificación (formación de frutos) de la especie se presenta entre agosto y noviembre; mientras que la maduración ocurre generalmente entre diciembre y marzo; sin embargo, los frutos no

caen inmediatamente del árbol sino que permanecen en él hasta mayo y junio cuando el pulso de inundación tiene su máximo nivel en los bosques de galería. Mas aún, se ha observado en otros años con periodos muy lluviosos no hay fructificación.



6. Fructificación del congrio.

Foto: Francisco Castro-Lima.

7. Floración del congrio.

Foto: Francisco Castro-Lima.

Dispersión

No existe un consenso en cuanto a la dispersión de las semillas, algunos consideran al congrio como una especie anemócora (Stefanello *et al.*, 2009), otros hidrocora (Kubitzki & Ziburski, 1994), y otros como barocora (Hernández & Martino, 1998). En efecto, de acuerdo con las observaciones de campo cuando el fruto está maduro es una legumbre seca con alta resistencia a la humedad, un rasgo que le confiere la capacidad de poder flotar y ser dispersado por el agua (hidrocoria) río abajo. Sin embargo, existe una gran duda sobre la dispersión de las semillas río arriba, pues esto no ha sido inves-

tigado y los frutos, al no presentar carnosidades y las semillas estar desprovistas de arilos, disminuye la probabilidad de ser consumidos por la fauna, algunas observaciones en campo sugieren el consumo por peces.

La latencia de las semillas no se ve afectada por el almacenamiento en condiciones hipóxicas (inmersión) (Kubitzki & Ziburski, 1994). Por su parte la germinación y el crecimiento de las plántulas está influenciada por la duración de la inundación y por el pulso de este fenómeno de manera sincronizada con De Andrade, 1991.



8. Frutos del congrio.

Foto: Francisco Castro-Lima.

Distribución y hábitat



Mapa 1.1. Distribución del congrio (*Acosmium nitens*) en Suramérica.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

La distribución de esta especie es neotropical, se ha reportado en Bolivia, Colombia, Venezuela, Brasil, Guyana, Guayana Francesa y Surinam (Godoy *et al.*, 1999; Oliveira-Filho *et al.*, 2006; Rodríguez y Tozzi, 2012; GIFB, 2018). En las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas, y en los bosques inundables (Godoy *et al.*, 1999).



Mapa 1.2. Distribución del congrio (*Acosmium nitens*) en Colombia.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

En Colombia, la especie se localiza en los afluentes de las cuencas del Orinoco y el Amazonas, en los departamentos de Arauca, Casanare, Vichada (Orinoquia), en Caquetá, Amazonas, Vaupés, Guainía y Gua-

viare (Guayana amazónica), y en la transición entre la Amazonia y la Orinoquia. En general se asocia a cuerpos de agua lóticos o lénticos, especialmente madre viejas y lagunas.



9



9. Bosques de galería asociados al caño Los Araguatos en Arauca.

Foto: Daniel Rodríguez-Tovar.



10



11



12

10. Bosques de galería asociados al caño Los Araguatos en Arauca.

Foto: cámara trampa.

11. Congrial creciendo en sabana inundable, respectivamente.

Foto: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

12. Hábitat de la especie asociado a cuerpos de agua.

Foto: Ángela Alviz.

2

El congrio en la jurisdicción de Corporinoquia

Catherine Agudelo



Definir el estado poblacional de una especie y generar recomendaciones de manejo sobre la misma implica saber dónde está presente y cómo se distribuye.

La distribución y abundancia de las especies es determinada por los gradientes ambientales. La comprensión de la ecología del congrio y su presencia en ciertos paisajes y ecosistemas de la Orinoquia requiere un análisis desde la visión conjunta de las variables abióticas y las condiciones requeridas para que la especie esté presente

en una zona. En esta perspectiva se trabaja desde la modelación de nicho ecológico y es una herramienta útil para conocer de manera continua el territorio (jurisdicción de Corporinoquia) en donde potencialmente se encuentra la especie, convirtiéndolo en un insumo de utilidad para la planeación y gestión de los recursos.



La modelación

Definir el estado poblacional de una especie y generar recomendaciones de manejo sobre la misma requiere de saber en dónde está presente y cómo se distribuye. Para el caso específico del congrio y su localización en la jurisdicción de Corporinoquia, se desarrolló un ejercicio de modelación de la distribución potencial. Una actividad que implicó la recolección de registros biológicos, la generación de variables ambientales, la modelación de la distribución potencial y su respectiva validación. Una vez seleccionada la versión más robusta del modelo, este fue ajustado con coberturas de la tierra para obtener las áreas de distribución actual.

Vale la pena anotar que los modelos de distribución han sido aplicados en un amplio rango de especies, especialmente cuando los análisis son a escalas nacionales o regionales. De acuerdo con Cassini (2013), este tipo de modelación enfatiza en el efecto de la heterogeneidad ambiental sobre la presencia de un grupo de poblaciones (aunque estas no fueron el objeto de estudio de los modelos). Estos modelos desarrollados en MaxEnt (Phillips *et al.*, 2017) son asociativos, relacionan datos de ocurrencia (puntos de presencia y registros de la especie) con información de variables ambientales (Elith & Leathwick, 2009).

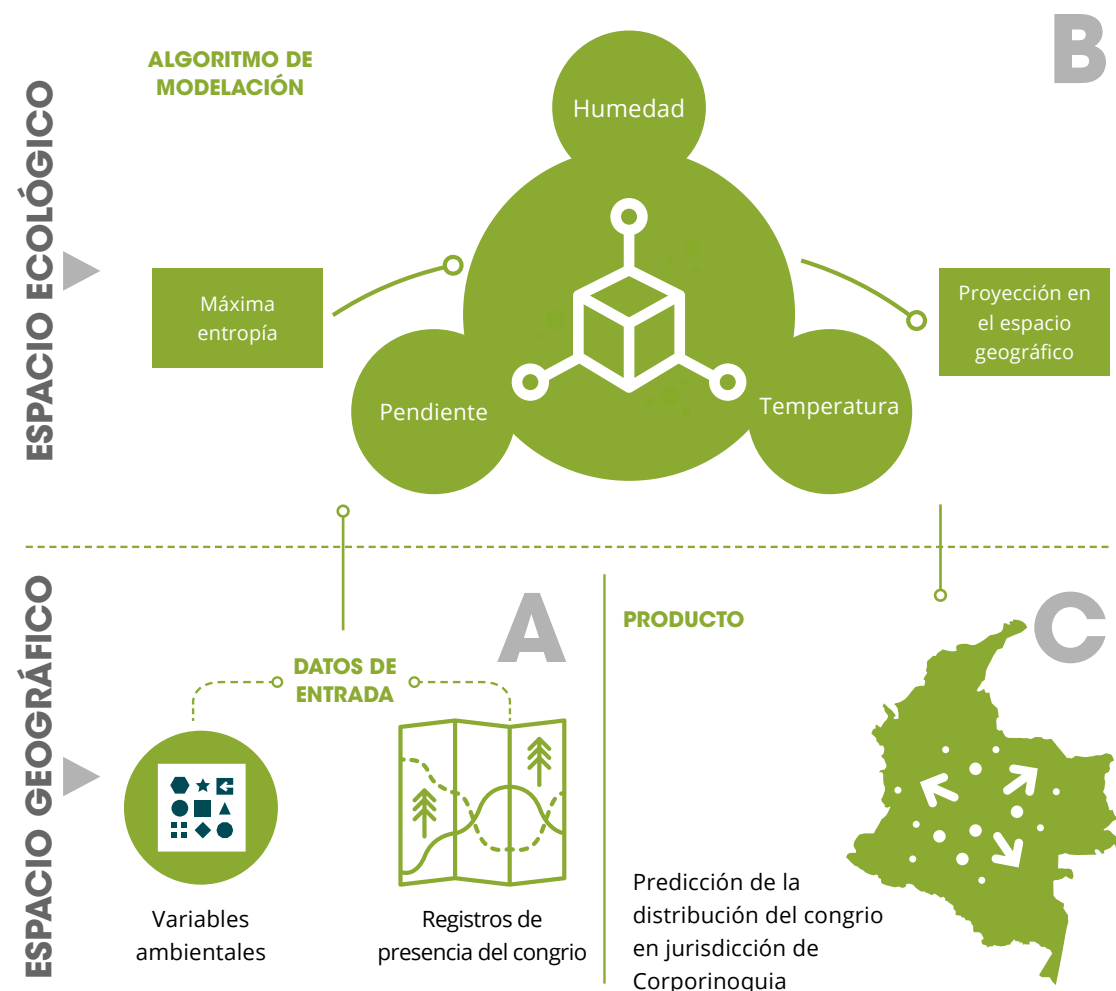
Registros de presencia

Corresponden a lugares en donde ha sido reportada la especie, información recolectada en campo o depositada en herbarios. Esta información de localización debe estar asociada a coordenadas o una localidad específica. Con base en información disponible en línea (GBIF, SIB, Colecciones en línea), consulta a herbarios (COL, UDBC, Llanos), e información de campo se colectó un total de 593 registros de la especie.

Variables ambientales

En general la distribución de las especies está fuertemente influenciada por variaciones climáticas y topográficas como la precipitación, la radiación, la exposición (variable topográfica) que relaciona el ángulo y la orientación de la ladera y tiene efecto en el nivel de radicación y humedad de la misma (Raventos & González, 1992) y el microrelieve (Rangel-Ch, 2000; Arzac *et al.*, 2011; Suárez del Moral y Chacón-Moreno, 2011).

Para el caso específico del congrio se revisó la información de otros trabajos en modelación de vegetación (Peterson & Nakasawa, 2008; Sarmiento *et al.*, 2015) y se consultó al botánico Francisco Castro, especialista en autoecología del congrio y otras especies de la Orinoquia. Se concluyó entonces que, en términos generales, este árbol está asociado a zonas inundadas (geoformas específicas), húmedas (alta humedad relativa, altas precipitaciones), sus registros están localizados por debajo de los 250 m s. n. m. (altas temperaturas), con preferencia por suelos arenosos y ácidos, que indican requerimientos específicos de hábitat. A partir de estas preferencias generales y las variables de importancia identificadas, se revisó la disponibilidad de datos de calidad para incluir en el modelo y se encontró en total ocho variables: pendiente, curvatura, acumulación de flujo, frecuencia de inundación, temperatura promedio anual, precipitación anual, precipitación del mes más húmedo y precipitación del mes más seco.



Gráfica 2.1. Metodología modelación de distribución potencial del congrio.

Fuente: UT congriales de la Orinoquia, 2018.



13. Bosque de galería inundable.

Foto: María Meza.

Insumos de la modelación

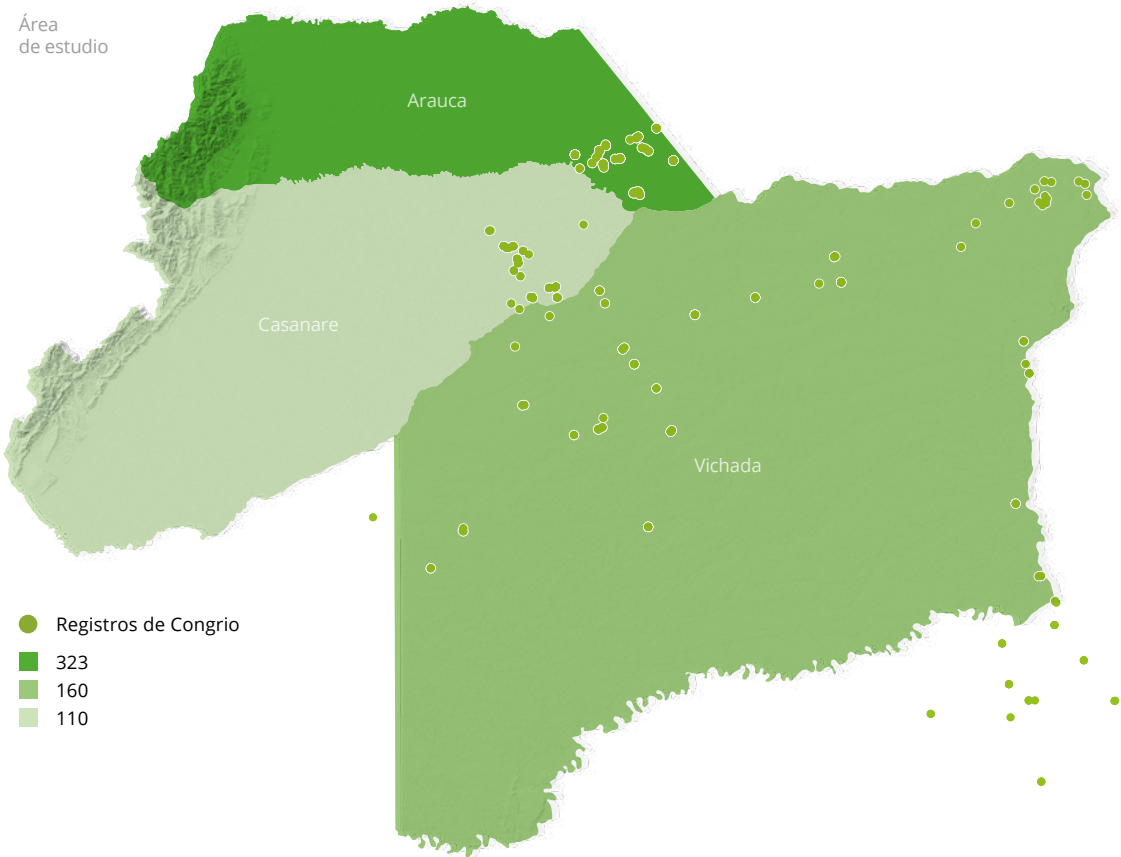


Tabla 2.1. Registros de presencia de congrio aportados por el proyecto.

Fuente: UT congriales de la Orinoquia, 2018.

Registros

DEPARTAMENTO	N° REGISTROS
ARAUCA	323
CASANARE	110
VICHADA	160

Tabla 2.2. Variables topográficas y climáticas usadas como variables independientes en el modelo (las variables climáticas en gris).

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Variables ambientales

Para la modelación de la distribución del congrio se usaron en total ocho variables ambientales.

VARIABLE	SIGLA	DESCRIPCIÓN	SIGNIFICADO ECOLÓGICO	RELACIÓN CON EL CONGRIO
Pendiente	Slope	Ángulo de la pendiente (%)	Radiación solar, estabilidad, erosión, humedad (Bader & Ruijten, 2008).	Esta variable fue seleccionada considerando la preferencia del congrio, especialmente de sus consociaciones, por zonas de bajos (sabanas inundables), por lo tanto, es un indicador adecuado de geoformas de la tierra.
Curvatura	Curv	Identifica si la superficie es cóncava o convexa	Radiación solar, humedad, exposición a vientos (Bader & Ruijten, 2008).	Esta variable fue seleccionada considerando la preferencia del congrio, especialmente de sus consociaciones, por zonas de bajos (sabanas inundables), por lo tanto, esta variable es un indicador adecuado de geoformas de la tierra.
Acumulación de flujo	Flowac	Identifica áreas de acumulación potencial de agua de acuerdo con la topografía.	Zonas en donde se acumula la humedad. Las áreas con mayores valores de esta variable pueden corresponder a zonas inundadas (en suelos con mala infiltración).	Esta variable está relacionada con la preferencia del congrio por zonas húmedas e inundadas, representa las áreas en donde por condiciones topográficas se acumula la humedad.
Frecuencia de inundación	Fr_in	Identifica las áreas en donde, en el periodo 15 años, se registraron inundaciones en el área de estudio. El valor del píxel representa cuántas veces se inundó el mismo en el periodo de análisis	Inundación, humedad del suelo, suelos saturados.	Esta variable está relacionada con la preferencia del congrio por zonas húmedas e inundadas.
Temperatura promedio anual	Bio1	Temperatura promedio anual	Temperatura	Esta variable se relaciona con el establecimiento de las plántulas especialmente por factores térmicos.
Precipitación anual	Bio12	Cantidad de agua en milímetros depositada anualmente en un metro cuadrado	Tendencias anuales humedad, radiación.	Requerimientos de humedad a lo largo del año.
Precipitación del mes más húmedo	Bio13	Cantidad de agua en milímetros depositada en el mes más húmedo en un metro cuadrado.	Factor limitante por exceso de humedad, intensidad, distribución de la humedad a lo largo del año.	Aunque para otras especies la humedad es un factor limitante, para el congrio es una ventaja pues ha desarrollado adaptaciones a estas condiciones y esto le permite colonizar áreas.
Precipitación del mes más seco	Bio14	Cantidad de agua en milímetros depositada en el mes más seco en un metro cuadrado.	Factor limitante por escasez de humedad.	Relacionada con los meses de sequía de la Orinoquia, que limita la permanencia de individuos jóvenes de congrio.

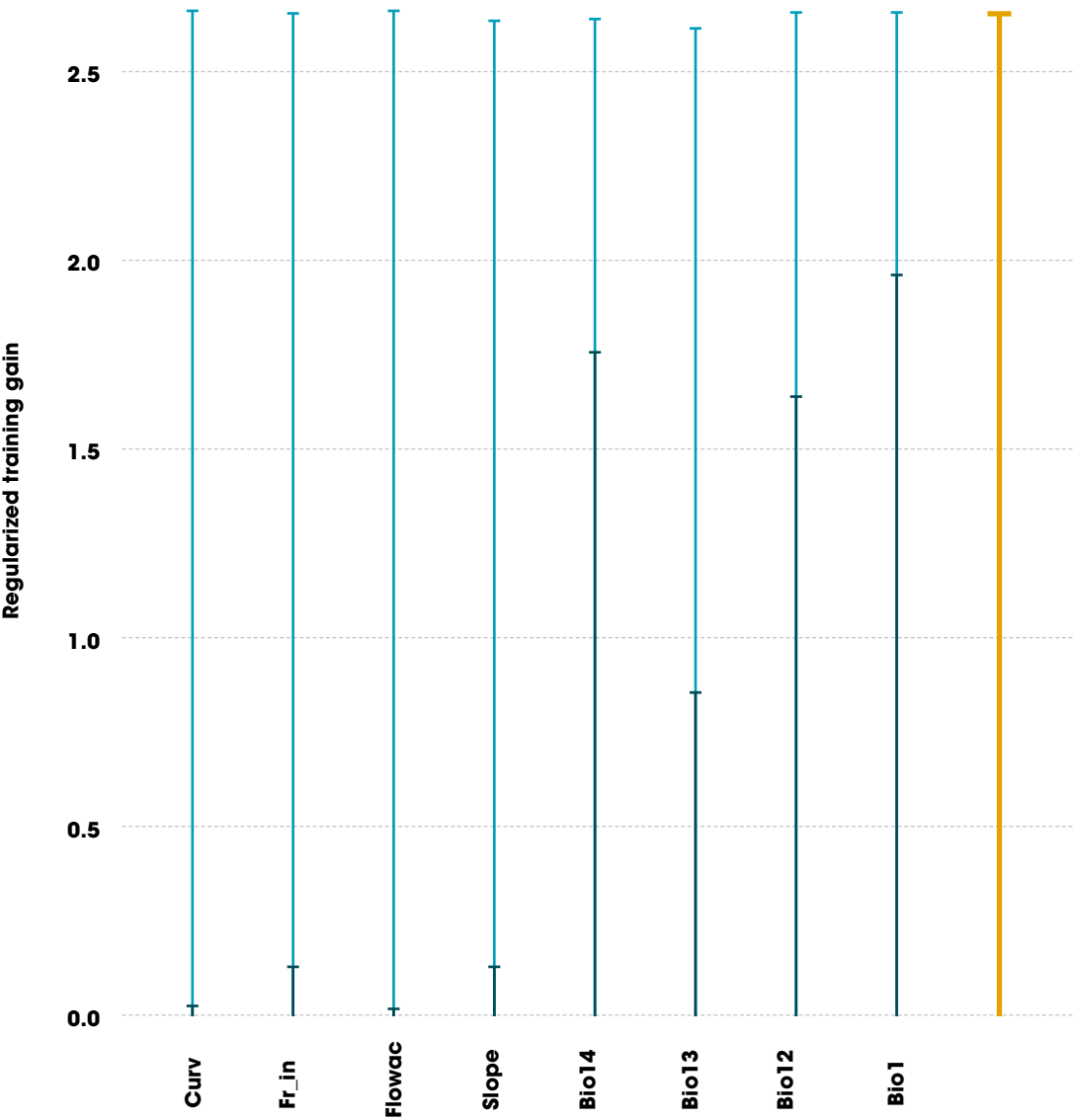
Distribución potencial

Como resultado de la modelación se encontró que de las variables analizadas, la temperatura promedio anual y la precipitación del mes más seco tienen el mayor efecto en la distribución de la especie. Aunque las va-

riables topográficas aportaron poco al modelo, estas ajustan el modelo a escala local. El mapa a una resolución de 30 m presenta la distribución del congrio en la jurisdicción de Corporinoquia, se agrupa en la probabilidad de encontrar la especie en una visita de campo como muy alta, alta y baja.

Este modelo presentó un ajuste del 0.98%, esto indica que desde el criterio estadístico la distribución representada corresponde con la distribución real de la especie.

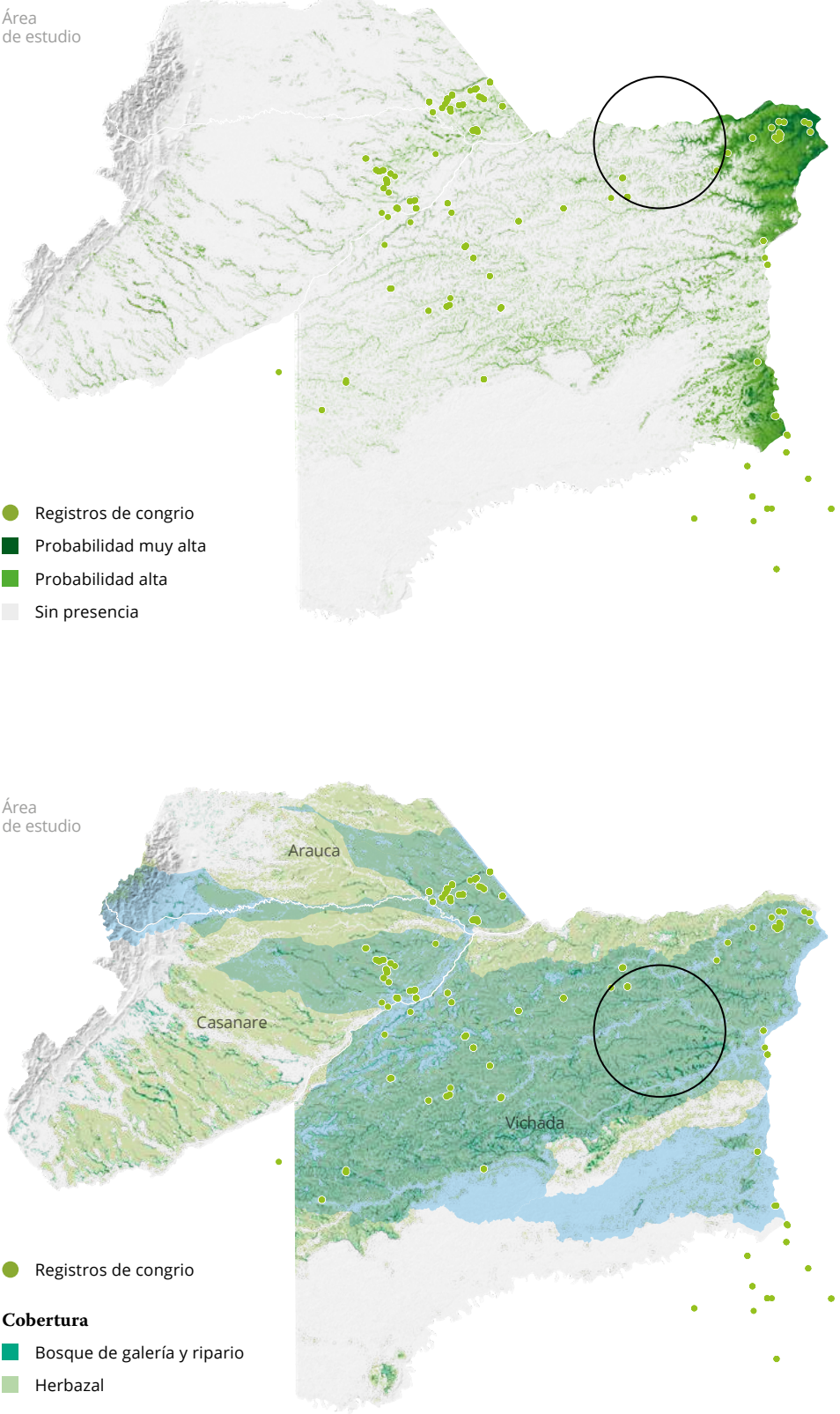
- Sin variable
- Con una sola variable
- Con todas las variables



Gráfica 2.2 Prueba Jackknife.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Verificación: de las 23 subzonas hidrográficas en donde se distribuye el congrio, se visitó el 56% y se verificó la presencia de la especie en las áreas predichas.



Mapa 2.1 Distribución potencial. Parte superior sin clasificar, parte inferior clasificada por niveles de probabilidad.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Mapa 2.2 Áreas de presencia del congrio visitadas, unidades visitadas en azul.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

3

Factores que determinan el establecimiento del congro

Francisco Castro-Lima, Mariana Medrano-Niño, Catherine Agudelo, Camila Pineda

La vegetación, el clima, las características y las condiciones geomorfológicas están relacionadas entre sí, de tal manera que cualquier cambio en una afecta a las otras.

La vegetación, el clima, las características y las condiciones geomorfológicas están relacionadas entre sí de tal manera que cualquier cambio en una afecta a las otras (Hupp & Bornette, 2003; Proaño Cadena, 2009; Hupp & Osterkamp, 2013; Butler & Hupp, 2013). El clima, por ejemplo, tiene una gran influencia en muchos procesos que modelan la superficie terrestre como la erosión y acumulación (Escobar, 2016), la geomorfología que se relaciona estrechamente con algunos factores formantes del suelo, el relieve, el material parental y el tiempo (Proaño Cadena, 2009). Estos factores a su vez condicionan el tipo de formaciones vegetales en un determinado lugar (Escobar, 2016), ya que las plantas siempre intentan adaptarse al entorno de distintas formas y a la disponibilidad de hábitat (Aguiar and Sala, 1999; Tongway, Cortina, & Maestre, 2004), que se encuentra limitado por atributos físicos (Flores, Suvires, & Dalmasso, 2015).

Así pues, los factores bióticos y abióticos, las interacciones biológicas y la historia biogeográfica, entre otros, rigen la distribución y presencia de las especies (Sexton *et al.*, 2009), que dependiendo de su plasticidad fenotípica, se pueden encontrar en amplios rangos ambientales (Leibold, 1995). Austin (1980, 2002) reconoce dos tipos de factores: los directos que, como su nombre lo indica, tienen efectos fisiológicos directos (temperatura, pH) y los distales (sustitutos) que son los asociados a recursos (disponibilidad de agua, luz) que en muchas ocasiones son más fáciles de medir.

Whittaker (1956, 1960, 1967) desarrolló el concepto de que la distribución y abundancia de las especies es determinada por los gradientes ambientales; así pues, cada especie reacciona frente a las variables ambientales, que pueden ser representadas en funciones de respuesta y describen la relación de esta con la variable. Sin embargo, Austin (2007) sugiere que la verdadera respuesta de las especies a un factor solo se puede detectar cuando todos los otros ocurren en forma no limitante. Es decir, que las variables ambientales y los factores actúan de forma conjunta y determinan la respuesta y presencia de una especie (Huston, 2002).

De acuerdo con la literatura, el congro (*Acosmium nittens*) se encuentra asociado a zonas inundables, principalmente en zonas de desborde de ríos o caños (Marín & Hernández, 1998), zonas de meandros abandonados y bajos (sabanas inundables), prefiere también zonas con suelos de texturas arenosas y baja fertilidad (Varela *et al.*, 2005). En Colombia, el estudio realizado por La Pedregosa (Del Río *et al.*, 2017) confirma que la especie está asociada a las condiciones anteriormente mencionadas y que en el departamento del Vichada se localiza principalmente en paisajes de altillanura y el Andén Orinoqués, donde los suelos son más arenosos, principalmente en los bosques de galería inundable asociados al río Bitá.

De acuerdo con lo anterior, la comprensión de la ecología del congro y su presencia en ciertos paisajes y ecosistemas de la Orinoquia requirió del análisis de la interacción de la especie con variables abióticas como el clima, la geomorfología y los suelos de los departamentos priorizados para el estudio (Arauca, Casanare y Vichada), además de la identificación de los valores de estas variables asociados de forma específica con este árbol. En efecto, identificar estos patrones abióticos preferidos por la especie es de utilidad principalmente en términos de propagación *in situ* y *ex situ* y para la identificación de áreas de importancia para reforestación con especies nativas. Sumado a la necesidad de ahondar de forma detallada (escala 1:25.000 o menor) en variables como tipo de suelo, contenidos y tipos de agua, entre otras.



Factores abióticos

Esta sección se desarrolló basada en las interacciones analizadas por distintos autores, entre los que se encuentran Franklin (1995), Grinnell (1917), Koppen (1923), Holdridge (1947) y Gastón (2003) y que se puede entender en dos vías.

~ Sobre la vegetación, clima, topografía, geomorfología y geología que interactúan en formas complejas (evapotranspiración, desarrollo del suelo, regímenes de humedad) para controlar la presencia y distribución de las plantas (Franklin,

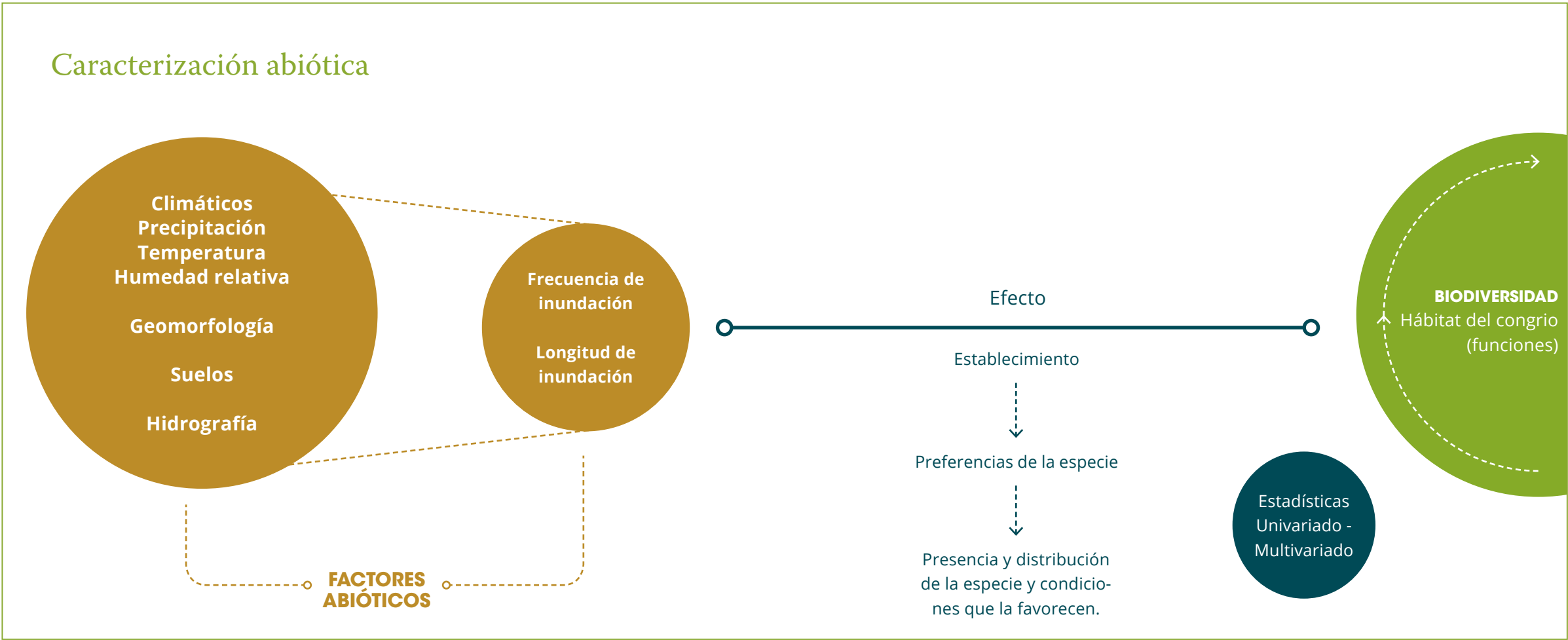
1995). Además, la combinación de factores abióticos puede resultar en la generación de nuevas variables como la frecuencia de inundación, y las alturas que éste alcanza (longitud inundación), variables que para el caso particular del congrio afectan su establecimiento.

~ Efectos que la vegetación tiene sobre el suelo, el clima regional, la acumulación de humedad y el mantenimiento del ciclo hidrológico (Bruijnzeel, 2004; Buytaert *et al.*, 2004; Poulenard *et al.*,

2003; Buytaert *et al.*, 2007; Gimeno-García *et al.*, 2007; Ataroff y Sánchez, 2000; Celleri & Feyen, 2009; Tobón *et al.*, 2009).

Así pues, la probabilidad de que una especie crezca vigorosamente en un relieve particular está en función de (i) la idoneidad del sitio para la germinación y el establecimiento (Bendix & Hupp, 2000) y (ii) las condiciones ambientales en el sitio que permiten la persistencia al menos hasta la edad reproductiva (Zimmerman y Thom, 1982; Hupp y Osterkamp, 1996). El patrón de distribución puede estar limitado por

la tolerancia de la especie a disturbios específicos o regímenes de estrés, así como por la tolerancia a otras interacciones más sutiles, incluida la competencia entre especies. En conclusión, la relación factores abióticos-congrio se analizó desde la perspectiva del establecimiento, identificando cuáles son las condiciones preferidas por la especie a partir del análisis de cada una de las variables (análisis univariado con base en los puntos de presencia) en los departamentos de estudio. A continuación se describen los factores abióticos relacionados con la presencia del congrio en los departamentos de estudio.



Gráfica 3.1. Marco relacional de la caracterización abiótica del congrio en el proyecto de caracterización básica del congrio en la jurisdicción de Corporinoquia.
Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Clima

El análisis de condiciones climáticas es de vital importancia ya que estas variables inciden en el crecimiento y sobrevivencia de las plantas, a través de controles de luz, humedad y regímenes de temperatura, los resultados se presentan a continuación.

Temperatura

Es considerada una de las variables más importantes en el establecimiento de plantas (Körner, 2012), especialmente en zonas templadas donde cambia significativamente con las estaciones (Paulsen, J., & Körner, C. (2014). Aunque esta variable no presenta grandes cambios a lo largo del año en los trópicos, sí evidencia cambios importantes en el ciclo diario que influyen en la sobrevivencia de las plántulas.

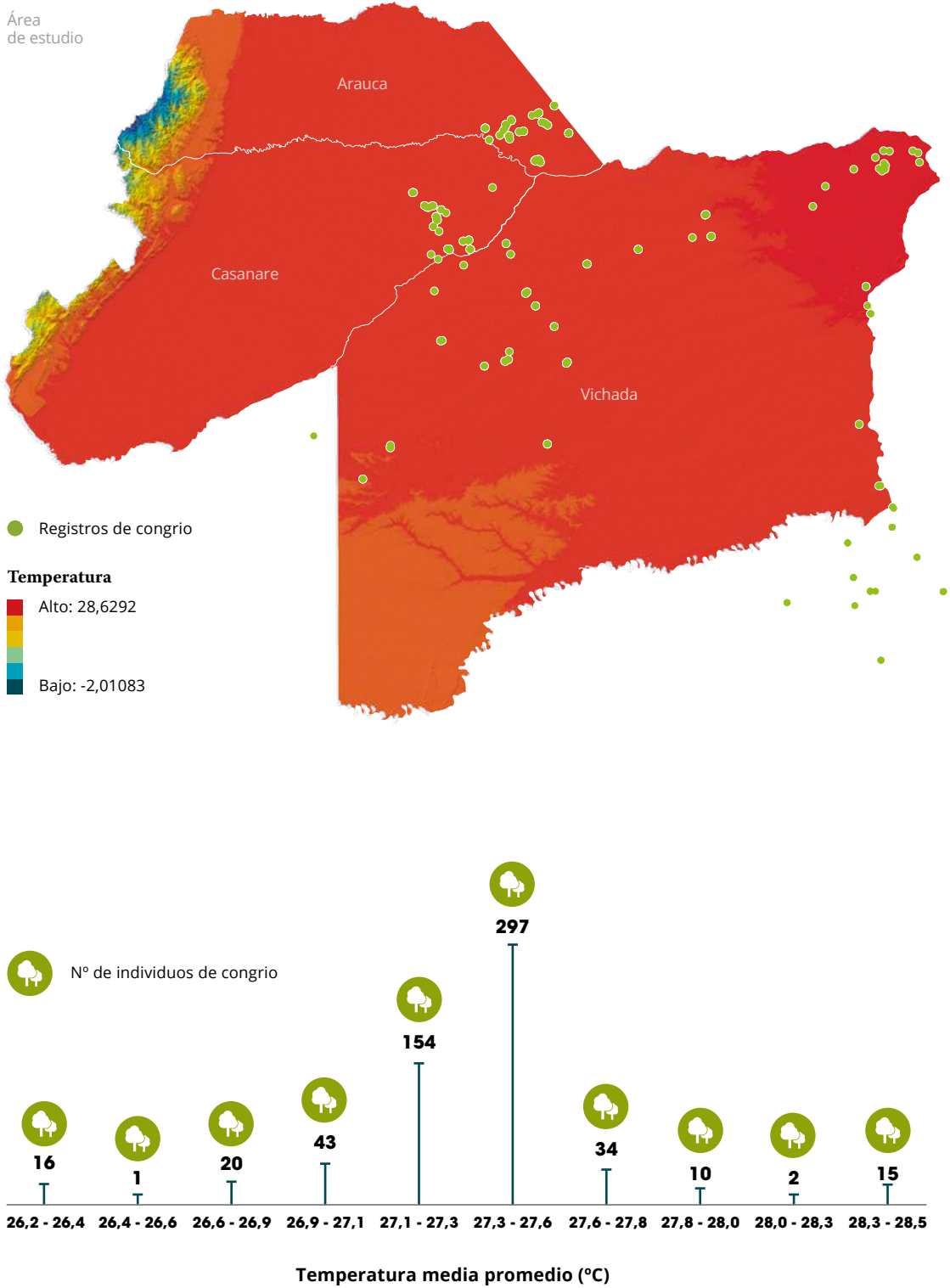
Las zonas bajas de la Orinoquia donde se encuentra el congreso presentan temperaturas medias anuales que oscilan entre 24-30 °C. A

nivel espacial se observa un gradiente de aumento en sentido occidente-oriente, lo que explica que, por ejemplo, Puerto Carreño sea una de las zonas con mayores temperaturas. A nivel temporal, las variaciones de temperatura son muy pequeñas en el año y presentan una leve disminución en junio y julio. Por lo tanto, se considera que el régimen de temperatura es isomegatérmico, pues la diferencia de temperatura entre el mes más frío y el más cálido es inferior a 5 °C (Villarreal-Leal & Maldonado-Ocampo, 2007).

Las temperaturas máximas ascienden hasta los 35 °C en las zonas más cálidas (Puerto Carreño) y las mínimas llegan a los 20 °C. Los valores mínimos (línea punteada inferior dentro los gráficos de distribución anual de la temperatura) se dan en enero, asociados al mes más seco y al de mayores temperaturas promedio, estas son conocidas como heladas y corresponden a los vientos fríos provenientes de Brasil.

Tabla 3.1. Valores de temperatura (multianual) asociados a la especie *Acosmium nitens*.
Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

	MES MÁS CALIENTE (ENERO)	MES MÁS FRÍO (JULIO)	°C PROMEDIO ANUAL
Prom	33.89	22.50	27.36
Max	34.55	23.68	28.50
Min	31.46	21.78	26.18
Des	0.29	0.24	0.33



Respecto a las preferencias de la especie se encontró que *Acosmium nitens* está presente en lugares donde la temperatura promedio anual se encuentra entre los 26.18 °C y los 28.50 °C, con un promedio de 27,36 °C. Se revisó la distribución de frecuencias de la especie para esta variable y se encontró que más del 80% (528) de los registros presentan valores promedios anuales de entre 27 °C y 28 °C.

También se revisó la temperatura del mes más caliente (enero) y la temperatura del mes más frío (junio) como variables que influyen en el establecimiento de las plántulas. Se encontró que en enero la especie registró valores promedio de 33.89 °C y tolera máximos de hasta 34.55 °C. mientras que para junio el valor más bajo fue de 21.78 °C y el promedio de 22.50.

Gráfica 3.2. Distribución de frecuencias para los valores de temperatura asociados al congreso.
Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018, basado en datos IDEAM, 1981-2010.

Precipitación

Los departamentos priorizados presentan precipitaciones entre los 994 y los 4900 mm anuales, a nivel espacial su distribución no es uniforme (CORPES, 1999), ya que la precipitación en la Orinoquia aumenta de oriente a occidente y de norte a sur. En general, varía desde 1500-2000 mm/año al norte en Arauca y Vichada y aumenta hacia el sur hasta alcanzar 2500-3000 mm/año. Los mayores valores de precipitación se presentan en el piedemonte de la cordillera Oriental (3000-3500 mm), y en ocasiones alcanzan un poco más de 4000 mm/año (Villarreal-Leal & Maldonado-Ocampo, 2007). La época de transición es corta, puesto que en pocas semanas se pasa de un déficit a un exceso hídrico (Rangel *et al.*, 1995).

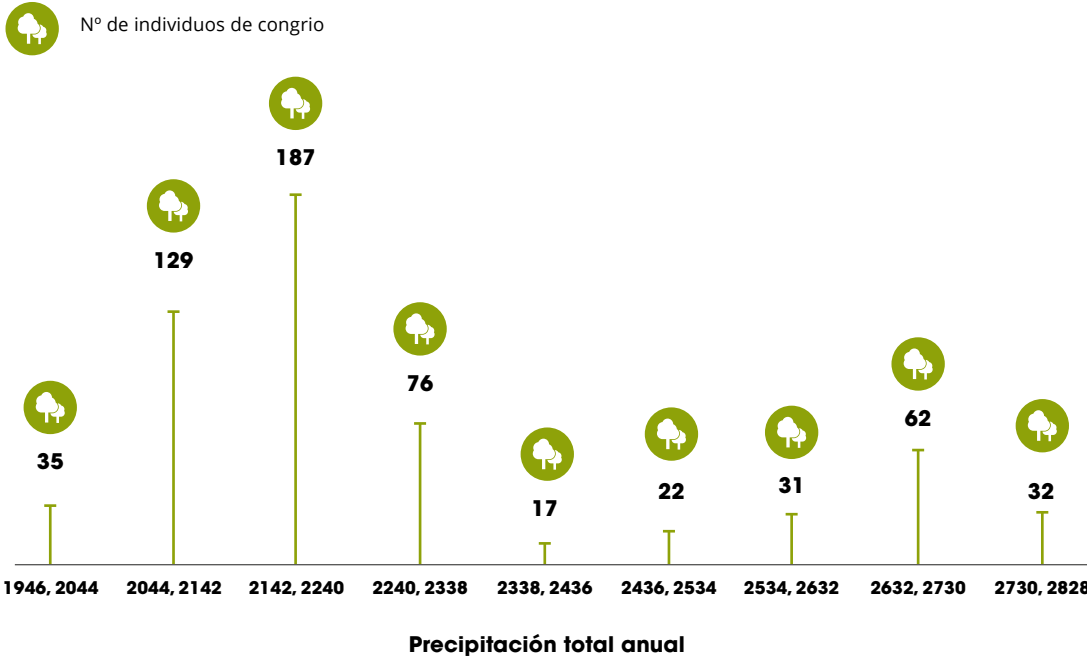
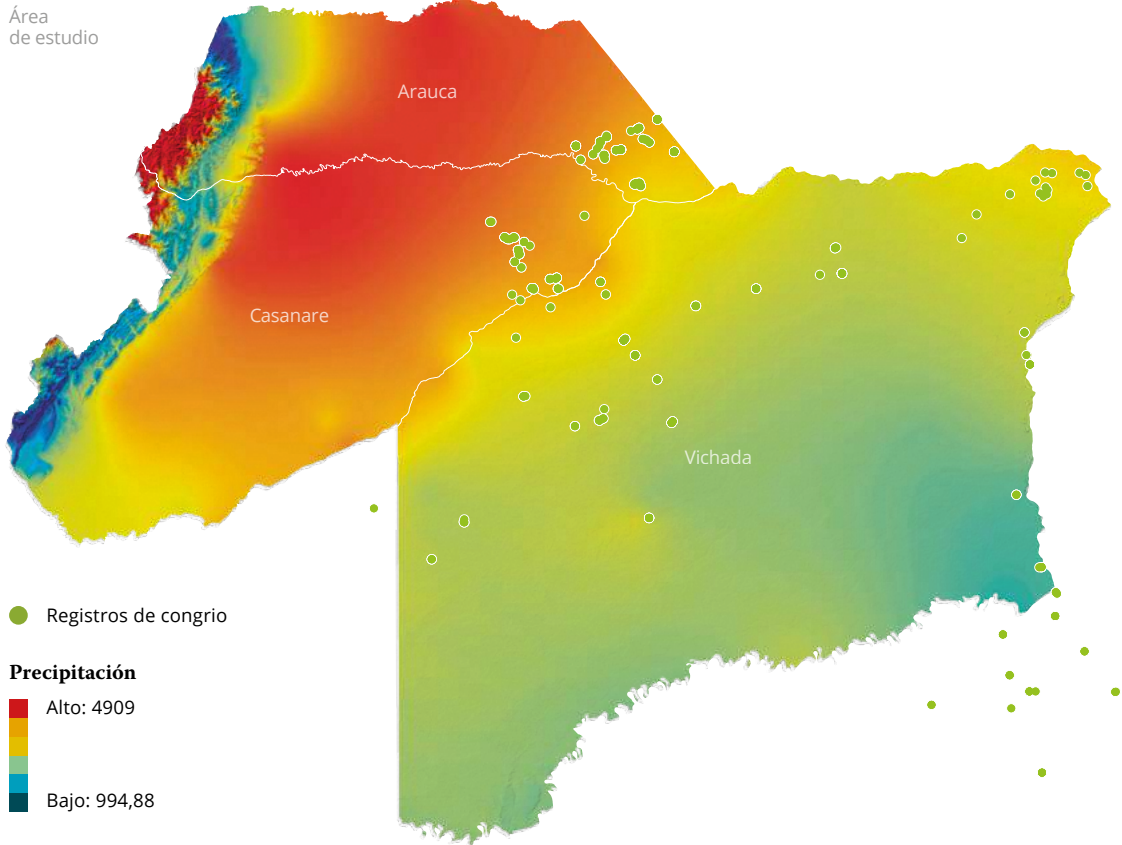
A nivel temporal, y como se puede observar en los diagramas, existe un período definido de lluvias (abril-noviembre), seguido de otro de sequía (diciembre-marzo), el régimen pluviométrico es monomodal (unimodal)-biestacional (Rangel *et al.*, 1995; IDEAM, 2005). De acuerdo con los registros de fuentes secundarias y obtenidos en campo para la jurisdicción de Corporinoquia (n=592), la especie prefiere áreas con precipitaciones promedio de 2287 +/- 234 mm. Los valores mínimos reportados para esta variable fueron de 1945 mm y los máximos de 2798 mm. Otro de los factores que se considera crítico para el establecimiento de las plántulas es la precipitación del mes más seco y la precipitación del mes más húmedo, enero

y julio, respectivamente. Para estas variables se encontró que la especie tolera en el mes más seco valores mínimos (multianuales) de hasta 8.6 mm. Por otro lado, durante las épocas de inundación tolera hasta 493.38 mm en julio, con valores promedio de 365.28 mm. De acuerdo con la precipitaciones entre 2000-2300 mm anuales, con un total de 392 registros asociados a este intervalo. En las sabanas inundables, uno de los paisajes al que se encuentra asociado el congrio-congriales, los ciclos climáticos están determinados por la precipitación anual, el tiempo de duración de las lluvias y el nivel que alcanzan (Jongman *et al.*, 2008; Peñuela *et al.*, 2011). Estas zonas se caracterizan por sus

sabanas estacionales (Sarmiento, 1994) en las que se presentan sabanas desecadas durante la estación seca y excedentes de agua durante la temporada de lluvias (Castro & González, 2014). Al revisar la relación de las variables anteriormente descritas en el territorio a partir de climogramas, se puede encontrar que las gráficas de las tres estaciones (una por departamento) coinciden en que durante la temporada de lluvias se genera un excedente de agua entre abril y noviembre, que permite una menor prolongación de la época de escasez (Blydenstein, 1967; IDEAM, 2005). Existe déficit solo en enero, febrero y parte de marzo; una tendencia que también aplica para los bosques de galería inundables.

Mapa 3.2. Precipitación promedio departamentos Arauca, Casanare y Vichada.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018, basado en datos IDEAM, 1981-2010.



Gráfica 3.3. Distribución de frecuencias para los valores de precipitación asociados al congrio.

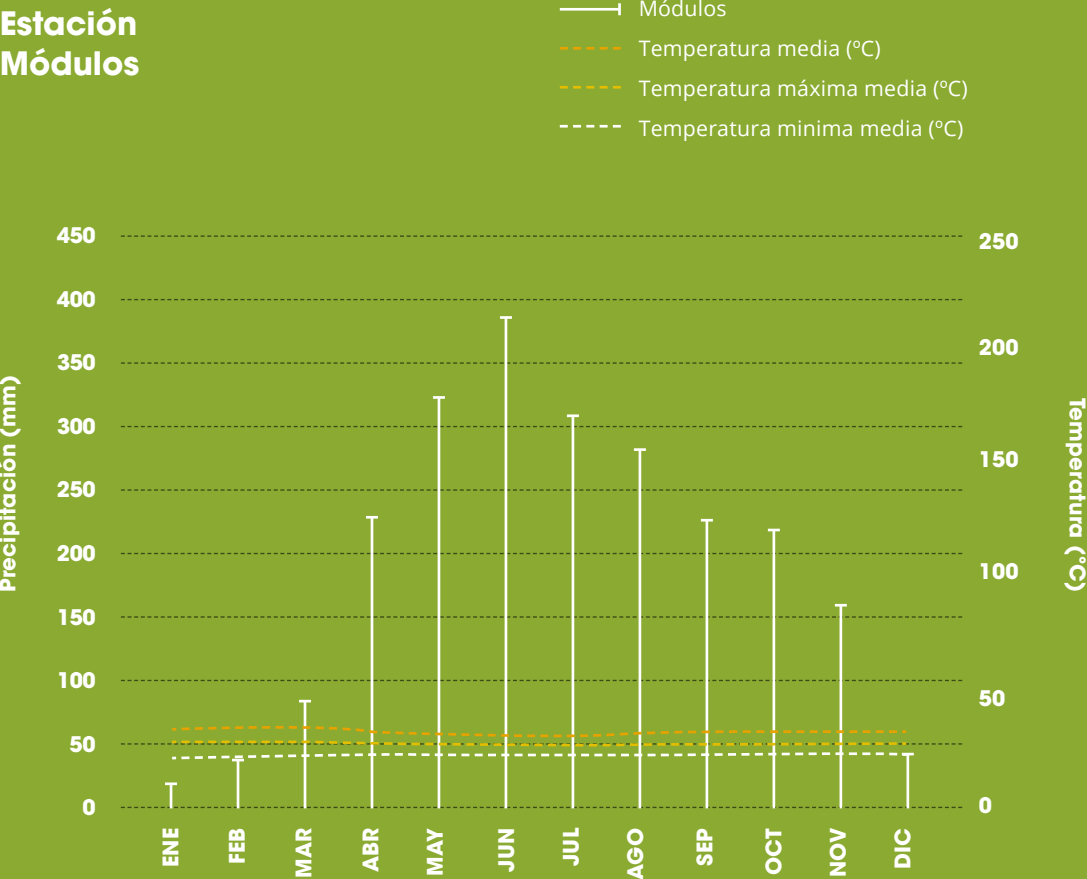
Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

	MES MÁS SECO (ENERO)	MES MÁS HÚMEDO (JULIO)	ANUAL (MULTIANUAL)
Prom	15.48	365.28	2287.27
Max	109.94	493.38	2798.29
Min	8.58	308.94	1945.80
Des	8.72	39.42	234.20

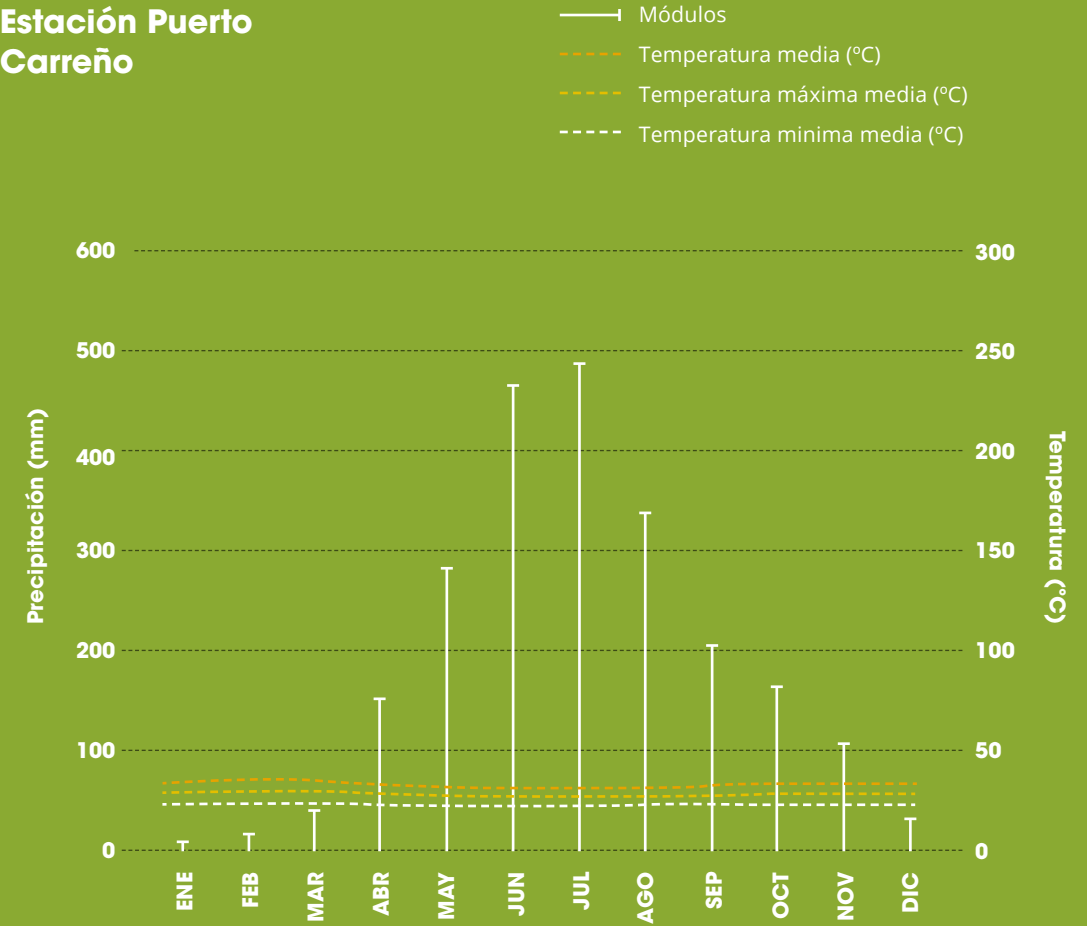
Tabla 3.2. Valores de precipitación asociados a la especie *Acosmium nitens*.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

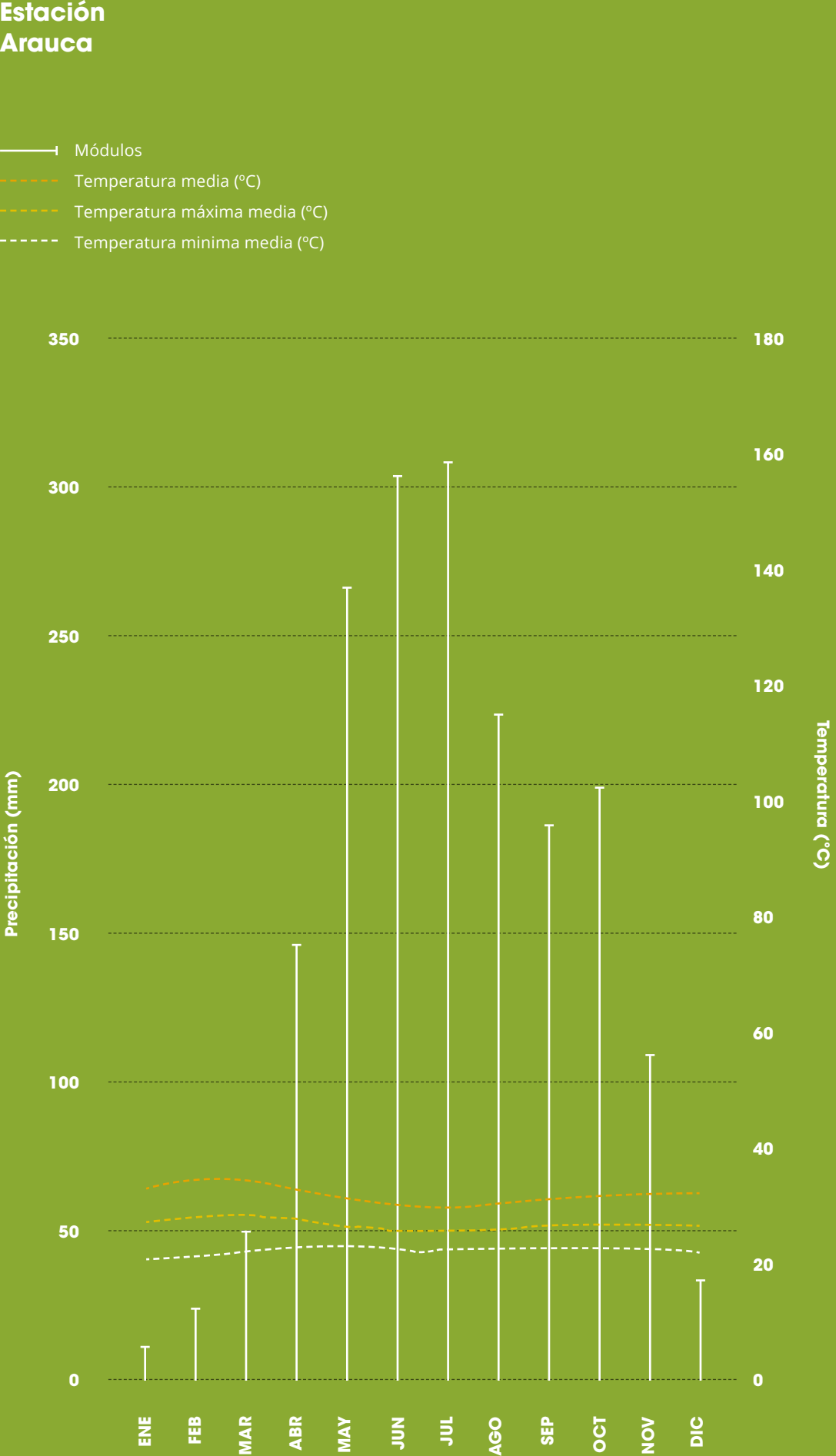
Estación Módulos



Estación Puerto Carreño



Estación Arauca



Gráfica 3.4. Climograma estaciones módulos, Arauca y Puerto Carreño.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018. Basado en datos IDEAM, 1981-2010.

Geomorfología

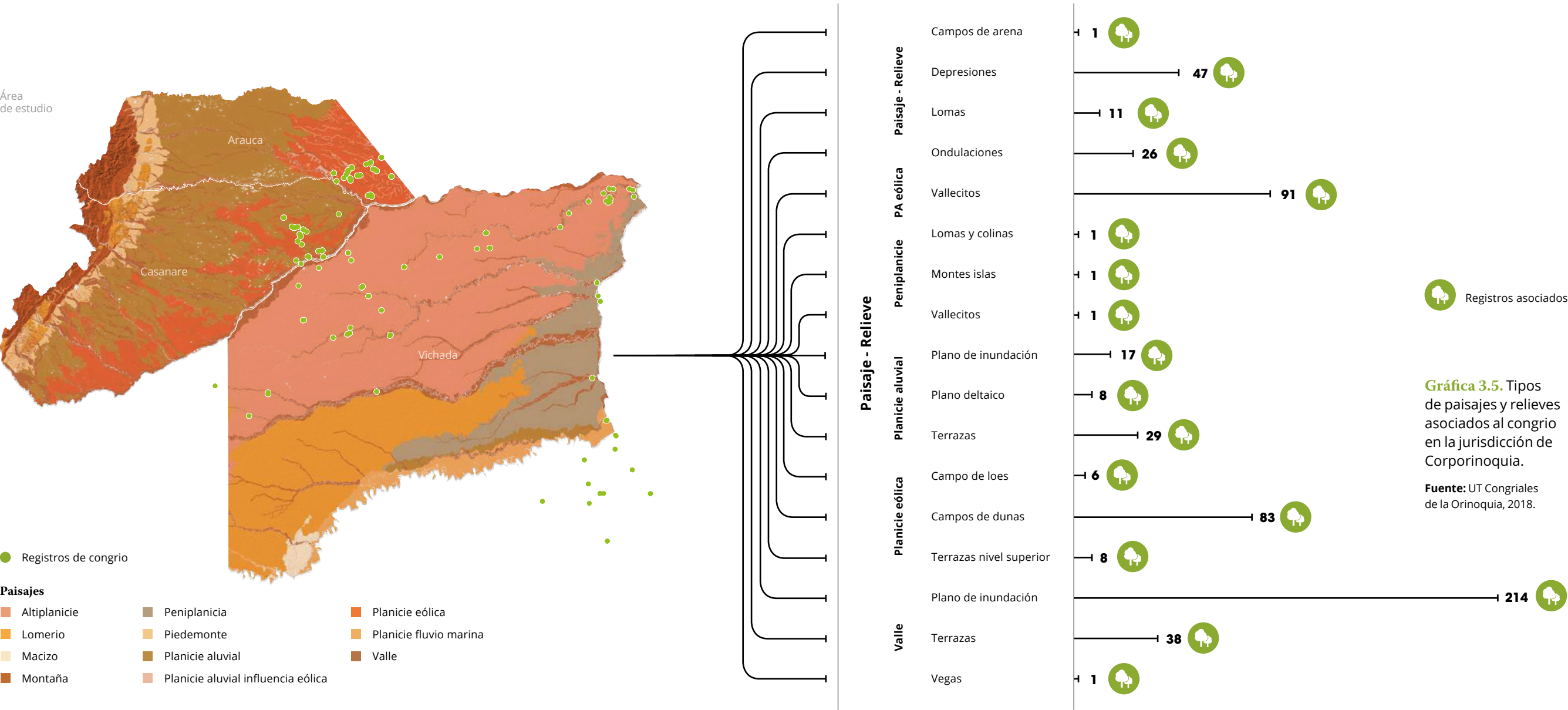
Como se mencionó en los párrafos anteriores, el congreso se encuentra asociado a sistemas fluviales, en donde la distribución de la vegetación a través de los accidentes geográficos puede ser impulsada por un lado a la tolerancia de esta especie a los procesos hidrogeomorfológicos (gradiente estrés/equilibrio) y por otro lado a la competencia con otras especies ribereñas.

La distribución y dinámica del congreso, al igual que en otras especies de plantas asociadas a zonas de inundación, está estrechamente relacionada con los procesos y formas geomorfológicas fluviales, las cuales se crean y mantienen a través de las fluctuaciones del agua (Bendix & Hupp, 2000). Las distintas formas de la tierra soportan distintos tipos de

vegetación en virtud de los procesos que están activos en ellos (principalmente inundación) o sus características físicas (tipo de sustrato, proximidad al agua subterránea, etc.).

Con base en la información del Mapa de Geopedología elaborado por el IGAC (2007), el congreso está asociado principalmente a los paisajes de valle y planicie eólica. Dentro de los valles, los planos de inundación son el

tipo de relieve preferido por la especie y en menor proporción las terrazas. En el paisaje de planicie eólica, los campos de dunas son relieve de su preferencia. Finalmente, otros tipos de paisaje preferidos por la especie corresponden a la altiplanicie, planicie aluvial eólica (PA eólica) y peniplanicie. Este último, el menos preferido, pues tiende a ser más alto y mejor drenado que el resto.



Los planos de inundación y los vallecitos de las planicies eólicas (relieves y paisajes preferidos por la especie) pueden ser definidos en términos hidrológicos como superficies que están inundadas una vez al año, y en términos geomorfológicos como la superficie aluvial construida por el río (Dunne & Leopold, 1978).

Al revisar los registros de congreso contra la frecuencia de inundación (Quinones

& Vissers, 2014) se ratifica que la especie se encuentra en zonas de alta (8 episodios de inundación) y muy alta (13 episodios de inundación) frecuencia de inundación. Adicionalmente, durante los recorridos de campo se realizaron mediciones de la altura máxima de inundación marcada en los árboles de congreso, registrando valores promedio de 1.5 m, la mayor altura registrada fue de 2.5 en un congresal en Cumaribo.

Con base en lo anterior las características hidrogeomorfológicas preferidas por el congreso son las zonas de inundación (por geoformas de desborde y altas precipitaciones). Mientras que otras especies no pueden colonizar estos espacios, entre otras razones porque sus plántulas mueren en condiciones de inundación por la prolongada saturación en las raíces (Kozlowski, 1984). Las plántulas de congreso han desarrollado mecanismos que les permi-

ten mantener en latencia la regeneración sumergida, además de múltiples respuestas fisiológicas de los árboles adultos a condiciones hipóxicas entre las que se incluyen: cierre estomático, aumento en los azúcares de las paredes celulares, asociación con bacterias nitrogenadas o con hongos micorrízicos (De La Rosa, 1988; Izquierdo, 1988; De Andrade, 1991; Fernández *et al.*, 2005; Rengifo *et al.*, 2001, 2005; Herrera *et al.*, 2008)



14. Planicie eólica; Varsovia, Morichales, Paz de Ariporo, Casanare.

Foto: Ángela Alviz.

15. Altiplanicies Vichada.

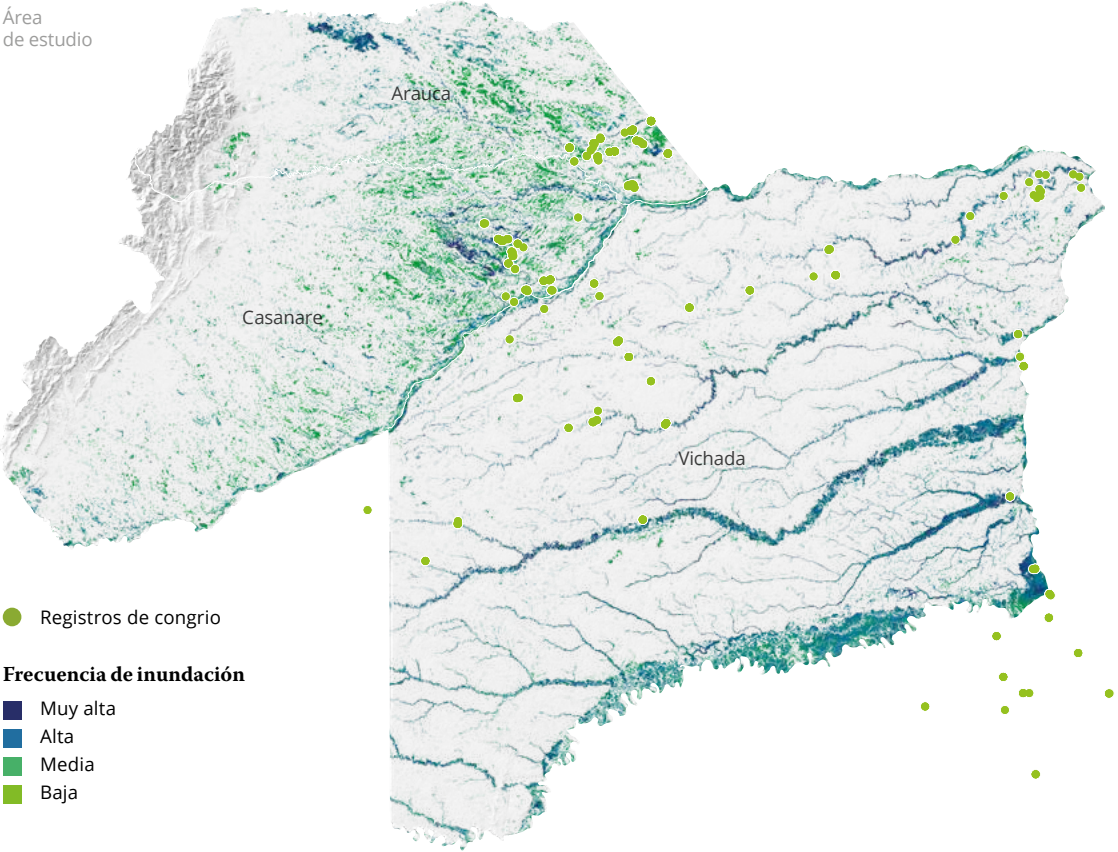
Foto: Ángela Alviz.

16. Sabanas y afloramientos rocosos en la Peniplanicie, Vichada.

Foto: Ángela Alviz.

La inundación además, tiene un efecto adicional en la distribución y establecimiento del congrio, ya que también puede afectar los patrones de colonización al actuar como un agente de dispersión que entrega semillas

a nuevos sitios (Douglas, 1989; Hupp, 1992). Durante los recorridos de campo se tomó información sobre la altura de inundación que tolera esta especie y se encontró que tolera alturas de inundación de hasta 2.5 m.



Mapa 3.4. Frecuencias de inundación en el área de estudio.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Foto: Ángela Alviz.

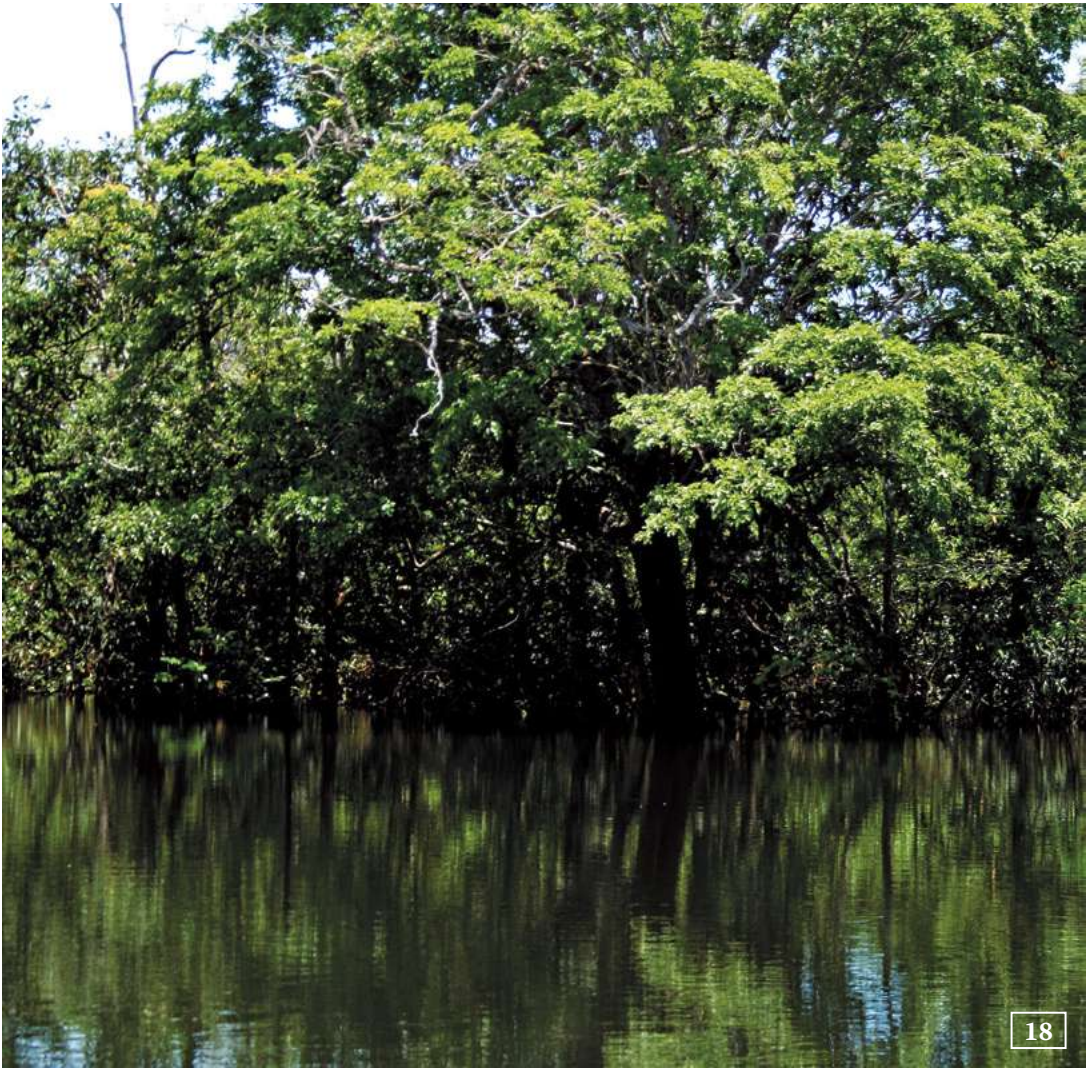


Foto: Francisco Castro-Lima.

Foto: María Meza.

Suelos

El suelo es un componente fundamental para la integridad de los procesos ecosistémicos. La capacidad de retención de agua, el desplazamiento de fluidos y la absorción de nutrientes por las plantas están estrechamente relacionados con la agregación y estructura del suelo (Marschner, 1995; Amezketa, 1999; Eweis *et al.*, 1999). Por otro lado, según Jenny (1941), la formación de los suelos está influenciada por cinco factores independientes que interactúan entre sí: material parental, clima (radiación solar, vientos y humedad), relieve, tiempo y biota (organismos vivos-materia orgánica) (CORPES, 1999), una relación en doble vía entre los suelos y la vegetación.

Se ha identificado que, en la jurisdicción de Corporinoquia, el congreso prefiere zonas de pendientes bajas 0-3%. Suelos de baja fertilidad principalmente, caracterizados por el predominio de cuarzo en la fracción arena, de caolinita y óxidos de hierro en la fracción

arcilla (bajo contenido de bases, pH ácido, altos niveles de aluminio en el complejo de intercambio, lo cual sugiere un alto grado de evolución (Botero & D., 1982). Las texturas preferidas por el congreso varían desde gruesas a finas, los contenidos de nutrientes son muy bajos, al igual que la materia orgánica.

De acuerdo con lo anterior, el congreso se desarrolla en zonas con limitaciones para el crecimiento de las plantas por las características químicas de sus suelos, pues los altos contenidos de aluminio limitan la disponibilidad de fósforo (elemento que permite el crecimiento de las plantas), sumado a la baja disponibilidad de nutrientes. El éxito de la colonización de esta planta está relacionado con la asociación del congreso con hongos de micorriza vesículo-arbuscular (Salamanca & Herrera, 1998; Fuchs & Haselwandte, 2008), que le ha permitido adaptarse a estas condiciones y mejorar las características físicas y químicas de las zonas que habita.



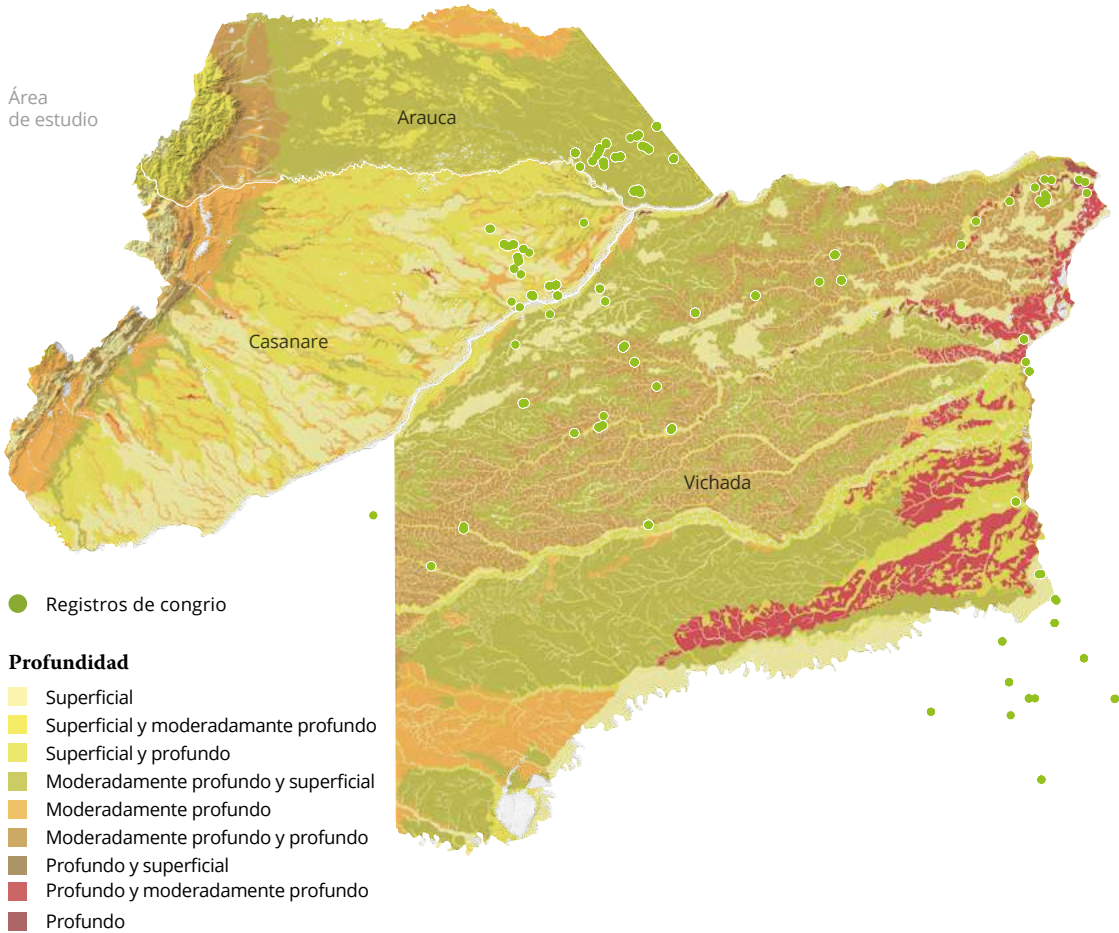
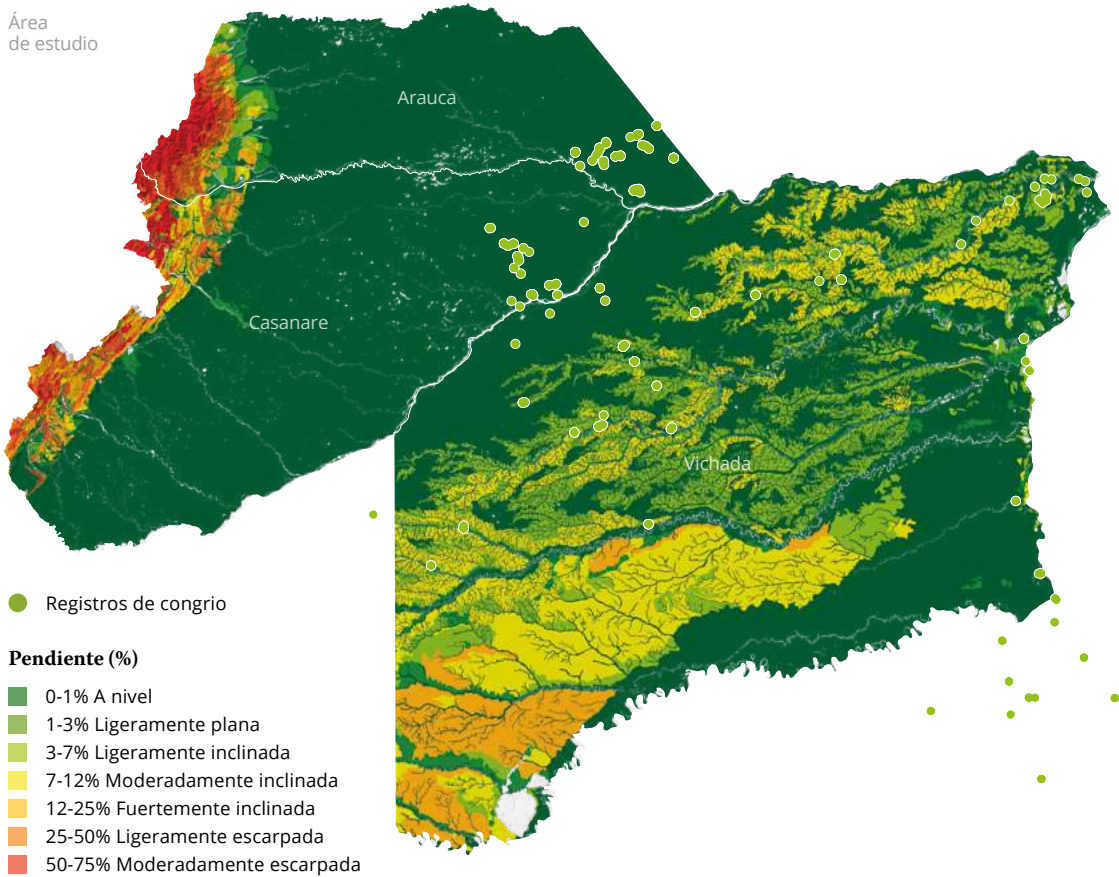
20. Suelos franco-arenosos en bosques de galería.

Foto: Francisco Castro-Lima.



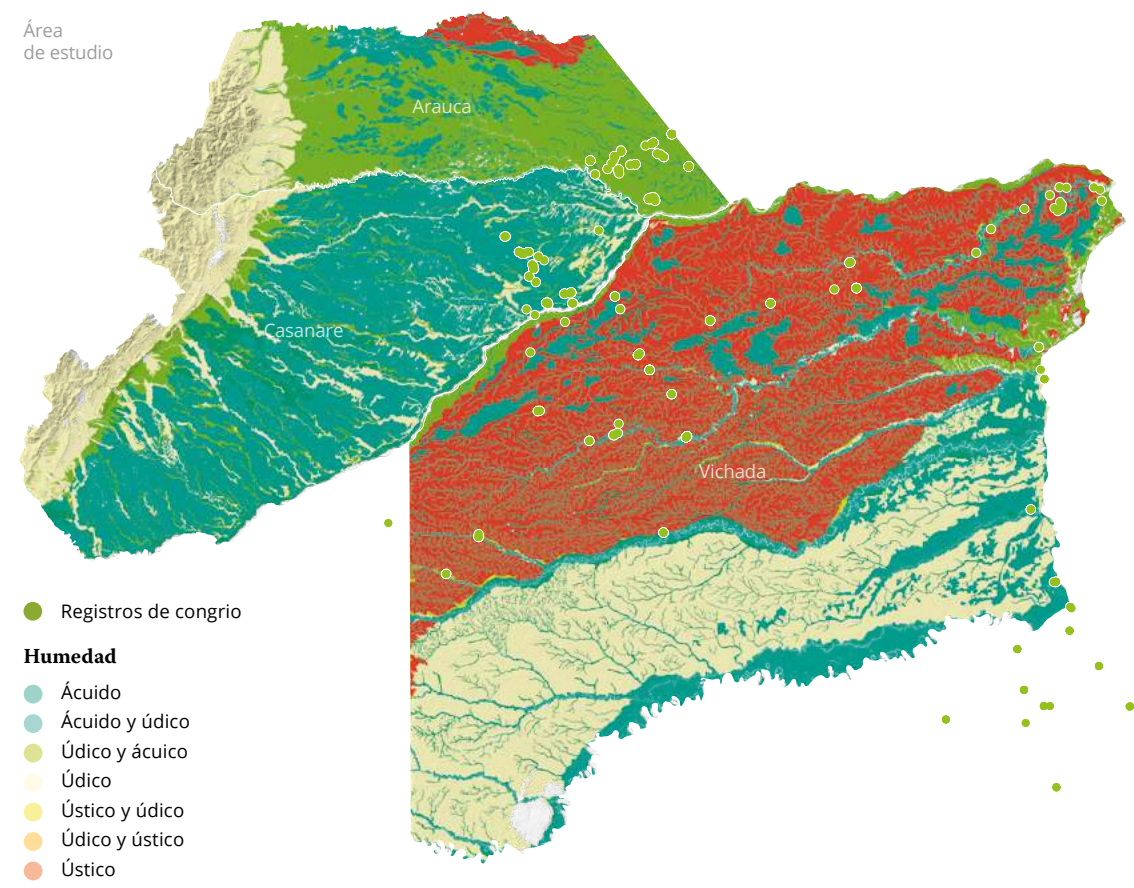
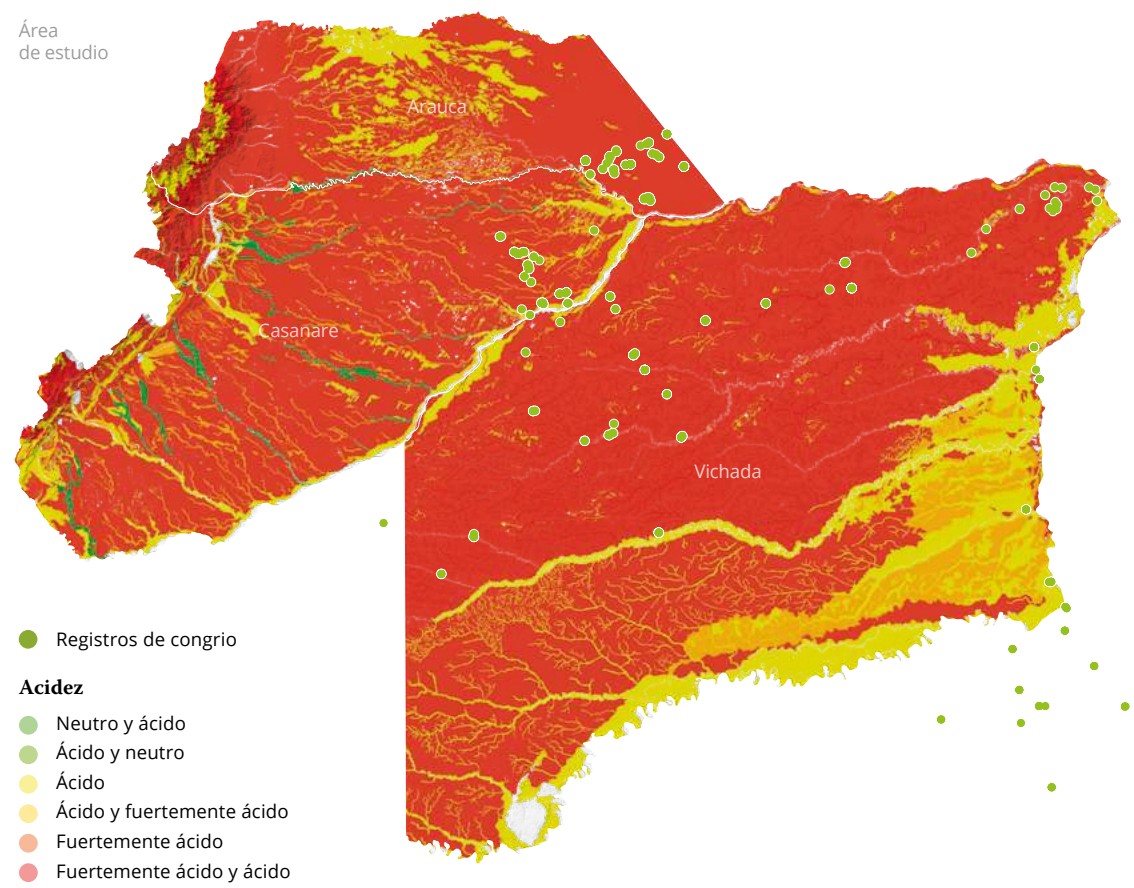
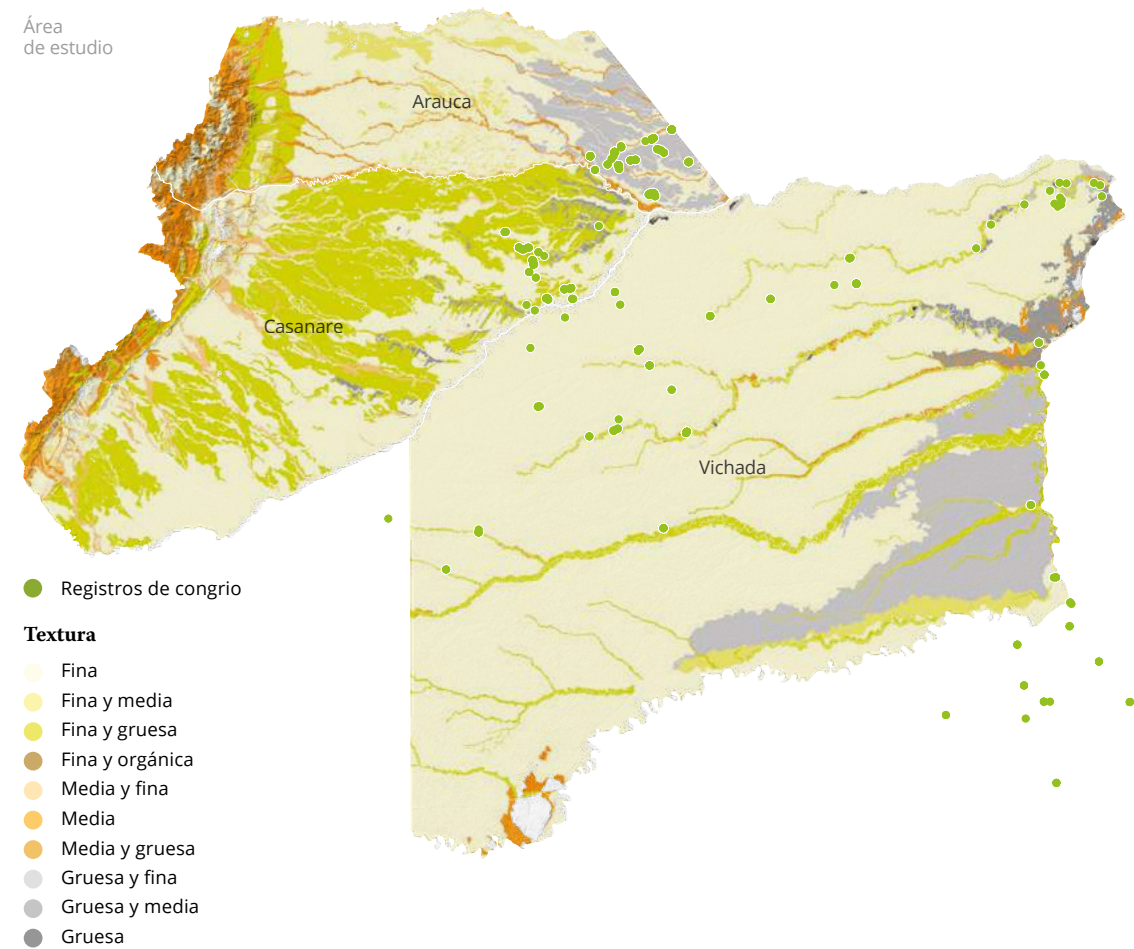
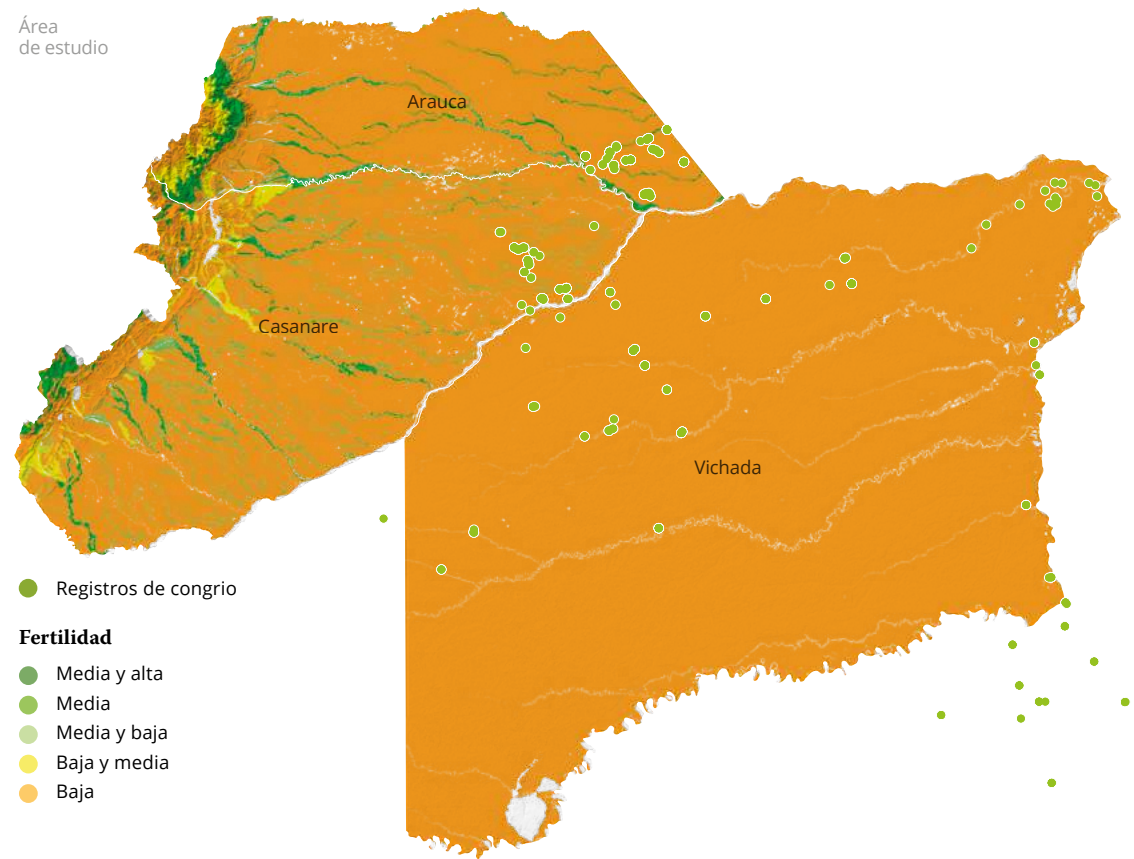
21. Suelos franco-limosos.

Foto: Francisco Castro-Lima.



Mapa 3.5. Características de los suelos asociados al congreso en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada. Registros de congreso marcados en rosado.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018, basado en IGAC 2014.



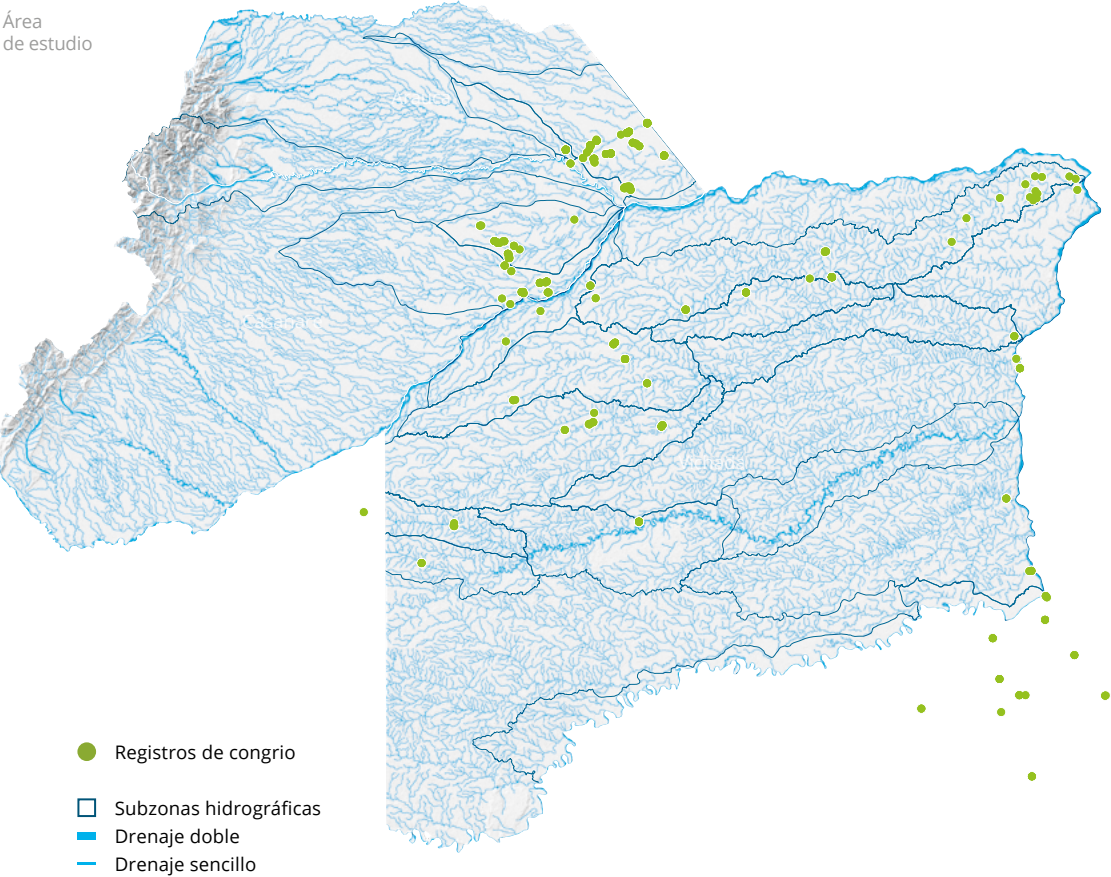
Hidrología

Estudios han mostrado la relación entre los patrones de distribución de especies con características hidrológicas (Hupp, 1986; Nilsson *et al.*, 1989; Tabacchi *et al.*, 1990). Referente a la red hídrica, basados en la clasificación de Sioli (1975), se tomaron en cuenta los tres tipos de aguas: blancas, claras (más o menos transparentes) y negras. Según Lasso *et al.* (2010) los ríos de aguas blancas tienen un pH cercano al neutro y deben su color o apariencia turbia a la gran

cantidad de sedimentos inorgánicos, arcillas ilitas y montmorillonitas que son transportadas desde los Andes hasta las llanuras aluviales. Los ríos de aguas claras provienen de zonas planas y tienen su origen en la Orinoquia Guayanesa y la altillanura. Por último, los ríos de aguas negras que tienen su origen en la Orinoquia y en las penillanuras de origen Precámbrico discurren sobre suelos arenosos sobre los que se desarrollan bosques inundables.

Dentro de los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia colombiana se pueden destacar como de aguas negras, los ríos: Atapabo e Inírida; como aguas claras se destacan los ríos Bitá, Tomo, Tuparro, Juriepe y Araguatos (Del Río *et al.*, 2017).

Cusiana y Guaviare (Lasso *et al.*, 2010; Lasso *et al.*, 2011; Fernández *et al.*, 2015), y como ríos de aguas claras se destacan los ríos Bitá, Tomo, Tuparro, Juriepe y Araguatos (Del Río *et al.*, 2017).



Mapa 3.6. Principales cuencas a las que se encuentra asociada la especie.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.



22. Aguas claras del río Bitá.

Foto: María Meza.

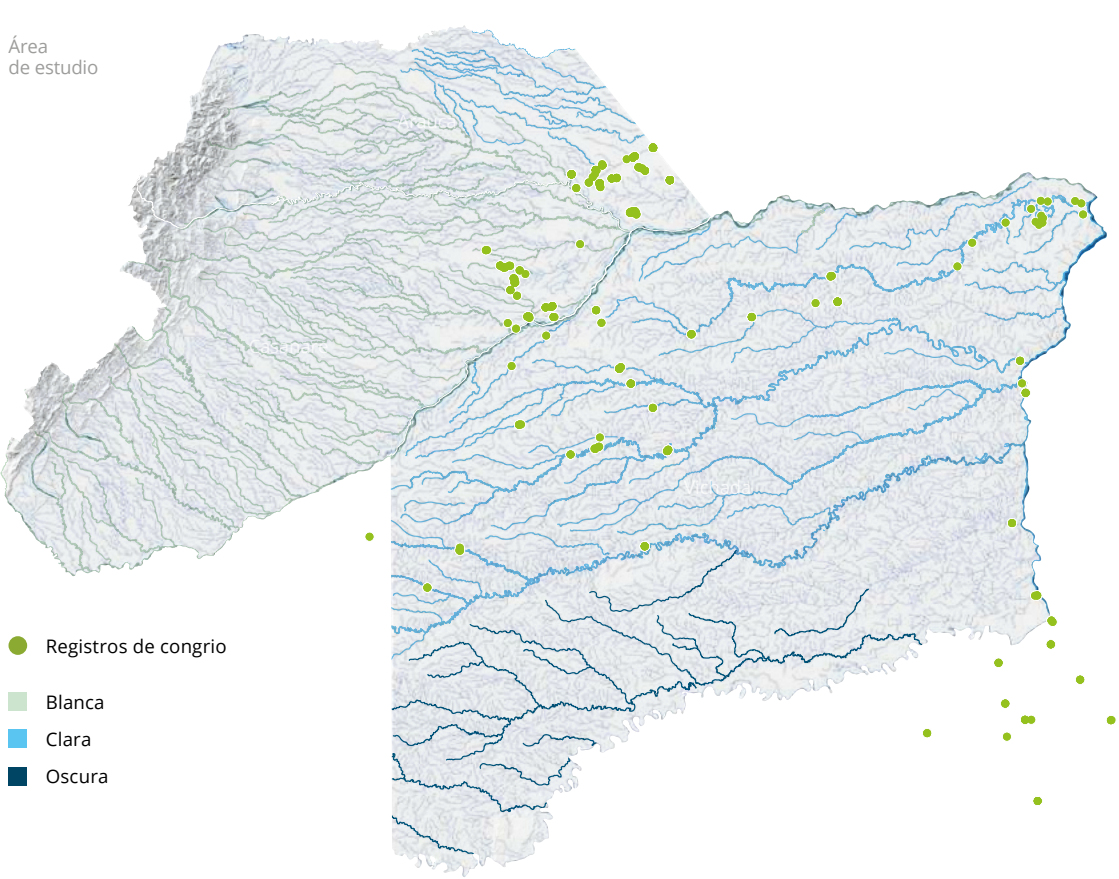
ORIGEN	PROCEDENCIA	NOMBRE	CLASIFICACIÓN
Andino	Cordillera Oriental	Arauca	Aguas blancas
	Cordillera Oriental	Guatiquía	Aguas blancas
	Cordillera Oriental	Cusiana	Aguas blancas
	Cordillera Oriental	Guayuriba	Aguas blancas
	Cordillera Oriental	Upía	Aguas blancas
	Cordillera Oriental	Santo Domingo	Aguas blancas
	Cordillera Oriental	Guanare	Aguas blancas
	Cordillera Oriental	Cravo Sur	Aguas blancas
	Cordillera Oriental	Ariporo	Aguas blancas
	Cordillera Oriental	Guárico	Aguas blancas
	Cordillera Oriental	Paya	Aguas blancas
	Cordillera Oriental	Orituco	Aguas blancas
	Sierra Nevada del Cocuy	Casanare	Aguas blancas
Escudo Guayanés	Escudo Guayanés	Orinoco	Aguas blancas
	Penillanura del Escudo	Ajota	Aguas negras
	Penillanura del Escudo	Atapabo	Aguas negras
Planicie	Altillanura orinoquense	Bitá	Aguas claras
	Altillanura orinoquense	Dagua-Mesetas	Aguas negras
	Altillanura orinoquense	Matavén	Aguas negras
	Altillanura orinoquense	Tomo	Aguas blancas
	Altillanura orinoquense	Tuparro	Aguas blancas
	Altillanura orinoquense	Vichada	Aguas negras

Tabla 3.3. Tipología de aguas en la jurisdicción de Corporinoquia.

Fuente: adaptado de Villarreal-Leal *et al.*, 2009; Lasso *et al.*, 2010.

Acosmium nitens ha sido reportada como una especie abundante en las áreas ribereñas inundables de aguas oscuras (Rodríguez & Colonnello, 2009; Zocher & Josef, 2011) (corroborado durante el trabajo de campo) aunque también puede establecerse en bosques y sabanas inundables de aguas claras, blancas y mixtas sobre suelos arenosos y franco arenosos (Lasso, 2014; Del Río *et al.*, 2017) y en menor medida en sabanas no inundables (Stevenson *et al.*, 2017).

En la jurisdicción de Corporinoquia, el congreso presenta una marcada preferencia por las aguas claras, seguido por las blancas; mientras que en otros departamentos del país, donde la especie hace presencia, se relacionada con aguas oscuras. Morales-Betancour y colaboradores (2014) dan cuenta de una caracterización gruesa, por lo que muchos caños dentro del área de estudio presentaron algunas excepciones frente a lo reportado.



Mapa 3.7. Tipología de aguas en la jurisdicción de Corporinoquia y puntos de presencia de congreso.

Fuente: adaptado de Morales-Betancourt *et al.*, 2014.



23. Aguas claras La Primavera Vichada.

Foto: María Meza.

4

El congrio en el paisaje orinoqués

María Meza, Catherine Agudelo

A medida que se reduce el área de un hábitat natural y aumenta su aislamiento, se pierde la conectividad y el umbral para el sostenimiento de las poblaciones.

La presencia de congrio en el área de estudio se puede evaluar desde la teoría de metapoblaciones (grupo de poblaciones locales que interactúan), vista desde la teoría de paisaje como: grupos de poblaciones que habitan distintos parches y que interactúan entre ellos, por medio de la colonización y dispersión, ya que la colonización de los parches está asociada a las tasas de dispersión y las distancias entre los mismos, estas interacciones dependen, entre otras cosas, de la matriz, parches y corredores disponibles en los distintos paisajes. Para las metapoblaciones de congrio en la Orinoquia, como las de cualquier especie, es de vital importancia estar conectadas, pues esto favorece

los procesos de intercambio genético, extinción local y de migración.

Las áreas habitadas por el congrio han sido deforestadas por la ampliación de la frontera agrícola y el establecimiento de pastizales, estos procesos de fragmentación de hábitat han aumentado el borde del bosque y la exposición a ambientes periféricos (Laurance, 2000) generando una mayor susceptibilidad a cambios en el ambiente físico del bosque, que se ve reflejada en la composición y estructura de las comunidades vegetales y animales (Broadbent *et al.*, 2008). A medida que se reduce el área de un hábitat natural y aumenta su aislamiento, se pierde la conectividad y el umbral para el sostenimiento de las poblaciones, ya que se ven reducidas sus interacciones y procesos funcionales como la dispersión (Laurance *et al.*, 2011).

En este contexto el concepto de paisaje, composición y estructura, análisis de fragmentación y conectividad son conceptos clave en la conservación del congrio. Precisamente, este capítulo contiene el análisis de paisaje para el área de distribución de la especie tiene como fin último identificar los paisajes que habita la especie y las principales ventajas o dificultades para el mantenimiento de sus poblaciones.



Coberturas asociadas al congreso

Como se mencionó anteriormente, el congreso habita ecosistemas boscosos y de sabana; por lo que se puede asociar a las coberturas de bosque de galería o ripario (código 3.1.4. Clasificación Corine Land Cover para Colombia-IDEAM, 2010) especialmente cuando se encuentra en ambientes con estados suce-

sionales avanzados, gracias a que presenta una textura y respuesta espectral típica de bosque. Por otro lado, cuando hay presencia de individuos dispersos y se encuentra en estados sucesionales tempranos se puede asociar con distintas coberturas en la categoría de herbazales (3.2.1), como el herbazal den-

so inundable arbolado (3.2.1.1.2.2); cobertura que corresponde a superficies dominadas por vegetación natural herbácea con presencia de elementos arbóreos o arbustivos dispersos que ocupan de 2% a 30% del área total de la unidad, en suelos que permanecen inundados o encharcados la mayor parte del año. También se puede asociar con arbustales (3.2.2), cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos con alturas superiores a 1.5 metros, los cuales forman un dosel irregular, que representa más del 70% del área total de la unidad; dentro de esta clasificación podrían asociarse con arbustales den-

sos (3.2.2.1) o arbustales abiertos (3.2.2.2). En general la especie se puede presentar de forma dispersa en la transición entre el bosque de galería y la sabana.

Precisamente, de acuerdo con estas consideraciones, en este capítulo se analiza el estado de las coberturas asociadas al congreso en su área de distribución (municipios con presencia de congreso), con base en las unidades identificadas en el mapa de Coberturas de la Tierra 2010-2012 del IDEAM (2015) a nivel tres. El análisis se realizó con base en la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100000 de la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra (IDEAM, 2010).



 24. Congriales.
Foto: Ángela Alviz.



 25. Bosques de galería del río Bitá.
Foto: María Meza.



26. Bosques inundables.
Foto: María Meza.

Análisis de coberturas de la tierra

El paisaje al igual que otros elementos de la biodiversidad tiene tres componentes, la composición, la estructura y la función (Noss, 1990; Turner *et al.*, 2001). A continuación, se analizan dos de estos componentes: composición (coberturas presentes en

el área de estudio) y estructura (distribución de esas coberturas en el área de estudio) y su posible relación con el congreso. En los municipios en donde se distribuye el congreso, para el periodo 2010-2012, se encontraron 35 tipos de coberturas de acuer-

do con la clasificación Corine Land Cover a nivel 3. Las áreas con vegetación herbácea y arbustiva (nivel 3.2) constituidas por herbazales, arbustales y vegetación secundaria o en transición, son las más representativas y ocupan el 42.66%; la cobertura dominante, los herbazales. Seguido por la zona coberturas de bosque 32.5% (nivel 3.1). A continuación, se encuentran las áreas abiertas o con poca vegetación que cubren el 10% del territorio, los pastos el 5.5%, y los demás gru-

pos del nivel 2 como áreas agrícolas, zonas húmedas, cultivos y territorios artificializados representan menos del 5% del territorio. El dominio de las sabanas naturales en el área de distribución del congreso está relacionado principalmente con las prácticas de manejo del sistema de producción típico de la región, la ganadería extensiva (para las zonas de estudio sobre sabanas naturales), que hace uso de las quemas controladas para su mantenimiento.



 27. Bosques densos de Arauca.
Foto: María Meza.

 28. Bosques densos de Casanare.
Foto: María Meza.



 29. Sabanas naturales del Vichada. La Primavera.
Foto: Catherine Agudelo.

Dentro del grupo de los bosques, los densos y los de galería son los que mayor proporción del área ocupan en la distribución de la especie *A. nitens*, cubren el 14.9% y 12.9% respectivamente para los tres de-

partamentos. En el grupo de áreas abiertas sin o con poca vegetación, las áreas quemadas ocupan la mayor superficie, 7.8% de la distribución del congrio en los tres departamentos. Esto convierte a este

evento en una de las principales presiones para la biodiversidad; ocupa la mitad del área de los bosques riparios y una cuarta parte de las zonas de sabana. sin embargo, vale la pena resaltar, que de acuerdo

con el trabajo de campo, biótico y social, la especie es altamente resistente a las quemadas, y es posible que estos eventos tengan efecto en los procesos de colonización y germinación.



30



30. Transición Bosques –Sabanas Arauca.

Foto: UT Congriales.

31. Sabanas arboladas (Arauca).

Foto: Francisco Castro-Lima.

32. Sabanas abiertas (Vichada).

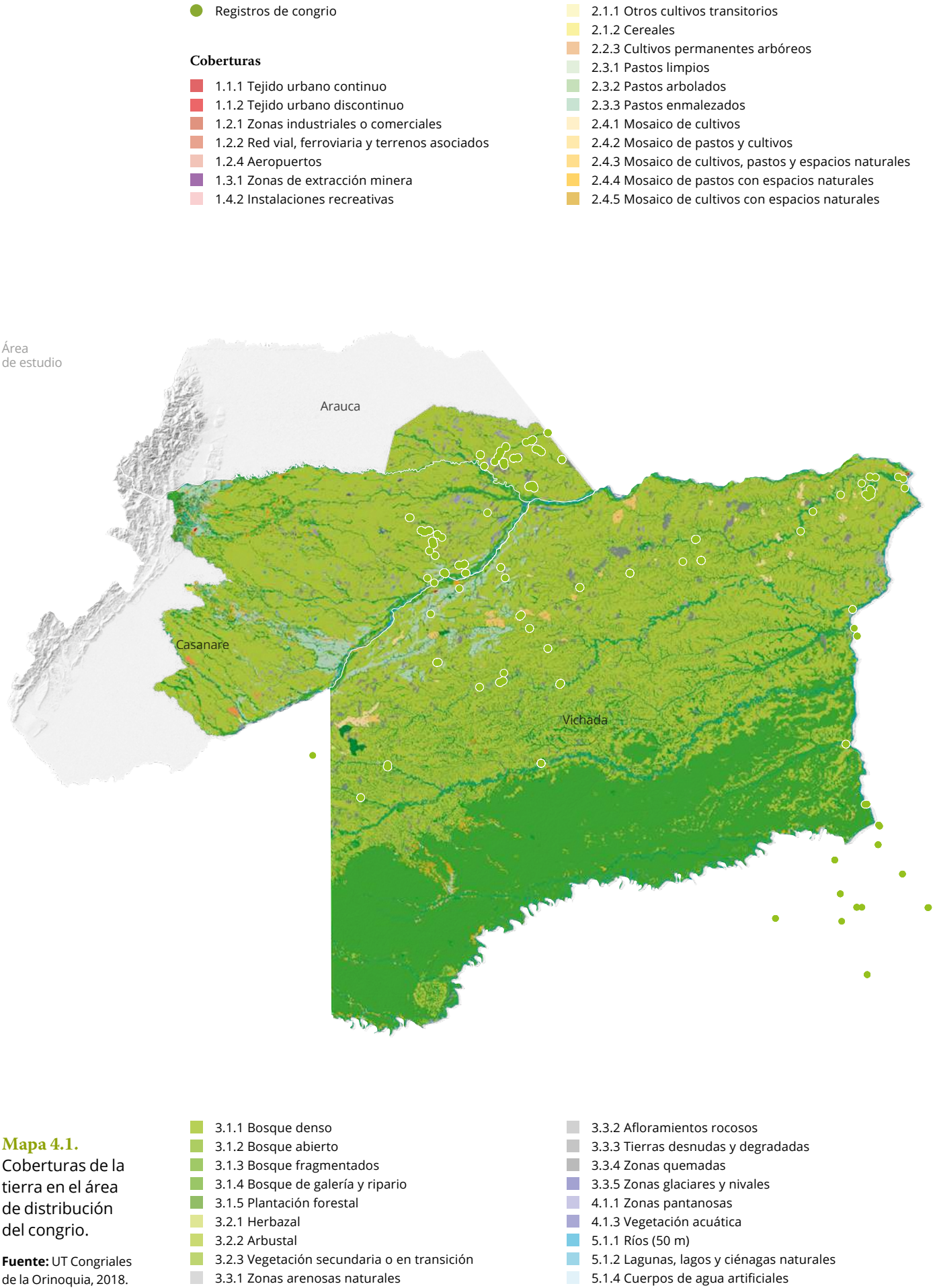
Foto: Francisco Castro-Lima.



31

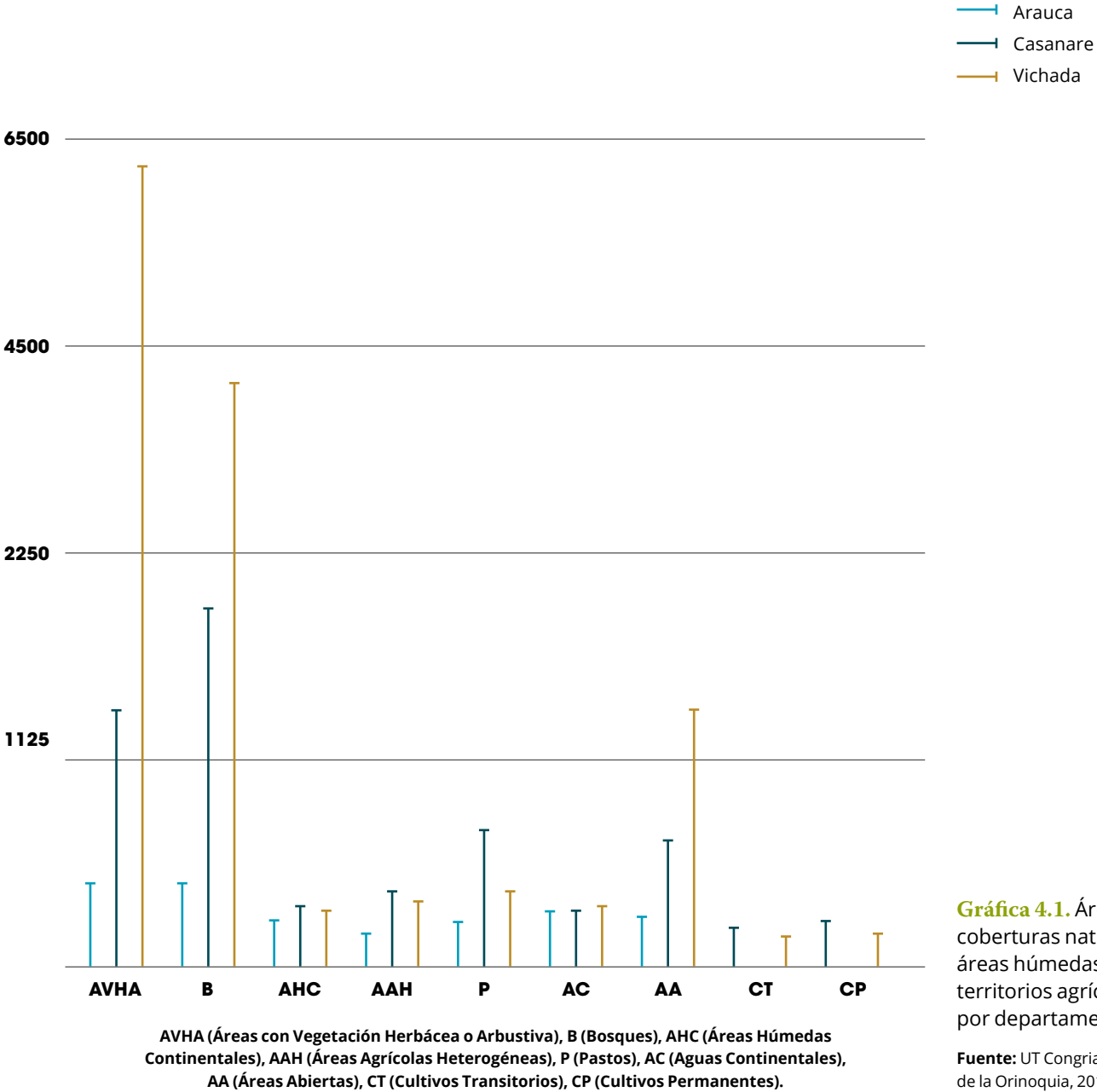


32



Vichada es el departamento que mayor área con bosques reporta con un total de 4308 ha, que representan el 32.6% de su extensión total. Aunque Arauca y Casanare tienen menores extensiones de bosque, al realizar la comparación relativa en los tres departamentos, los bosques ocupan más del 30% del área

de distribución del congreso. Los departamentos de Casanare y Vichada son los que tienen mayor extensión de pastos de acuerdo con su extensión el área de distribución del congreso, con un 12.01% (559 ha) y 3.42% (452 ha) respectivamente, mientras que en Arauca solo se reportó una hectárea de pastos introducidos.



Territorios agrícolas

El 54.05% de la Orinoquia tiene clase agro-lógica cinco (V). Se presenta en mayor área en los departamentos de Casanare con 2.7 millones de hectáreas, Vichada con 1.7 millones de hectáreas aproximadamente y Arauca con 1.3 millones de hectáreas (IGAC, 2012). En consecuencia, estos suelos son aptos para el pastoreo con pastos naturales y otras gramíneas resistentes al exceso de agua (IGAC, 2002), y hacen parte del conglomerado productivo de la ganadería asociada a cultivos familiares de yuca, maíz, caña de azúcar, ají, ñame, frutales, plátano y hortalizas (IGAC, 2012).

Por sus características, los suelos de la Orinoquia deben ser utilizados bajo sistemas combinados, por lo cual tienen gran vocación agroforestal. Frente a la producción agrícola a nivel nacional, Arauca y Casanare hacen parte del conglomerado productivo del arroz (0-500 m s. n. m.). Arauca y Vichada

se encuentran en el conglomerado productivo del cacao (600-1200 m s. n. m.). Los dos conglomerados anteriores están asociados a cultivos de algodón, maní, ajonjolí, yuca, caña de azúcar, cítricos, maíz, ají, ñame, frutales, hortalizas, caucho, tabaco, caña panelera y plátano hartón (IGAC, 2012). Arauca por su parte, es el segundo productor de cacao (*Theobroma cacao*) en Colombia, con un área cultivada de 14.335 ha en el 2013 y una producción de 5.5 mil toneladas (FEDECA-CAO, 2015). Por otro lado, del 100% de la producción de palma de aceite (*Elaeis guineensis*), el Casanare tiene el 8.74% con un área sembrada de 39.554 ha distribuidas en los municipios de Maní, Villanueva, Orocué, Aguazul, Yopal, Tauramena, Monterrey y San Luis de Palenque (FEDEPALMA, 2013).

Con base en el mapa de coberturas (IGAC, 2012), se identificó que los terrenos agrícolas que dominan en el área, están asociados principalmente a pastos tanto en rotación como en barbecho, dedicados principalmente

a la ganadería extensiva. También se encuentran áreas agrícolas heterogéneas, asociadas a diversos mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales. Para el año 2018, Arauca tiene el 69.2% del área total en frontera agrícola, Casanare el 78% y el Vichada el 47.1%.

Pastos: esta es la cobertura más representativa de los territorios agrícolas, ocupa un 1.1% en el departamento de Arauca, 12% en Casanare y 3.4% en el Vichada. Comprende las tierras ocupadas por pastos limpios (2.3.1), en las que es común la realización de prácticas de manejo de limpieza y quema que impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas naturales. En estas unidades de pastos se pueden encontrar arbustos y árboles aislados con una cobertura menor al 5% sobre el total de la unidad.

La cobertura de pastos arbolados (2.3.2) hace referencia a potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros distribuidos en forma dispersa, que ocupan entre el 30% y 50% del área total de la unidad.

Es común que los árboles asociados a pastos sean principalmente especies forrajeras o de sombrío. Durante los recorridos de campo se evidenció una alta presencia de palma real.

Los árboles asociados a potreros son de gran importancia para el soporte ecológico de la región, ya que interactúan con algunas especies de fauna. Se considera que los árboles presentes en pastos, actúan como puntos de paso que pueden conectar otras unidades de vegetación natural. Los pastos arbolados representan el 0.1% del área total de Casanare y el 0.1% del Vichada.

Por último, los pastos enmalezados (2.3.3) están representados por pastos y malezas, corresponden usualmente a unidades de pasto en barbecho o abandonado, en las que la escasez de prácticas de manejo conlleva al establecimiento de vegetación herbácea y arbustiva con una altura menor a 1.5 m. Esta cobertura equivale al 4.5% del área del departamento de Casanare y tan solo el 0.2% del Vichada.



33



34



33. Cultivo de maíz en Arauca.

Foto: Catherine Agudelo.

34. Cultivo de café en Arauca.

Foto: María Meza.



35



36



37



35. Pastos limpios.

Foto: María Meza.

36. Pastos arbolados.

Foto: María Meza.

37. Pastos Enmalezados.

Foto: María Meza.



38

Plantaciones forestales

Las plantaciones forestales ocupaban el 0,2% del área de Casanare y el 0,1% del área del Vichada. Sin embargo, la participación del Vichada en la cadena forestal ha aumentado en los últimos años, por ejemplo, para el 2014 ya contaba con 69.762 hectáreas reforestadas en *Pinus caribaea*, *Eucalyptus pellita* y *Acacia mangium* (Herrera et al., 2016).

Áreas abiertas, sin o con poca vegetación: de forma temporal también se pueden identificar zonas quemadas como áreas naturales o seminaturales, tales como: bosques, cultivos, sabanas y arbustales, que se han visto afectadas por incendios donde el material carbonizado aún está presente. Para el año 2012, en Arauca había un 23.9%

del área en zonas quemadas, en Casanare un 10% y en Vichada un 6.2%.

Áreas húmedas

Las áreas húmedas son terrenos anegadizos que pueden estar temporalmente inundados y estar parcialmente cubiertos por vegetación acuática. Dentro de estas áreas se encuentran zonas pantanosas de tierras bajas que permanecen inundadas la mayor parte del año y que ocupan el 8.7% del área de Arauca, el 5.6% de Casanare y el 0.6% del Vichada. También se puede distinguir vegetación acuática sobre cuerpos de agua localizados en las planicies de inundación de zonas bajas, y en las que Arauca y Casanare tienen un 1.1% de su área.



38. Plantaciones forestales.

Foto: Ricardo Mancera.

39. Zonas quemadas de bosque para la ampliación de la frontera agrícola (Arauca).

Foto: María Meza.



39

Congrio en el paisaje

Una vez revisadas las coberturas en donde se localizaron los puntos de trabajo de campo, se identificó que el bosque de galería y el herbazal denso inundable son las coberturas preferidas por la especie. Algunos de los puntos se localizaron sobre los cuerpos de agua debido a que el congrio se localiza no solo de los bosques externos del bosque de galería inundable (transición hacia la sabana), sino también de los bordes internos del bosque (hacia el cuerpo de agua); también se registró asociado a lagunas.

Una vez identificadas las coberturas de mayor importancia para la especie y revisados los estados de las mismas, con base en las coberturas del IDEAM (2015) en el periodo

2010-2012 para los municipios en donde se distribuye la especie, se encontró que:

El Casanare presenta las mayores presiones, pues la matriz circundante contiene una mayor cantidad de pastos limpios comparado de forma proporcional con los demás departamentos, en donde las especies típicas de la sabana han sido reemplazadas por especies palatables al ganado. Las prácticas insostenibles asociadas a esta cobertura, promueven la disminución de las áreas de bosque de galería y de sus zonas de transición, hábitats del congrio y área de desarrollo de congriales. El paisaje y la matriz en este departamento (en los muni-

cipios donde el congrio se distribuye) está compuesta por otras coberturas como cultivos de arroz y palma, las cuales reducen las posibilidades de dispersión del congrio y de otras especies. Como se mencionó en la revisión de antecedentes, se considera que la dispersión del congrio es hidrocora (sus semillas son dispersadas por el agua), por lo que las limitaciones de dispersión están asociadas principalmente a las modificaciones hidrológicas que deben generarse para el mantenimiento de este tipo de actividad, que incluyen drenaje de humedales (herbazales inundables) y construcción de canales para el caso de la palma. Precisamente, es el cambio en las entradas de nutrientes al sistema y el uso de agroquímicos asociados a la actividad, lo que aporta al detrimento del hábitat de la especie.

Es importante resaltar que los municipios asociados al congrio en Casanare están en la zona suroriental del departamento, la cual presenta intervenciones menores comparadas con otras zonas, lo que hace que las presiones desde el cambio de usos del suelo no sean tan marcadas actualmente.

Vichada presenta las mayores extensiones de coberturas naturales asociadas a la especie, especialmente de herbazales, esto favorece los procesos de dispersión y flujos entre las poblaciones. Este panorama actual no debe ignorar la visión de desarrollo del departamento, en donde se apunta al crecimiento de las áreas de plantaciones forestales con especies foráneas y la visión de la zona de despensa del país, estas perspectivas se convierten en un reto para la planificación futura del recurso, no solo en relación a las poblaciones de congrio, sino también de la biodiversidad del departamento.

Finalmente, en Arauca, en el municipio de Cravo Norte, se presentó una alta proporción de ecosistemas naturales que favorecen los procesos naturales de la especie. Adicionalmente, se evidenció que es también el departamento con la mayor cantidad de áreas quemadas (proporcional al área) con el 23% de la superficie afectada. Como se mencionará en los capítulos posteriores, se ha identificado una relación positiva entre el congrio y el fuego, basada en las observaciones de campo y los comentarios de dueños de los predios visitados, en donde se considera que el congrio es una especie resistente al fuego. Por lo tanto, esta condición de áreas quemadas puede ser apreciada desde dos perspectivas:

- ~ Promueve la regeneración del congrio, al ablandar la testa de la semilla y eliminar la competencia de otras especies.
- ~ Los fuegos frecuentes y de alta intensidad no son soportados por esta u otras especies.

Por lo que este factor debe ser manejado de forma sostenible y en trabajo conjunto con las comunidades. Al revisar las visiones de este territorio, la declaratoria del DNMI Cinaruco, en donde se reconoce la importancia de la especie, puede ser un factor que promueva el mantenimiento y mejoramiento de las condiciones del hábitat de la especie. A los anteriores análisis deben sumarse las extracciones que se hacen del recurso maderable, las cuales no se evidencian desde la escala de trabajo de paisaje, pero si hacen parte del deterioro del hábitat y por lo tanto de las poblaciones.



40. Bosque Caño Araguatos (Arauca).

Foto: Daniel Rodríguez-Tovar.

5

Densidad y estructura poblacional del congrio

Daniel Rodríguez-Tovar, Catherine Agudelo, Francisco Castro-Lima



El congrio tiene una alta abundancia natural y densidad de individuos, con individuos presentes en todas las clases diamétricas, en los sitios evaluados.

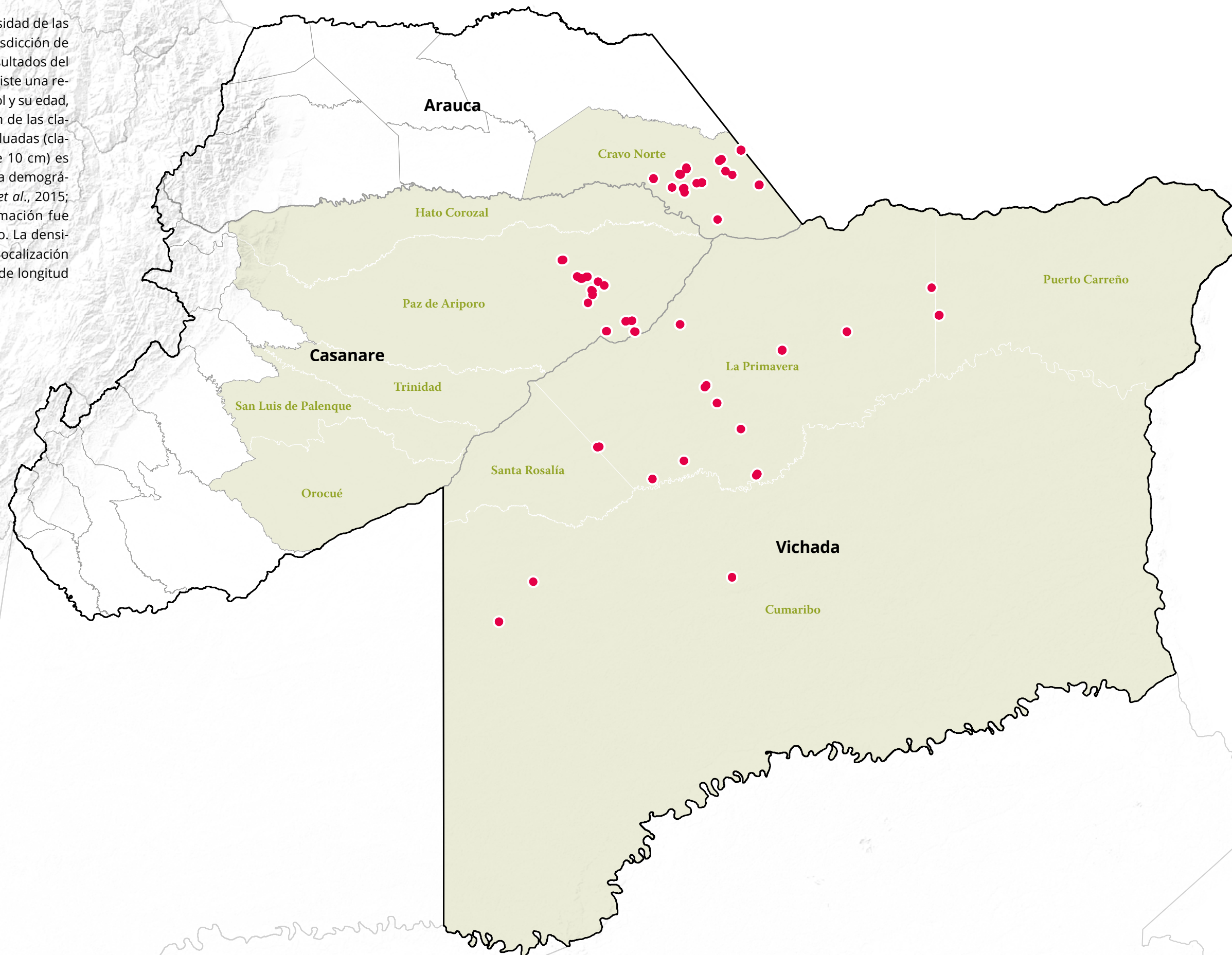
La caracterización de las formaciones vegetales en donde se encuentra el congrio (congriales y bosques de galería inundable) se realizó con el fin de identificar la densidad y la estructura de sus poblaciones en los departamentos de la Orinoquia con jurisdicción de Corporinoquia (Arauca, Casanare, Vichada). Estos estudios permiten generar y alimentar la información base que se tiene de la especie, el estado y dinámica en sus poblaciones, relaciones ecosistémicas, a la vez, generan

información específica para la toma de decisiones en las políticas públicas, permiten conservar y usar el recurso de una mejor manera y garantizan la perpetuidad de este.

Con este estudio se logró determinar diferencias claras entre las formaciones vegetales donde se encuentra el congrio en cuanto a la desidad y estructura. Así mismo se pudo identificar los sitios de mayor abundancia de congrio y determinar, de forma preliminar, el estado de sus poblaciones.



El análisis de la estructura y densidad de las poblaciones de congrio en la jurisdicción de Corporinoquia se basó en los resultados del trabajo de campo, asume que existe una relación entre el tamaño de un árbol y su edad, y que por lo tanto la distribución de las clases diamétricas de las áreas evaluadas (clases diamétricas en un rango de 10 cm) es una aproximación a la estructura demográfica de su población (Cárdenas *et al.*, 2015; Ajbilou *et al.*, 2003), esta información fue ajustada a un modelo estadístico. La densidad se determinó a partir de la localización de los puntos en los transectos de longitud variable realizado en campo.



Mapa 5-1.
Localización de los transectos.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018

- Transecto flora
- Municipios con presencia de congrio

Densidad

En el departamento de Arauca se recorrieron un total de 5027 m representados en 69 transectos, en Casanare 4145 m en 24 transectos, y finalmente en Vichada 4509 m en 30 transectos. Para los 3 departamentos, los transectos representaron un área de muestreo de 13.7 ha.

En el total de los recorridos se registraron 2511 individuos con DAP>1 cm de los cuales 1444 eran fustales (DAP>10 cm). Con base en esa totalidad y el total del área evaluada (longitud del transecto por ancho fijo 10 m) se calculó una densidad general para cada departamento.

DEPARTAMENTO	N° TRANSECTOS	LONGITUD (m)	N° INDIVIDUOS	INDIVIDUOS FUSTALES	ÁREA EVALUADA (ha)	DENSIDAD TOTAL	DENSIDAD FUSTAL
Arauca	69	5027	769	599	5027	125	97
Casanare	24	4145	799	365	4145	270	115
Vichada	30	4509	943	480	4509	258	120
Total	123	13.681	2511	1444	13.681	186	106

Tabla 5.1. Número y longitud de transectos evaluados por departamento. Se presenta el cálculo de densidad para cada departamento.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018

Luego de una revisión más detallada, pues los valores promedio tienden a generar visiones muy generales de las variables, se revisaron los promedios, desviaciones, valores máximos y mínimos, se encontró que W:

~ Para Arauca en general, los valores son más bajos en relación con los demás departamentos analizados considerando todas las categorías etarias (fustales, latizales y brinzales), de igual modo que, los valores de desviación

estándar también son los más bajos frente a los otros dos departamentos (154 ind/ha), lo que indica que los valores de densidad y en general las abundancias en cada una de las localidades evaluadas son parecidos entre sí. Para este departamento la máxima densidad registrada fue de 620 ind/ha en formación vegetal de congrial, y el más bajo fue de 14 ind/ha en un transecto de bosque de galería.

~ En Casanare, la densidad promedio por localidad evaluada fue de 270 +/- 501 ind/ha, el valor máximo registrado fue de 1857 individuos en congrial y el mínimo fue de 7 individuos en bosque de galería. Al revisar los árboles adultos se encontró que en promedio en una hectárea se pueden identificar 115 +/- 120 fustales, con un máximo de 360 ind/ha. Casanare presentó los máximos valores de densidad general de los tres departamentos de estudio, dado principalmente por las clases de crecimiento de latizal y brinzal.

~ Finalmente, en Vichada se registraron los mayores valores de densidad pro-

medio de fustales de los tres departamentos (120 ind/ha), al igual que los mayores valores de desviación con un total de 166 ind/ha, lo cual indica la alta variabilidad entre los puntos visitados. Para este departamento el promedio de individuos de todas las categorías de crecimiento por hectárea fue de 258+/-525 ind/ha con un máximo de 2427 ind/ha. Este es el departamento con mayor variación estándar, lo que indica la variabilidad en la cantidad de individuos por hectárea en las distintas localidades visitadas, posiblemente está relacionado con la variabilidad ambiental del departamento.

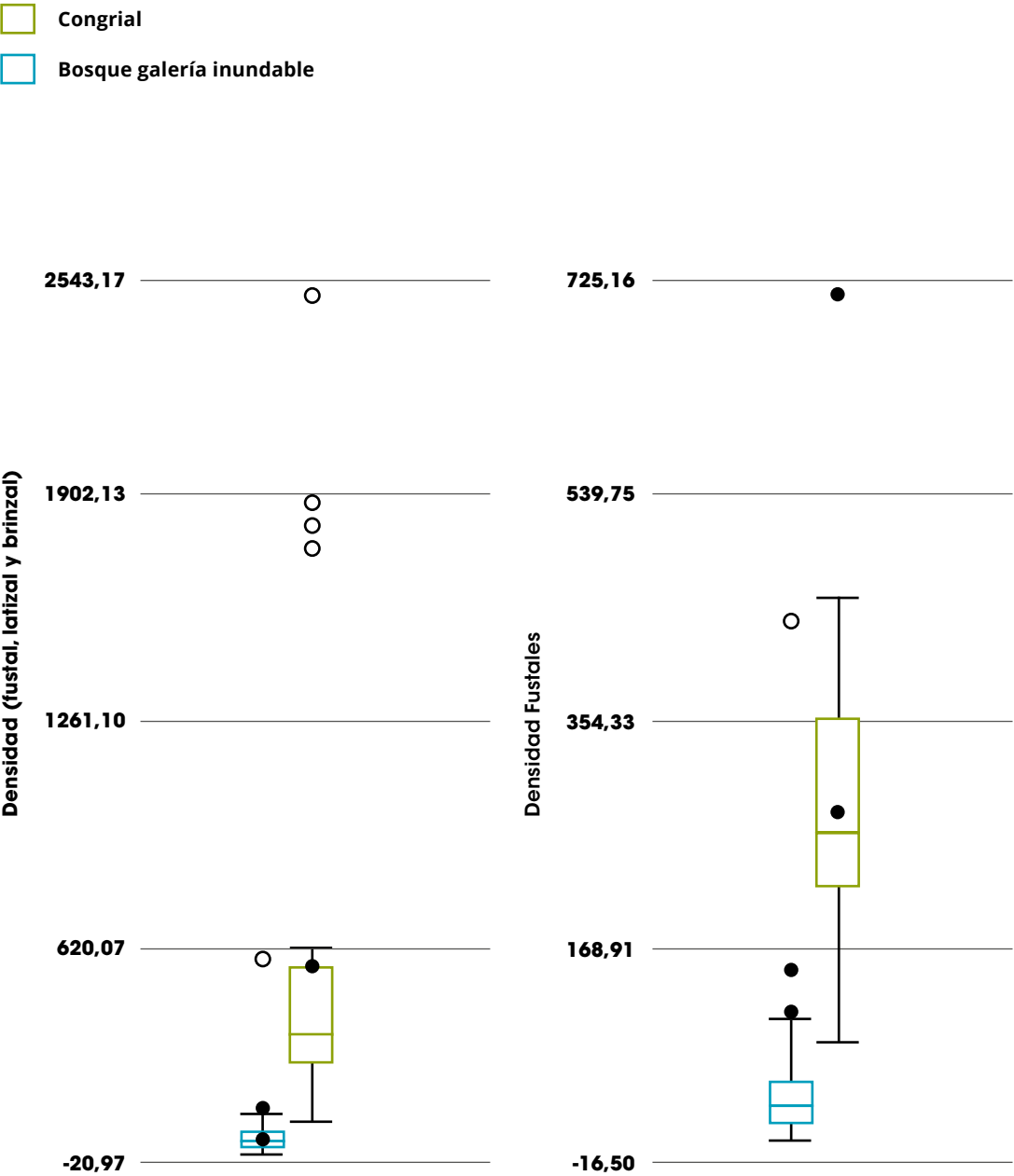
DEPARTAMENTO	PROMEDIO DE DENSIDAD	DESVEST DE DENSIDAD	MÁX. DE DENSIDAD	MÍN. DE DENSIDAD
FUSTALES, LATIZALES Y BRINZALES				
Arauca	125	154	620	14
Casanare	270	501	1858	7
Vichada	258	525	2427	8
INDIVIDUOS FUSTALES				
Arauca	97	112	480	7
Casanare	115	120	360	6
Vichada	120	166	695	6

Tabla 5.2. Densidad promedio, desviación estándar, máxima y mínima de congrio (*Acosmium nitens*) en los transectos evaluados en cada departamento. Unidades ind/ha.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018

En general, el congrio tiene una alta abundancia natural y densidad de individuos en los sitios evaluados. En otros estudios realizados sobre especies maderables en el país, por citar algunos ejemplos, el valor encontrado para esta variable en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Paramillo (Serranía de San Jerónimo) para la especie conocida como abarco fue de 0.73 Ind/ha (Villa, 2006), para *Cariniana micran-*

tha en la Amazonia colombiana se registró una densidad de 0.4 Ind/ha (Rivera-Martin *et al.*, 2013), para la caoba (*Swietenia macrophylla*) de 1.79 ind/ha en el Chocó; el cedro (*Cedrela odorata*) reporta una densidad poblacional promedio en el territorio nacional de 0.39 ind/ha, y la especie *Aniba rosaeodora* (palo rosa) presenta una densidad poblacional de 0.045 ind/ha, en la Amazonia (Cárdenas *et al.*, 2015).



Gráfica 5.1. Densidad de *Acosmiun nitens* por tipo de formación vegetal, a la izquierda las densidades para todas las categorías de crecimiento y a la derecha densidades para fustales.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Al revisar la distribución de las densidades totales (fustales, brinzales y latizales) y para cada una de las formaciones vegetales se observa una alta variabilidad. De las densidades reportadas para los congriales de todas las clases (amplitud de la caja), la mayoría de los transectos están agrupados entre los 400 y los 600 ind/ha. Para los fustales, la densidades oscilan entre 200 y 345, siendo más comunes en los transectos con más de 250 ind/ha (asimetría de la distribución). Por su parte los bosques de galería inundables presentaron menores densidades de la especie y menos variabilidad, registraron un máximo de 565 ind/ha en Arauca, valor atípico, pues la mayoría de los transectos se localizaron en el rango 35-48 ind/ha.

Como se observa en el gráfico, los congriales registran valores atípicos de densidad general con más de 2500 ind/ha. Los máximos valores de densidad para todas las clases de edad registrados para la jurisdicción de Corporinoquia, se encontraron en el Vichada, en el congrial de la Finca La Panela, en la vereda El Triunfo. En esta localidad se registró un total de 267 individuos en un recorrido de 120 m por 10 m de ancho, para una densidad por hectárea de 2427 individuos. Como se puede observar en la hay una alta densidad de individuos jóvenes y árboles ramificados a bajas alturas. Se resalta que es-

tos valores están asociados a los lugares evaluados, con presencia de la especie y en zonas conservadas.

Al analizar la densidad de fustales para las dos formaciones vegetales se concluye que existe un patrón, mayores densidades en los congriales y menores en los bosques de galería. Dicho patrón se relaciona con la disponibilidad de luz, las áreas abiertas (donde se desarrollan los congriales) presentan mejores condiciones de colonización para especies con altos requerimientos de luz en etapas juveniles como el congrio, esta conclusión está altamente relacionada con las clases de edad registradas en los congriales, en donde la mayoría de los individuos están en etapas juveniles.

Por su parte los bosques de galería inundables, además de una menor disponibilidad de luz, presentan mayor diversidad de especies y por lo tanto competencia. Los congrios registrados en esta formación, son individuos adultos que lograron colonizar algún claro o individuos presentes desde estados sucesionales tempranos del bosque.

Se registra un valor atípico de densidad de congrio para los bosques de galería y uno para los congriales, los cuales podrían estar relacionados a condiciones de suelos que favorecen la colonización de la especie.



41. Congrial más denso del Vichada, finca La Panela.
Foto: Daniel Rodríguez-Tovar.

Al revisar los diagramas de caja para cada departamento y los valores presentados en la Tabla 5.3, se puede encontrar que Arauca presenta las mayores densidades de fustales de congrio en bosques de galería y congriales, y también son altamente variables. El Vichada tiene altas densidades de fustales en congriales, pero es el departamento con me-

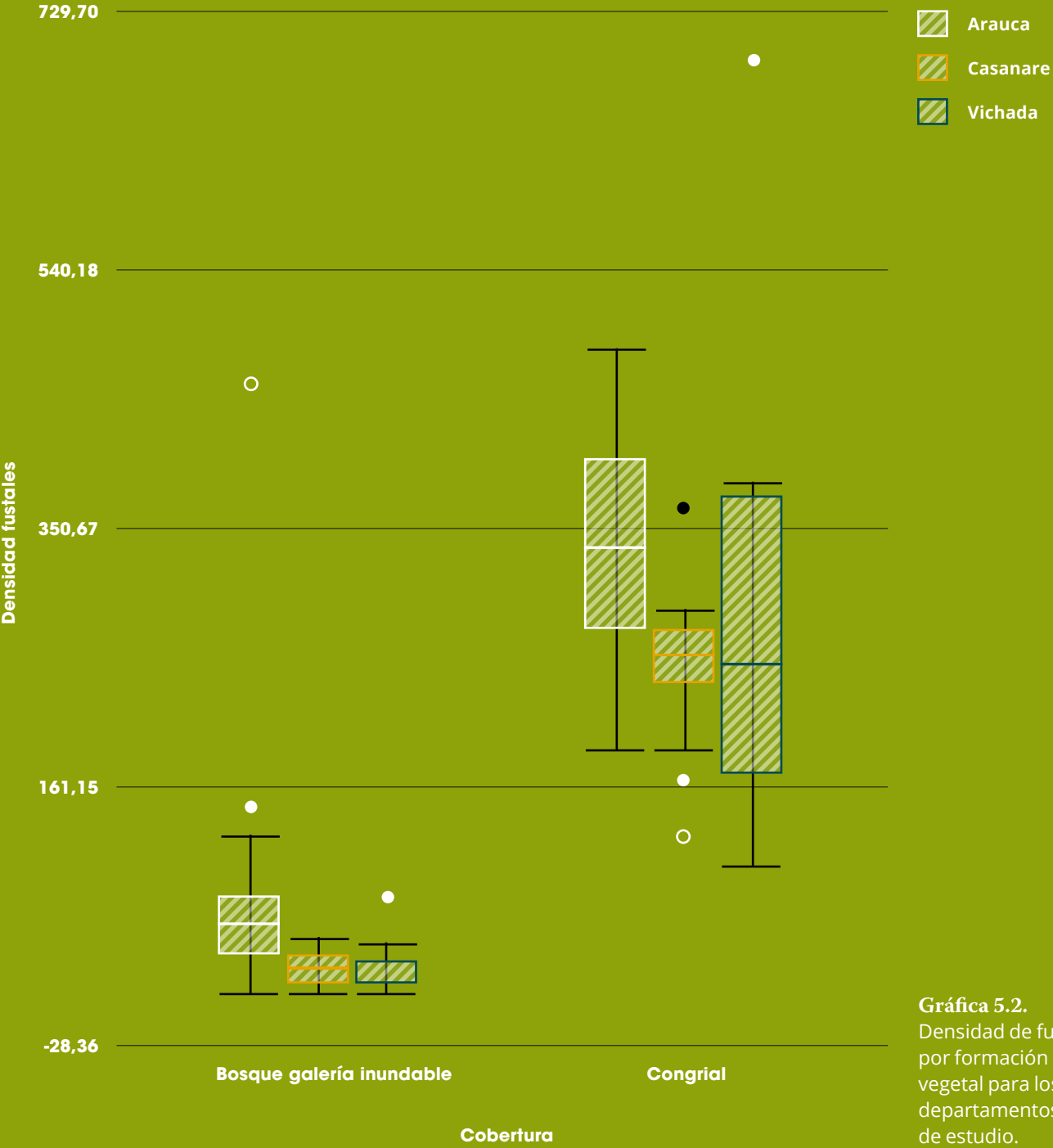
nos fustales de congrio en bosques de galería inundables, posiblemente relacionado con la extracción de los individuos adultos para madera. En Casanare es importante la densidad de congrio al interior de los bosques de galería, como se resaltarán más adelante es allí donde se registraron los congrios más gruesos y altos de los bosques de galería.

BOSQUE GALERÍA INUNDABLE	PROMEDIO	DESVEST	MÁXIMO	MÍNIMO
Arauca	62	60	452	7
Casanare	22	13	46	6
Vichada	20	16	74	6
CONGRIAL	PROMEDIO	DESVEST	MÁXIMO	MÍNIMO
Arauca	332	97	480	183
Casanare	245	66	360	119
Vichada	292	168	695	97

Tabla 5.3. Densidad promedio, desviación, valores máximo y mínimos de fustales de *Acomiun nitens* en las formaciones vegetales evaluadas.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Densidad de fustales por formación vegetal



Gráfica 5.2. Densidad de fustales por formación vegetal para los departamentos de estudio.

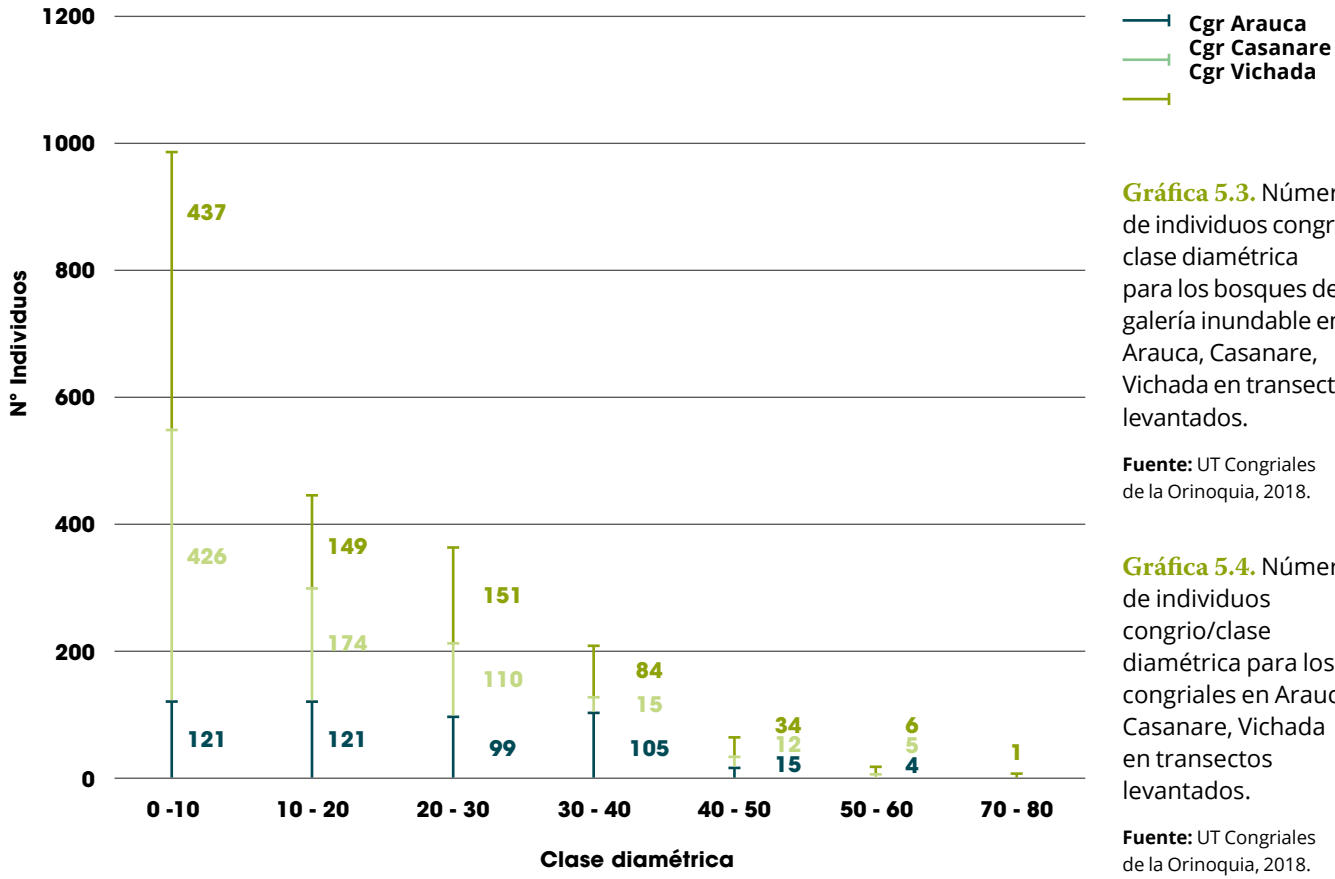
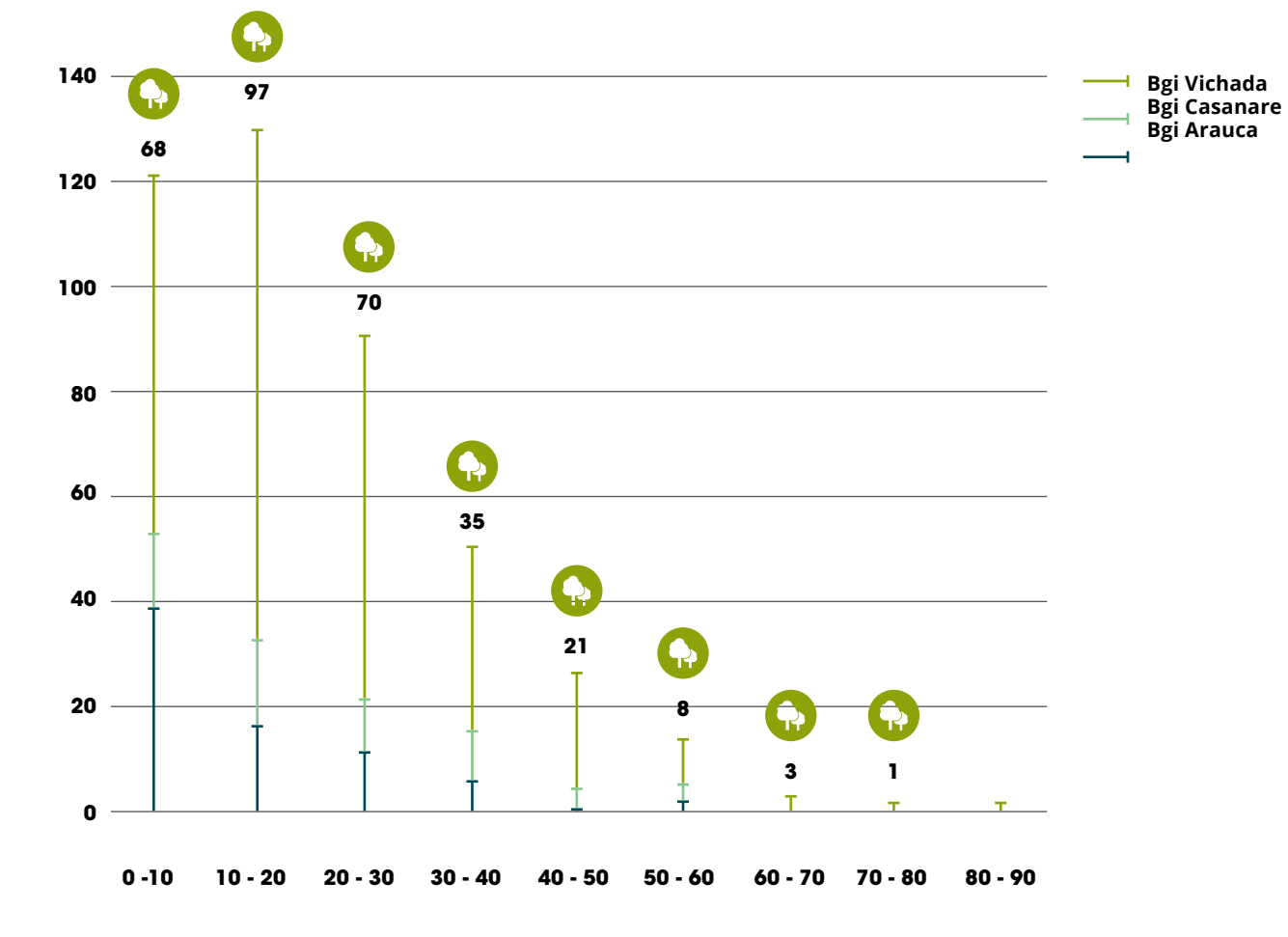
Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Estructura poblacional

De los transectos realizados para los tres departamentos en los bosques de galería inundable y congrial se registró un total de 440 individuos de congrio, donde el 72.6% (251 ind) de los individuos se concentraron en las dos primeras clases diamétricas (0-20 cm). Arauca reunió el 37.5% (165 ind) de los individuos totales registrados en estas dos clases diamétricas. Le sigue en abundancia para estas clases diamétricas el departamento del Vichada con 12.7% (56 ind), y Casanare con el 6.8% (30 ind). Adicionalmente, Arauca registró la mayor cantidad de congríos con diámetros superiores a 40 cm DAP con 33 individuos, seguido de Casanare con 9 y Vichada con 5 individuos. De igual forma es Arauca el departamento que registró la mayor cantidad de individuos en los bosques de galería inundable con el 68.9% (303 ind) del total registrado, seguido de Vichada con el 18.2% (80 ind), y Casanare con el 13% (57 ind). Para los departamentos de Casanare y Vichada se registraron IX clases diamétricas; aunque en Casanare la clase VII (60-70 cm) está ausente, y en Vichada las clases VII (60-70 cm) y VIII (70-80 cm); sin embargo, en estos dos departamentos se registran las clases diamétricas superiores a los 80 cm de DAP. Para Arauca se registraron VIII clases diamétricas para esta formación vegetal y no se evidenciaron diámetros superiores a los 80 cm de DAP.

Para la formación vegetal de congriales, el departamento de Vichada registra el mayor diámetro con 65.25 cm DAP, seguido del departamento de Arauca con 64.94 cm DAP; en cuanto a la altura para esta formación vegetal, la mayor altura registrada se encuentra en Vichada con 17 m. El diámetro más grande registrado en los transectos se encontró en Casanare en la formación vegetal de bosque de galería inundable con 90.7 cm, seguido por Vichada con 87.22 cm de DAP en esta misma formación vegetal. La mayor altura registrada se presentó en Arauca con 25 m en la formación vegetal de bosque de galería inundable.

Para la formación vegetal de congrial los departamentos de Casanare y Vichada registraron la mayor cantidad de regeneración representada en las clases I y II con el 57.3% de los individuos totales (1186 ind). Para esta formación vegetal se registró un total de 2071 individuos de congrio, teniendo un comportamiento similar al bosque de galería donde el 69% de estos se concentran en las dos primeras clases diamétricas (0-20 cm). Casanare concentró la mayor cantidad de estos individuos con el 42% (600 ind), seguido por el departamento del Vichada con el 41% (586 ind). Este último además, registró la mayor cantidad de individuos con diámetros superiores a los 40 cm DAP con 42 individuos, seguido de Arauca con 20 individuos, y Casanare con 17.



Gráfica 5.3. Número de individuos congrio/clase diamétrica para los bosques de galería inundable en Arauca, Casanare, Vichada en transectos levantados.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Gráfica 5.4. Número de individuos congrio/clase diamétrica para los congriales en Arauca, Casanare, Vichada en transectos levantados.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Para esta formación vegetal el Vichada concentra la mayor cantidad de individuos de congrio con el 41.7% (863 ind) de la población total (2071 ind), seguido de Casanare con el 35.8% (742 ind) y Arauca con el 22.5% (466 ind). Sin embargo son los departamentos de Arauca y Vichada los que registraron la mayor cantidad de clases diamétricas con siete (VII), mientras que Casanare registró un total de VI clases diamétricas. Para el departamento del Vichada no se registra la clase VII (60-70 cm), en Arauca las clases diamétricas son constantes pero no superan los 70 cm de DAP y en Casanare no se encontraron individuos con

diámetros superiores a los 60 cm, evidencia del aprovechamiento selectivo realizado por las comunidades locales.

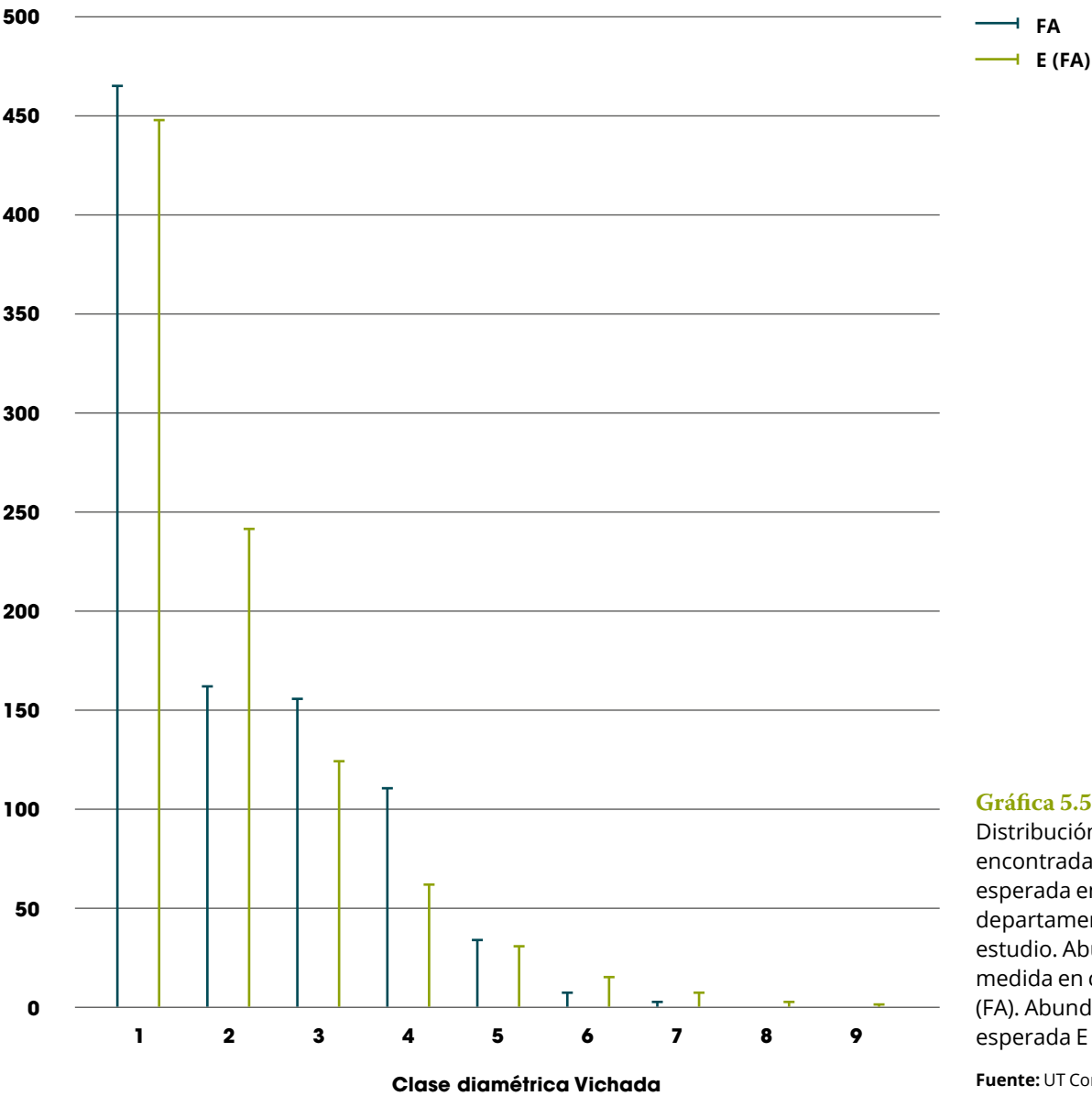
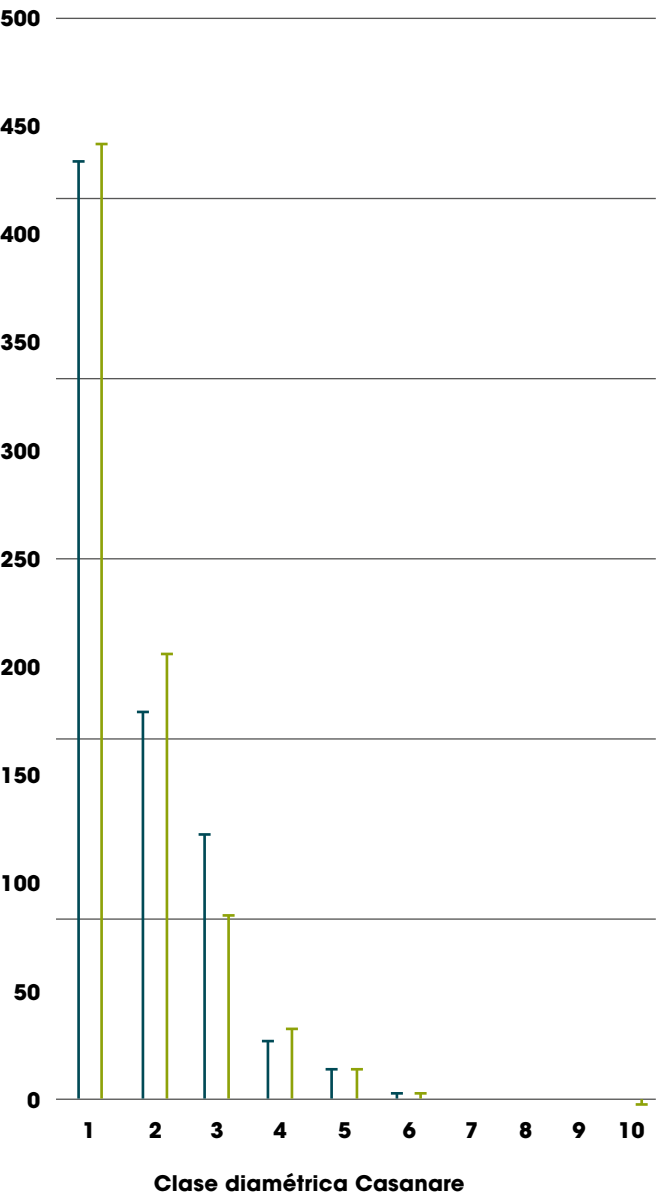
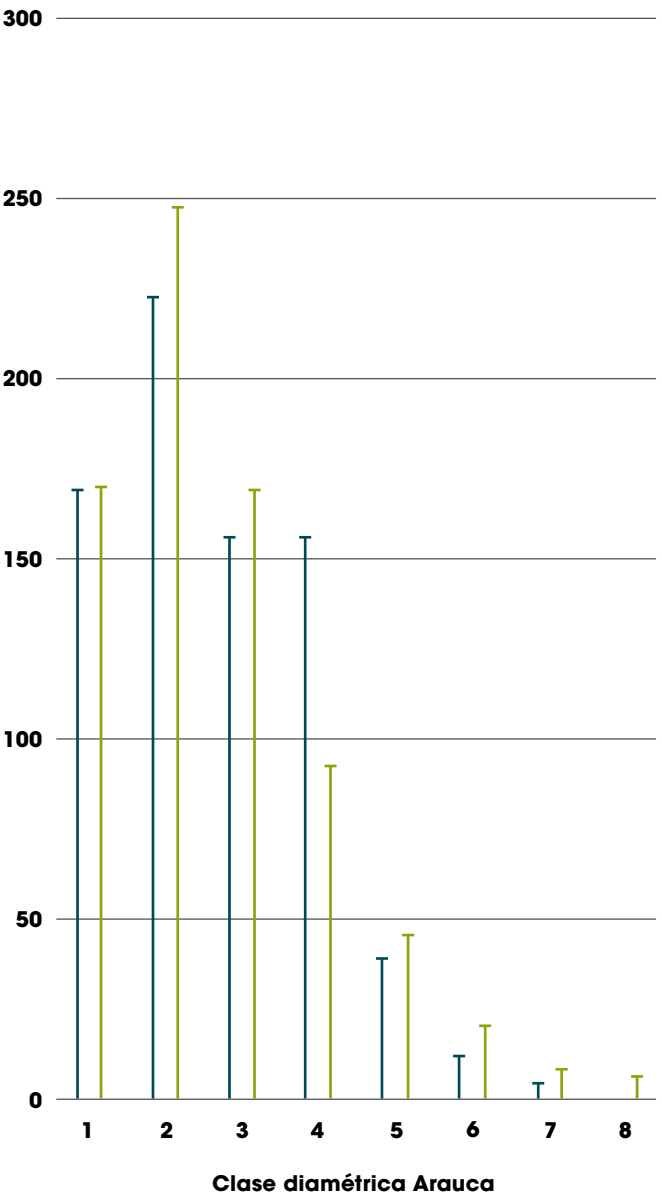
De acuerdo con los resultados obtenidos los departamentos de Arauca y Vichada presentan la estructura en mejor estado para los congriales, mantienen gran cantidad de individuos en todas las clases presentadas. Para el bosque de galería inundable es el departamento de Arauca el que presenta la mejor estructura con abundantes individuos de congrio en cada clase diamétrica, se asume que el aprovechamiento en estos bosques no ha sido desmesurado, por el contrario en Casanare y

Vichada fueron pocos los individuos de congrio encontrados para esta formación vegetal.

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que Arauca tiene las poblaciones de congrio más sanas en bosques de galería y congriales, y Casanare las poblaciones más alteradas; donde las poblaciones maduras (número de individuos con DAP superiores a los 20 cm) son reducidas en ambas formaciones vegetales.

Finalmente se realizó la comparación de los datos de campo FA con la distribución esperada para la población de congrio E(FA), de acuerdo con la curva de distribución Gamma, caso especial Erling (Datos Poisson). El mode-

lo probabilístico de distribución Gamma (Erling-Poisson) muestra que la probabilidad de la distribución es similar frente a los valores teóricos del modelo con un $\lambda=0.099$ y $r:2.1532$ para Arauca, $\lambda=0.090$ y $r:1.096$ para Casanare, y $\lambda=0.068$ y $r:1.048$ para Arauca. Al realizar la prueba de bondad de ajuste (χ^2), no se encontraron diferencias significativas entre la distribución probabilística observada y la esperada para la distribución por categorías etarias en las áreas evaluadas, elemento que soporta estadísticamente las conclusiones sobre estructura poblacional del congrio citados en este documento.



Gráfica 5.5. Distribución encontrada versus esperada en los departamentos de estudio. Abundancia medida en campo (FA). Abundancia esperada E (FA).
Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

6

Hábitat e interacciones del congrio

Ángela Alviz, Francisco Castro-Lima, Daniel Rodríguez-Tovar, Mariana Medrano-Niño



Algunos autores reconocen a los congriales como un matorral en el que las colonias de la especie *Acosmium nitens* son más o menos densas y casi puras.

El congrio habita ecosistemas boscosos y de sabana. Dentro de estos puede estar asociados a dos tipos de formaciones vegetales (comunidad vegetal de orden superior, compuesta por una o varias comunidades de plantas de estructura uniforme, Squeo *et al.*, 2008)

1. *Bosques de galería*: reconocidos como una asociación arbórea cuya vegetación es siempre verde, monoestratificada, que crece a orillas de los cursos de agua tanto en zonas de vegetación baja como la sabana (donde estacionalmente se inundan), como dentro de los macizos boscosos (Huber, 1988). Dentro de los bosques de galería la especie prefiere los *inundables* por las condiciones de anegación. Dentro de estas formaciones el congrio, especialmente los individuos jóvenes, se encuentran preferiblemente en los bordes o en claros al interior del bosque, siempre bus-

cando condiciones de luz. Árboles adultos se pueden encontrar al interior del bosque, ya que al ser una especie heliófita durable puede tolerar condiciones de sombra, una vez que la sucesión avanza en el borde o que el claro es colonizado.

2. *Congriales*: son bosques bajos donde domina el congrio (*A. nitens*), situados en zonas inundables dentro de una matriz de sabanas, formando una franja discontinua estacionalmente inundable (Marín *et al.*, 1998). Otros autores reconocen esta formación como un matorral en el que las colonias de la especie *Acosmium nitens* son más o menos densas y casi puras, y ocupan extensas depresiones en las llanuras aluviales de la Orinoquia (Huber, 2005). De acuerdo con el trabajo de campo las condiciones de bosques o matorral dependerán del estado sucesional en el que se encuentre la formación vegetal, pues en donde el congrial presentó bajos niveles de intervención la estructura de la vegetación fue más compleja formando un bosque; en los casos donde los propietarios manifestaron intervenciones la regeneración de la especie y distribución en el espacio permite considerarla como un matorral.

Estas formaciones vegetales fueron caracterizadas con el fin de conocer el hábitat del congrio, y las interacciones de esta especie con la fauna.



Flora

Las formaciones vegetales habitadas por el congrio fueron caracterizadas para los departamentos de Arauca, Casanare, Vichada, florística y estructuralmente a partir de parcelas de 0.1 ha con un total de 1.14 ha caracterizadas.

En los bosques de galería inundables las especies que frecuentemente acompañan al congrio son *Licania heteromorpha*, *Licania mollis*, *Licania apetala* (Chrysobalanaceae), *Panopsis rubescens* (Proteaceae), *Simaba orinocensis* (Simaroubaceae), *Nectandra pichurin* (Lauraceae), *Mabea nítida* (Euphorbiaceae), *Pouteria gomphiifolia* (Sapotaceae), *Caraipa llanorum* (Calophyllaceae), *Tachigali hypoleuca* (Leguminosae), *Duroia micrantha* (Rubiaceae), *Plinia involucrata* (Myrtaceae), *Laetia suaveolens* (Salicaceae), *Cathedra acuminata* (Olacaceae), *Faramea occidentalis* (Rubiaceae), *Xylopia serícea* (Annonaceae), *Eschweilera parviflora* (Lecythidaceae), *Eschweilera tenuifolia* (Lecythidaceae), *Coccoloba dugandiana* (Polygonaceae), *Zygia cataractae* (Leguminosae), *Macrolobium multijugum* (Leguminosae), *Astrocaryum jauari* (Arecaceae), *Chaunochiton loranthoides* (Olacaceae), *Malouetia tamaquarina* (Apocynaceae), *Dalbergia inundata* (Leguminosae), *Tovomita spruceana* (Clusiaceae).

La estructura del congrio en esta cobertura está conformada horizontalmente entre 4 y 5 clases diamétricas, que agrupan la gran mayoría de individuos en las dos primeras clases, es decir individuos con diámetros menores a 20 cm DAP (diámetro a la altura del pecho). Los individuos de congrio en esta cobertura alcanzan alturas de hasta 24 metros, pero domina verticalmente el estrato medio (72%) con alturas de hasta 16 metros y el in-

ferior (21%) con alturas de hasta 8 metros. El estrato superior solo representa el 7% de los individuos de congrio registrado en esta cobertura para los tres departamentos. El mayor registro de altura encontrado fue en el departamento de Casanare con 24 metros.

En los congriales a pesar de que el congrio (*Acosmium nitens*) es la especie que domina, se encuentran otras que lo acompañan, como: *Duroia micrantha* (Rubiaceae), *Ouretea poliantha* (Ochnaceae), *Simaba orinocensis* (Simaroubaceae), *Licania heteromorpha* (Chrysobalanaceae), *Tachigali hypoleuca* (Leguminosae), *Palicourea crocea* (Rubiaceae), *Laetia suaveolens* (Salicaceae), *Cuphea repens* (Lythraceae), *Croton cuneatus* (Euphorbiaceae), *Eschweilera tenuifolia* (Lecythidaceae). Algunos congriales de Arauca son adornados por especies vasculares de epifitas que cuelgan de las ramas de los congrios: *Tillandsia elongata*, *Tillandsia flexuosa*, *Tillandsia balbisiana*, *Tillandsia recurvata*, *Tillandsia fasciculata*, *Aechmea huebneri*, todas de la familia Bromeliaceae, y taxones pertenecientes a la familia Orchidaceae como *Trichocentrum cebolleta*, e individuos de los géneros *Catasetum*, *Encyclia*, *Epidendrum*.

La estructura horizontal de los congriales caracterizados está dada por una distribución entre cinco y seis clases diamétricas, agrupan la mayoría de los individuos en las dos primeras clases, cuyos diámetros son inferiores a los 20 cm DAP. Al igual que en los bosques de galería inundable, la mayoría de los individuos se encuentran verticalmente en el estrato inferior (92%) y medio (6%). Para el estrato superior solo se registra un individuo con una altura superior a los 16 metros localizados en el Vichada.



42. Epifitas en congrial.

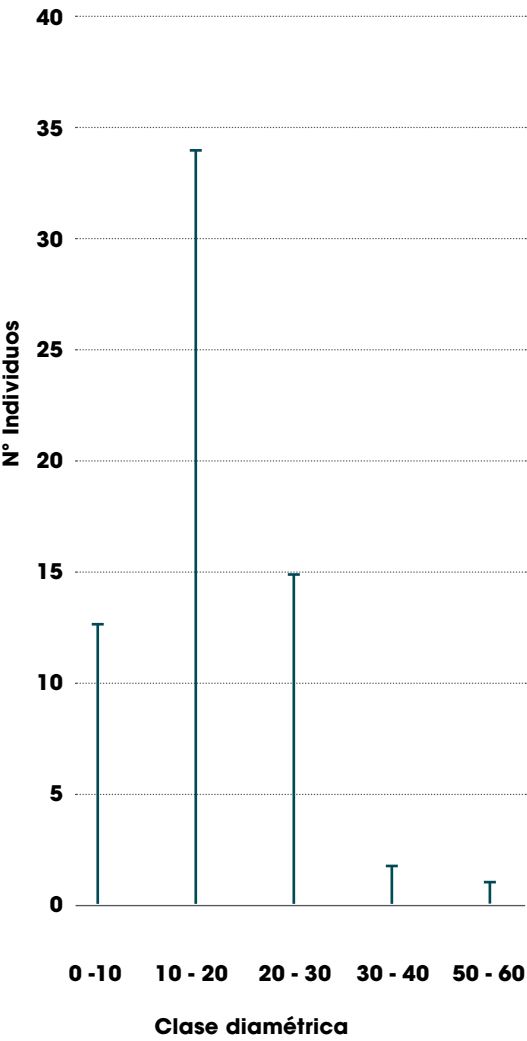
Foto: Daniel E. Rodríguez Tovar.



42

En los bosques de galería muestreados en Arauca, los congrios registrados presentan una distribución horizontal de cinco clases diamétricas, agrupan la mayoría de los individuos en la clase II (DAP 10-20 cm), allí se encontraron individuos adultos de hasta 50 cm DAP. La población de congrio encontrada en esta cobertura y departamento, es la más alta comparada con los bosques de galería del Casanare y Vichada. Los individuos de congrio en esta cobertura y departamento, se distribuyen verticalmente en dos estratos: el medio (81%) alturas entre los 8 y 16 metros, y la inferior (19%) con alturas inferiores a los 8 m. Las especies más importantes que acompañan al congrio en estos bosques son *Licania heteromorpha* (Chrysobalanaceae), *Panopsis rubscens* (Proteaceae), *Nectandra pichurim* (Lauraceae), *Simaba orinocensis* (Simaroubaceae), *Alchornea fluviatilis* (Euphorbiaceae), *Laetia suaveolens* (Salicaceae), *Mabea nítida* (Euphorbiaceae).

— Bgi Arauca
— Cgr Arauca



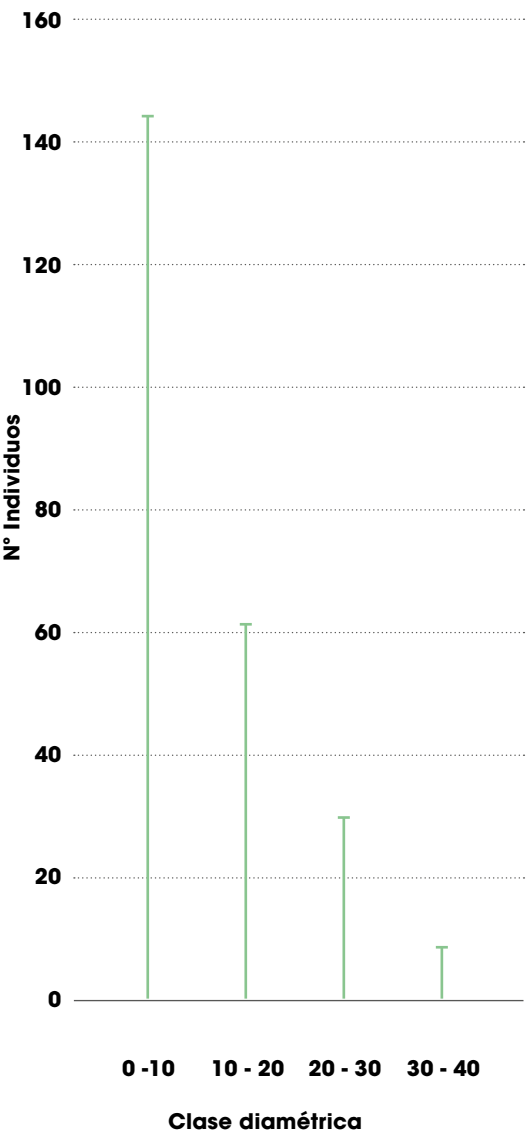
Gráfica 6.1.
Distribución
diamétrica del
congrío en Arauca.
Fuente: UT Congriales
de la Orinoquia, 2018.



43. Congrial
La Aurora-
departamento
de Arauca.

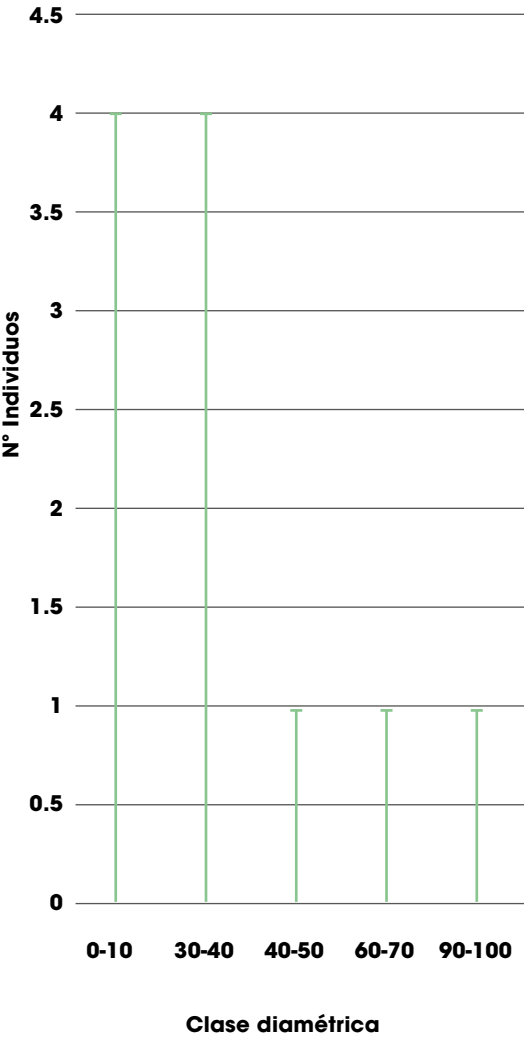
Foto: Ángela Alviz.

En cuanto a los congriales de este departamento, se puede decir que se distribuyen horizontalmente en cuatro clases diamétricas, la mayoría (59%) de los individuos se reúnen en la clase I (0-10 cm). En estos congriales se registran individuos adultos de hasta 38 cm de DAP, con alturas máximas de hasta 15 metros. Verticalmente, los individuos de congrio se reúnen en los estratos medio e inferior, este último es el más frecuente y reúne el 80% de la población con alturas inferiores a los 8 metros; el estrato medio reúne el 20% de los individuos con alturas entre los 8 y 16 metros. Las especies que acompañan al congrio en esta cobertura son *Licania heteromorpha* (Chrysobalanaceae), *Laetia suaveolens* (Salicaceae), *Simaba orinocensis* (Simaroubaceae) y *Duroia micrantha* (Rubiaceae).



En los bosques de galería inundable del Casanare, estructuralmente el congrio se encuentra distribuido horizontalmente en cinco clases diamétricas que agrupan gran parte de la población (72%) registrada en las dos primeras clases. Para este departamento, se encontró un total de 11 individuos, el máximo valor en diámetro para congrio entre los tres departamentos en estos bosques con 90.7 cm DAP. Verticalmente el congrio se presenta en los tres estratos, agrupa la mayor parte de la población (45%) en el Alto, y el estrato Inferior (36%). Entre las especies que acompañan al congrio en estos bosques se encuentran *Pouteria gomphiifolia* (Sapotaceae), *Mabea nítida* (Euphorbiaceae), *Malouetia tamaquarina* (Apocynaceae), *Macrolobium multijugum* (Leguminosae), *Licania heteromorpha* (Chrysobalanaceae), *Licania mollis* (Chrysobalanaceae), *Duroia micrantha* (Rubiaceae), *Pouteria elegans* (Sapotaceae), *Discocarpus gentryi* (Phyllanthaceae).

Bgi Casanare
Crg Casanare



Gráfica 6.2. Distribución diamétrica del congrio en Casanare.

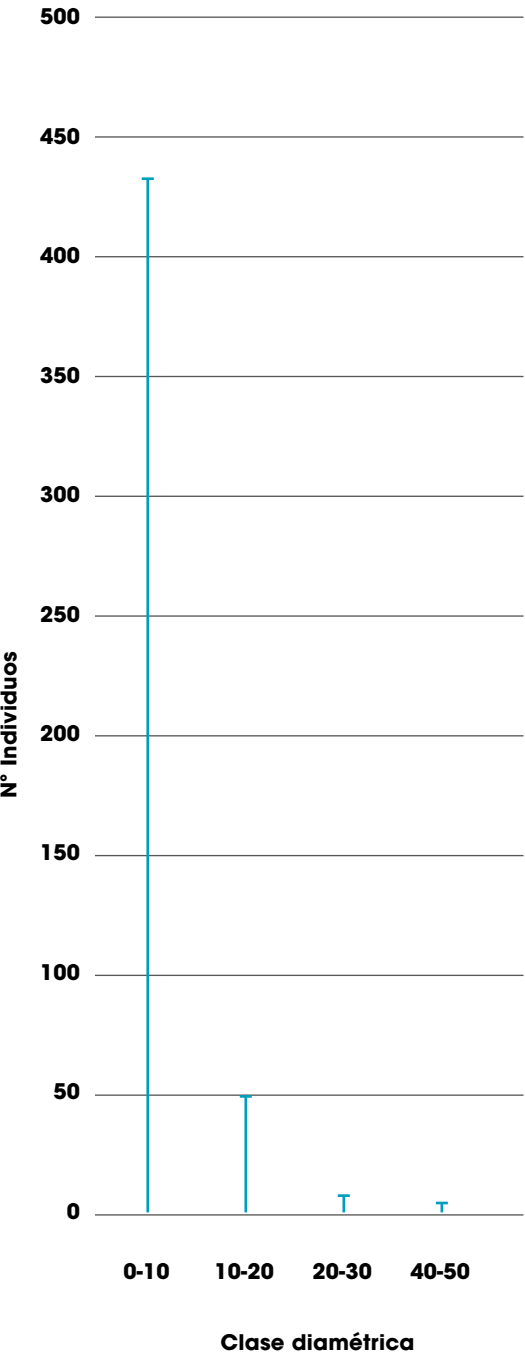
Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.



44. Congrial La Aurora-departamento de Arauca.

Foto: Ángela Alviz.

En los congriales del Casanare, la especie estructuralmente se distribuye en cuatro clases diamétricas con el 88% de los individuos concentrados en la clase I, y muy pocos individuos con diámetros mayores a 20 cm DAP (2%). La estructura vertical está caracterizada por dos estratos que concentrando el 98% de la población en el estrato inferior. Entre las especies que acompañan al congrio en los congriales de este departamento están *Ouratea poliantha* (Ochnaceae), *Simaba orinocensis* (Simaroubaceae), *Duroia micrantha* (Rubiaceae).



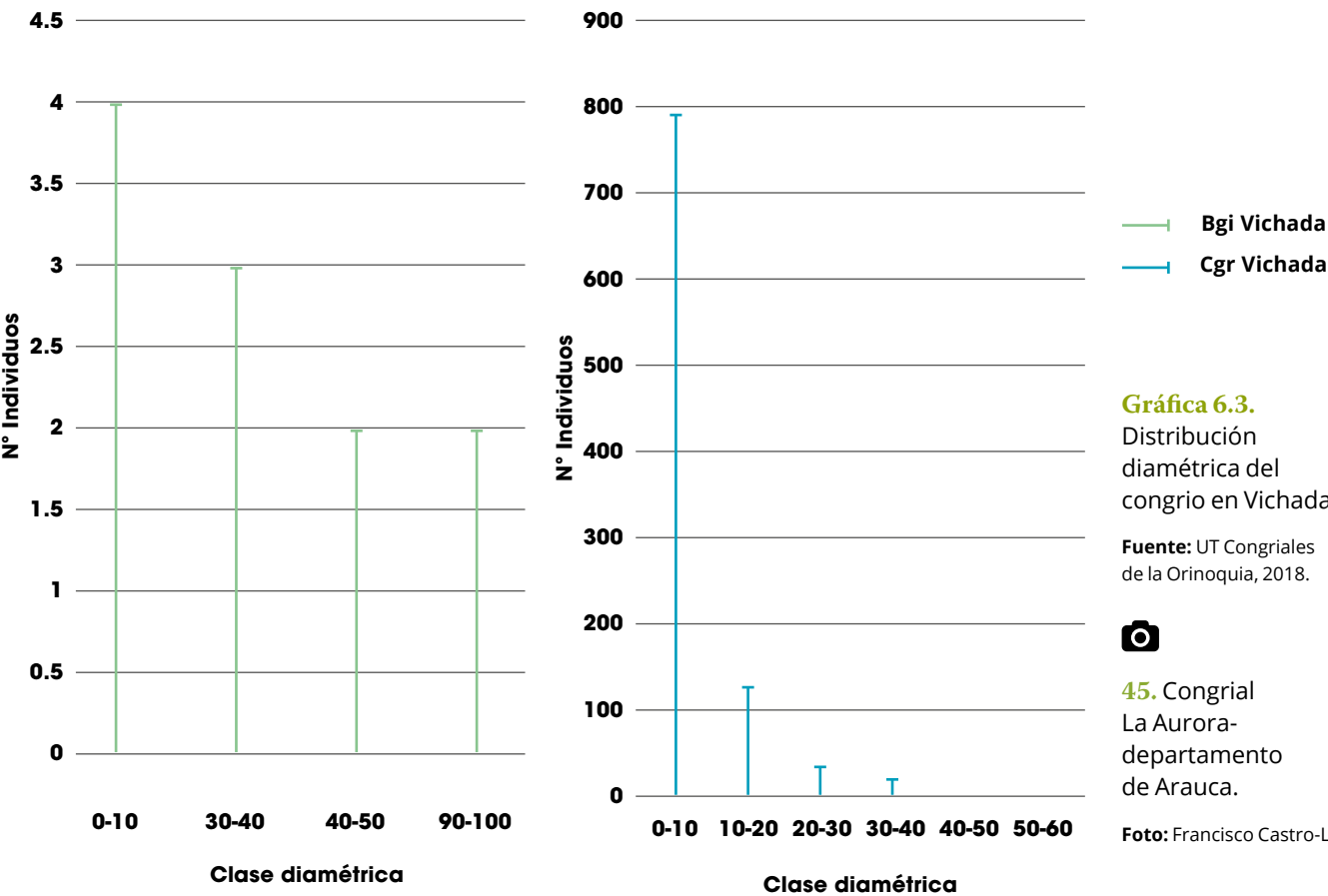


En los bosques de galería del Vichada, el congrio se encuentra distribuido horizontalmente en cuatro clases diamétricas, la mayoría en la clase I (40%); para estos bosques, la población de congrio es más reducida y se registraron pocos individuos (10%) con diámetros superiores a los 30 cm DAP. En cuanto a la estructura vertical, el congrio presenta dos estratos pero se agrupa mayoritariamente en el medio; no se registran individuos con alturas superiores a los 16 metros. Entre las especies que acompañan al congrio en los bosques del Vichada están: *Caraipa llanorum* (Calophyllaceae), *Tachigali hypoleuca* (Leguminosae), *Panopsis rubescens* (Proteaceae), *Eschweilera parviflora* (Lecythidaceae), *Coccoloba dugandiana* (Polygonaceae), *Xylopia sericea* (Annonaceae), *Duroia micrantha* (Rubiaceae), *Licania heteromorpha* (Chrysobalanaceae), *Mabea nitida* (Euphorbiaceae), *Couepia paraensis* (Chrysobalanaceae).

Los congriales del Vichada presentan una estructura horizontal de seis clases diamétricas que agrupan el 80% de la población en la primera clase; en estos congriales se encuentran individuos con diámetros superiores a los 50 cm DAP, y registran los valores

máximos de DAP para esta cobertura. Verticalmente los congriales en el Vichada registran dos estratos: el inferior con el 88% de la población y el medio con el 12%. Entre las especies acompañantes del congrio en esta cobertura están: *Licania heteromorpha* (Chrysobalanaceae), *Caraipa llanorum* (Calophyllaceae), *Duroria micrantha* (Rubiaceae), *Panopsis rubescens* (Proteaceae).

En condiciones naturales, el congrio, presenta asociaciones casi puras y consociaciones. Sin embargo, en la mayoría de los casos se interactúa con otras especies de plantas. La alta diversidad de los ecosistemas promueve las interacciones tróficas entre plantas, insectos, mamíferos aves, peces y microorganismos, logrando un sistema estable y productivo para la óptima protección vegetal. Normalmente se asocia a un gran número de especies arbóreas, arbustivas, lianas, palmas y epífitas; principalmente en bosques de galería, mientras que en los congriales la interacción es con especies herbáceas, arbustivas, epífitas y en menor proporción con especies arbóreas y palmas. Se resalta el registro de 237 especies de plantas asociadas al congrio.



Gráfica 6.3. Distribución diamétrica del congrio en Vichada.
Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.



45. Congrial La Aurora-departamento de Arauca.

Foto: Francisco Castro-Lima



46. Especies de plantas asociadas al congrio.

Foto: Daniel Rodríguez-Tovar.

Las especies más importantes que tienen asociaciones con el congrio en los bosques de galería son:

<i>Guatteria maypurensis</i>	<i>Tovomita spruceana</i>	<i>Deguelia scandens</i>	<i>Cathedra acuminata</i>
<i>G. subsessilis</i>	<i>Combretum laurifolium</i>	<i>Hydrochorea corymbosa</i>	<i>Chaunochiton loranthoides</i>
<i>Xylopia emarginata</i>	<i>Connarus lambertii</i>	<i>Machaerium floribundum</i>	<i>Dulacia cyanocarpa</i>
<i>Himatanthus attenuatus</i>	<i>Connarus ruber</i>	<i>Macrolobium acaciifolium</i>	<i>Discocarpus gentryi</i>
<i>Malouetia tamaquarina</i>	<i>Erythroxylum divaricatum</i>	<i>Macrosamanea pubiramea</i>	<i>Coccoloba dugandiana</i>
<i>Parahancornia oblonga</i>	<i>Alchornea fluviatilis</i>	<i>Macrolobium angustifolium</i>	<i>Ruprechtia tenuiflora</i>
<i>Tabernaemontana siphilitica</i>	<i>Croton cuneatus</i>	<i>Ormosia costulata</i>	<i>Panopsis rubescens</i>
<i>Philodendron acutatum</i>	<i>Croton orinocensis</i>	<i>Swartzia leptopetala</i>	<i>Duroia micrantha</i>
<i>Astrocaryum jauari</i>	<i>Mabea nitida</i>	<i>Tachigali physophora</i>	<i>Faramea capillipes</i>
<i>Desmoncus horridus</i>	<i>Gnetum leyboldii</i>	<i>T. odoratissima</i>	<i>F. planitiarum</i>
<i>Euterpe precatoria</i>	<i>Nectandra pichurim</i>	<i>Zygia cataractae</i>	<i>Pagamea guianensis</i>
<i>Mauritiella aculeata</i>	<i>Nectandra globosa</i>	<i>Z. inaequalis</i>	<i>Simira rubescens</i>
<i>Helosis cayennensis</i>	<i>Eschweilera parviflora</i>	<i>Z. unifoliolata</i>	<i>Homalium guianense</i>
<i>Tabebuia barbata</i>	<i>Albizia subdimidiata</i>	<i>Strychnos bredemeyeri</i>	<i>Pouteria elegans</i>
<i>Mansoa kerere</i>	<i>Copaifera pubiflora</i>	<i>Byrsonima japurensis</i>	<i>P. gomphiifolia</i>
<i>Protium llanorum</i>	<i>Crudia glaberrima</i>	<i>Burdachia prismatocarpa</i>	<i>Cecropia metensis</i>
<i>Caryocar microcarpum</i>	<i>Campsiandra implexicaulis</i>	<i>Mouriri acutiflora</i>	<i>Vochysia obscura</i>
<i>Salacia impressifolia</i>	<i>Cynometra bauhiniifolia</i>	<i>Virola surinamensis</i>	Entre otras.
<i>Couepia paraensis</i>	<i>Dalbergia foliosa</i>	<i>Myrcia subsessilis</i>	
<i>Hirtella subscandens</i>	<i>Dalbergia hygrophila</i>	<i>Plinia involucrata</i>	
<i>Licania apetala</i>	<i>Dalbergia inundata</i>	<i>Quiina florida</i>	

En bosques de galería el congrio se asocia con muchas especies, de acuerdo con los datos obtenidos en el estudio, el congrio mostró asociaciones con 165 especies. 92 especies de las registradas presentan importancia en la alimentación de peces, 59 producen alimento para aves, 44 son melíferas y 10 especies para mamíferos.

Las especies asociadas a los congriales son:

<i>Staurogyne spraguei</i>	<i>Eschweilera tenuifolia</i>	<i>Prosthechea vespa</i>
<i>Teliostachya</i> sp.	<i>Centrosema angustifolia</i>	<i>Trichocentrum cebolleta</i>
<i>Helanthium tenellum</i>	<i>Clitoria falcata</i>	<i>Passiflora costata</i>
<i>Philodendron solimoesense</i>	<i>Macrolobium multijugum</i>	<i>Turnera scabra</i>
<i>P. brevispathum</i>	<i>Macroptilium</i> sp.	<i>Acroceras zizanioides</i>
<i>Bactris bidentula</i>	<i>Vigna</i> sp.	<i>Echinolaena inflexa</i>
<i>Mauritia flexuosa</i>	<i>Strychnos guianensis</i>	<i>Panicum cyanescens</i>
<i>Aechmea huebneri</i>	<i>Psittacanthus</i> sp.	<i>Paratheria prostrata</i>
<i>Tillandsia balbisiana</i>	<i>Cuphea repens</i>	<i>Reimarochloa acuta</i>
<i>Tillandsia elongata</i>	<i>Melochia arenosa</i>	<i>Bredemeyera lucida</i>
<i>Tillandsia fasciculata</i>	<i>Miconia aplostachya</i>	<i>Securidaca pendula</i>
<i>Tillandsia flexuosa</i>	<i>Ficus mathewsii</i>	<i>Polygala</i> sp.
<i>Tillandsia juncea</i>	<i>Ficus trigona</i>	<i>Palicourea crocea</i>
<i>Tillandsia recurvata</i>	<i>Maquira coriacea</i>	<i>Psychothria carthagenensis</i>
<i>Epiphyllum phyllanthus</i>	<i>Ouratea brevipedicellata</i>	<i>Laetia suaveolens</i>
<i>Licania heteromorpha</i>	<i>Ouratea polyantha</i>	<i>Ryania dentata</i>
<i>Scleria scandens</i>	<i>Ludwigia rigida</i>	<i>Simaba orinocensis</i>
<i>Eleocharis</i> sp.	<i>Ludwigia sedoides</i>	<i>Smilax maypurensis</i>
<i>Erythroxylum foetidum</i>	<i>Catasetum</i> sp.1	<i>Solanum monachophyllum</i>
<i>Coutoubea ramosa</i>	<i>Cattleya violacea</i>	<i>Xyris jupicai</i>
<i>Cassytha filiformis</i>	<i>Epidendrum nocturnum</i>	Entre otras.
<i>Ocotea sanariapensis</i>	<i>Prosthechea aemula</i>	

A diferencia de los bosques de galería, en los congriales se registraron 74 especies asociadas, de las cuales 41 son: melíferas, 15 son útiles para las aves, 13 para peces y 11 para mamíferos.

Fauna

Como se mencionó previamente, el congrio se encuentra asociado a las comunidades vegetales que componen los bosques de galería que se caracterizan por albergar una gran variedad de especies, que son un componente importante en el mantenimiento y sostenimiento de la heterogeneidad vegetal (Escalante *et al.*, 2007; Kunz *et al.*, 2011). A pesar de que en estos bosques se han llevado

a cabo diversas caracterizaciones de flora y fauna (Rangel *et al.*, 1995; Defler, 2004; Correa-Gómez y Stevenson, 2010; Lasso *et al.*, 2010; Azihou *et al.*, 2014; Echevarria *et al.*, 2017; FOB, 2017), y proyectos enfocados a especies amenazadas (Franco-Rozo *et al.*, 2014; Alviz y Pérez-Albarracín, 2015), existen vacíos importantes de información relacionados con la dinámica, ecología y funcionamiento de los

congriales, así como de los estados poblacionales y las interacciones con la fauna local. En términos generales se calcula que cerca del 45% de las aves (McNish, 2007) y el 50% de las especies de mamíferos registradas para el país (Solari *et al.*, 2013), se encuentran en estos bosques de galería, que en la actualidad son considerados como uno de los sistemas más relevantes del mundo en términos de conservación (Cárdenas-Torres, 2011). Por otra parte, la herpetofauna es altamente representativa, se constituye como un grupo prioritario para el estudio de las comunidades biológicas, ya que se consideran como

bioindicadores del estado de un ecosistema (Blaustein *et al.*, 1994). Se estimó que la relación entre la fauna y los congriales varía entre grupos y se moldea de acuerdo con la historia de vida de las especies. Gran parte de las especies registradas para la Orinoquia colombiana presentan altos niveles de dispersión, que son una consecuencia de la variación en la disponibilidad de recursos y la temporalidad de la zona. A partir de esto, los congriales pueden constituirse como sitios importantes de paso, refugio y áreas de forrajeo temporales para diversas especies de aves, mamíferos, anfibios y reptiles.



Gráfica 6.4. Interacciones de la fauna con los congriales.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

- 1. *Acosmium nitens*
- 2. *Duroia micrantha*
- 3. *Mauritia flexuosa*
- 4. *Ouratea poliantha*
- 5. *Simaba orinocensis*



Aves rapaces. Congriales como sitios de forrajeo, regulan poblaciones de sus presas.



Murciélagos. Los de dosel (arriba de los árboles), insectívoros. Los de dentro del bosque son frugívoros, nectarívoros, piscívoros y también insectívoros. Forrajeo, refugio.



Venado cola blanca. Sitio de paso, refugio, forrajeo.



Loros, guacamayas. Únicamente en bosques de galería o asociados a los morichales. Los moriches los utilizan como sitios de anidación.



Culebras terrestres y arborícolas. Refugio, alimentación.



Colibríes. Sitios de forrajeo temporales. Depende de las épocas de floración.



Danta. Sitios temporales de forrajeo y de paso.



Garzas y en general aves piscívoras de gran porte. Sitios de forrajeo, principalmente en época de lluvia cuando aumenta la disponibilidad de recursos.

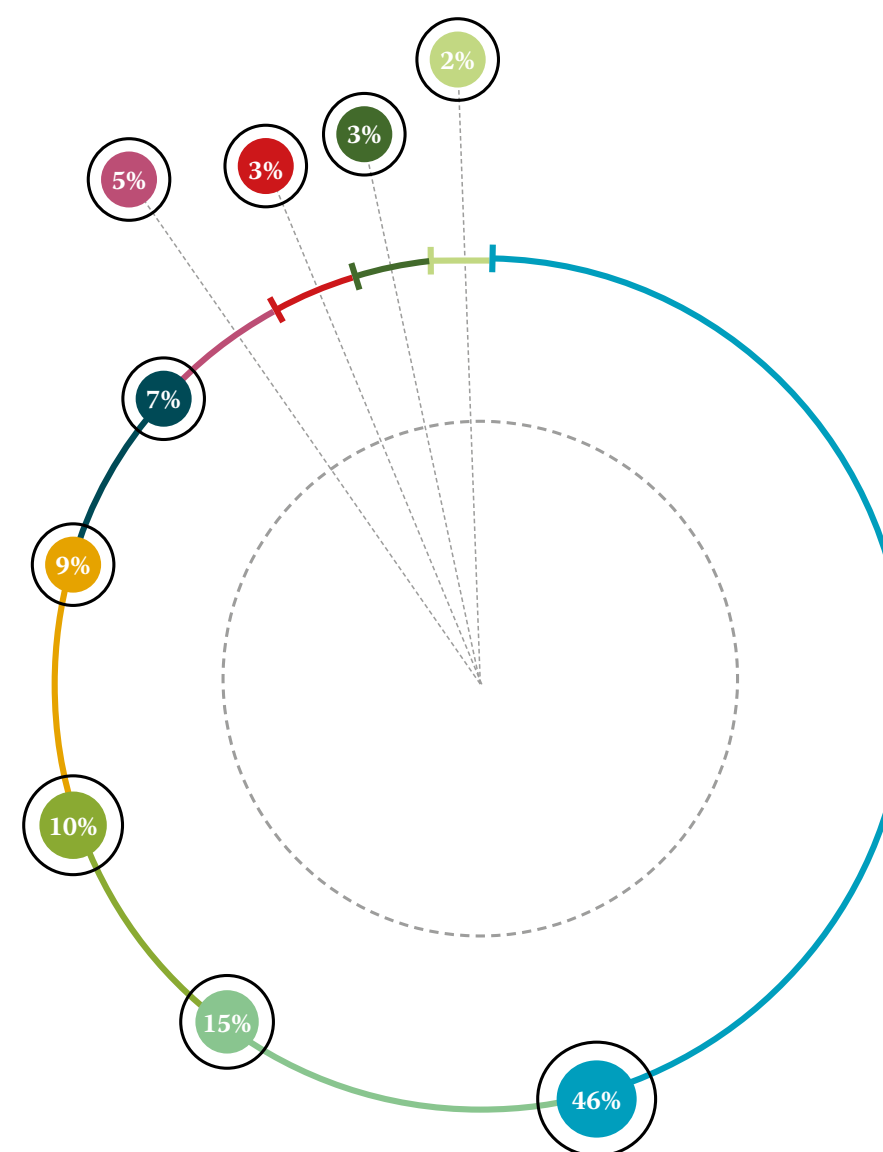


Jaguar, puma. Sitios de paso y de forrajeo temporal.

Durante el estudio se registraron 117 especies de aves, 39 de mamíferos, 16 reptiles y 14 anfibios asociados a los congriales de Arauca, Casanare y Vichada.

Las comunidades están dominadas por especies insectívoras y herbívoras como respuesta a la estructura vegetal propia de los congriales y a la disponibilidad de recursos. Por otra parte, existe una alta representatividad de especies carnívoras que se encuentran controlando naturalmente las poblaciones y los procesos ecosistémicos que, potencialmente, pueden afectar la estructura de los congriales como la herbi-

voría. Se destaca la presencia de especies frugívoras y nectarívoras que contribuyen a la dispersión de semillas y polinización, lo que aporta en gran manera al mantenimiento vegetal de estos ecosistemas. Por tanto, es plausible afirmar que los congriales contribuyen a la funcionalidad ecosistémica de las sabanas inundables y al moldeamiento de las comunidades de fauna en la Orinoquia colombiana.



Gráfica 6.5. Estructura trófica de la comunidad de aves asociadas al congrio.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

- Insectívoros
- Piscívoros
- Carnívoros
- Frugívoros
- Herbívoros
- Granívoros
- Nectarívoros
- Omnívoros
- Carroñeros

Gráfica 6.1. Grupos funcionales de aves que se relacionan con el congrio.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Aves

Las relaciones que exhiben las aves son diferenciales de acuerdo con la historia de vida de cada especie y de los grupos funcionales a los que pertenecen. En general, las familias Ardeidae y Threskiornithidae son altamente diversas y abundantes como respuesta a la dominancia de sabanas inundables y cuerpos de agua estacionalmente disponibles de acuerdo con las dinámicas hídricas que se presentan en la Orinoquia. Por tanto, los congriales al ser considerados ecosistemas inun-

dables, contribuyen a la permanencia de las especies pertenecientes a estas familias. Para muchas aves, estas áreas son fuentes potenciales de recursos, se agrupan allí en especial durante la época seca (Green y Figuerola, 2003; Lau, 2008). Por tanto, los congriales se pueden considerar ecosistemas estratégicos en términos ecológicos y de la conservación de aves, ya que permanentemente están ofreciendo sitios de refugio, anidación y alimentación para una amplia variedad de especies.



-  **47.** Familia Ardeidae, garza silbadora (*Syrigma sibilatrix*).
Foto: Ángela Alviz.
- 48.** Familia Threskiornithidae, cocli (*Theristicus caudatus*).
Foto: Ángela Alviz.
- 49.** Familia Threskiornithidae, garza paleta (*Platalea ajaja*).
Foto: Ángela Alviz.
- 50.** Familia Threskiornithidae, corocoras (*Eudocimus ruber*).
Foto: Ángela Alviz.

Así mismo, la alta representatividad de las aves rapaces como el águila sabanera (*Buteogallus meridionalis*) y el halcón reidor (*Herpetotheres cachinnans*), puede explicarse a través de sus estrategias de forrajeo, ya que utilizan estos ecosistemas para llevar a cabo actividades de cacería de pequeños mamíferos, anfibios, reptiles y peces (Bodrati y Cockle, 2017), los cuales exhiben altas abundancias en los congriales. Adicionalmente, estas aves rapaces se consideran íconos culturales y cumplen papeles ecológicos importantes, ya que son depredadores top y actúan como reguladores poblacionales de sus presas (Ridgely y Tudor, 2009). Por lo tanto, este grupo de especies está regulando una amplia variedad de procesos ecológicos en los congriales.

En cuanto a las especies, individuos como la garza cabeza de hueso (*Mycteria americana*), la tijereta (*Tyrannus savanna*) y el paujil

(*Mitu tomentosum*), fueron observadas recurrentemente en los congriales y ecosistemas asociados como las sabanas y bosques de galería. Estos individuos se desplazan constantemente entre estos ecosistemas, utilizándolos como corredores de conexión en búsqueda de sitios de forrajeo y refugio. De acuerdo con lo observado en campo, puede afirmarse que los congriales son sitios altamente importantes en términos de forrajeo, debido a la alta disponibilidad de recursos para especies que son principalmente piscívoras e insectívoras. Las especies piscívoras se ven favorecidas por la alta disponibilidad de recursos que se dispara al comienzo de las lluvias, debido a la migración de peces entre los cuerpos de agua y el fin de los periodos de dormancia. A la vez que, las insectívoras se ven favorecidas en los congriales, ya que suele presentarse una alta variedad y disponibilidad de insectos.



 51. Aguila pescadora (*Busarellus nigricollis*).
Foto: Ángela Alviz.



 52. Garza cabeza de hueso (*Mycteria americana*).
Foto: Ángela Alviz.



53. Tijereta (*Tyrannus savana*).
Foto: Ángela Alviz.

Cabe resaltar que especies granívoras como la tortolita (*Columbina squammata*), fueron registradas aprovechando los recursos disponibles en el suelo de los congriales que, en su mayoría, eran semillas de especies vegetales de los géneros *Panopsis* spp. y *Ou-ratea* spp. Probablemente estén incluyendo en su dieta semillas de congrio, pero para asegurarlo es necesario llevar a cabo investigaciones específicas sobre la dieta y análisis de preferencia alimentaria. Por el

contrario, los psitácidos como la guacamaya bandera (*Ara macao*) y la guacamaya cari amarilla (*Orthopsittaca manilata*), se encontraron principalmente en los bosques de galería y morichales, ya que requieren de ecosistemas boscosos para su reproducción y anidamiento. Aun así, utilizan los congriales como sitios de paso y parches temporales de forrajeo, posiblemente como una respuesta a la disponibilidad de recursos en los bosques.



 **54.** Paujil (*Mitu tomentosum*).
Foto: Ángela Alviz.



55. Tortolita (*Columbina squammata*).
Foto: Ángela Alviz.



Partiendo de esto, varios de los grupos de aves reportados utilizan tanto los congriales como bosques de galería, lo cual explica la alta similitud que hay en cuanto a la composición y estructura de los ensamblajes de aves evaluados a lo largo del documento. Comparar cerca de la mitad de las especies de aves podría ser un indicador del estado de integridad local, ya que se puede estar presentando un recambio de especies importante entre ambas coberturas como respuesta a los cambios ambientales y la dinámica hídrica de

la zona. Es probable, entonces, que los congriales funcionen como parches de forrajeo de innumerables especies durante la época seca, mientras que los bosques de galería estén funcionando como sitios de refugio, durante la época húmeda, de aquellas especies que no son propias de coberturas densas. Es por esto que resulta de gran importancia la realización de investigaciones y proyectos enfocados a un grupo de especies, al seguimiento y monitoreo de patrones de actividad, y al estudio de uso y preferencia de hábitat.

 **56.** Guacamaya bandera (*Ara macao*).
Foto: Ángela Alviz.

57. Guacamaya cari amarilla (*Orthopsittaca manilata*).
Foto: Ángela Alviz.

Mamíferos

Los quirópteros y felinos presentan los niveles más altos de dispersión dentro de las especies registradas en los congiales y los bosques de galería. Los murciélagos de la familia Phyllostomidae dominan las comunidades evaluadas, debido a su alta diversidad y a la amplia variedad de papeles funcionales que cumplen en los ecosistemas donde se encuentran. A pesar de su alta dependen-

cia por los bosques de galería, utilizan los congiales como refugio, sitios de percha y, probablemente, como parches de forrajeo temporales. Partiendo de esto, es posible que se presente un recambio significativo de especies entre las épocas del año como respuesta a la dinámica en la disponibilidad de recursos entre los congiales y los bosques de galería.

Así mismo, las especies de felinos como el tigre (*Panthera onca*) y el león (*Puma concolor*), generalmente se encuentran en bosques densos, donde su camuflaje es altamente efectivo para la cacería de diversas presas como otros mamíferos, aves, anfibios y reptiles. Pero debido a su alta movilidad, podrían estar aprovechando los congiales como sitios temporales de

forrajeo y sitios de paso que funcionan como conexión entre coberturas boscosas. Debido a estas características propias, pueden ser considerados como especies ‘sombriлла’, ya que su protección conlleva a la conservación de cientos de especies y de ecosistemas, entre ellos los congiales, ya que son un componente clave en su supervivencia (Feldhamer *et al.*, 2003).



58



58. Familia Phyllostomidae, murciélago nariz de lanza (*Phyllostomus discolor*).

Foto: Ángela Alviz.

59. Familia Phyllostomidae, murciélago de nariz peluda (*Mimon crenulatum*).

Foto: Ángela Alviz.



59



60



61



60. León (*Puma concolor*).

Foto: cámaras trampa.

61. Tigre (*Panthera onca*).

Foto: cámaras trampa.

Por otra parte, los murciélagos de las familias Emballonuridae y Molossidae son componentes importantes dentro de la comunidad de mamíferos en los congriales. Se consideran importantes depredadores de innumerables especies de artrópodos, llegan a consumir miles de individuos por noche ejerciendo un control poblacional importante en los ecosistemas que habitan. Sus sitios de percha tienden a estar más expuestos que en otras familias de murciélagos, se encuentran en la corteza de los árboles y en las hojas. Debido a esto, no sólo utilizan los congriales como sitios de forrajeo sino tam-

bién de refugio. Así mismo, las especies herbívoras reportadas como el cajucho (*Tayassu pecari*), el venado cola blanca (*Odocoileus cariacou*) y la danta (*Tapirus terrestris*), están fuertemente asociadas a las sabanas y esteros debido a las estrategias de forrajeo que presentan. Por consiguiente, su relación con los congriales es igualmente estrecha, ya que también son utilizados como sitios de refugio. Estas especies, a través de la herbivoría, ayudan a moldear la dinámica subterránea de los congriales y contribuyen a la regeneración y mantenimiento del sotobosque y al dosel (Cruz *et al.*, 2014).



 **62.** Familia Emballonuridae, murciélago de líneas blancas (*Saccopteryx bilineata*).

Foto: Ángela Alviz.

63. Cajucho (*Tayassu pecari*).

Foto: Ángela Alviz.



Las demás especies reportadas, como el picture (*Dasyprocta fuliginosa*), la lapa (*Cuniculus paca*) y el cachicamo (*Dasypus sabanicola*), son altamente dependientes de los bosques de galería. Partiendo de sus niveles de dispersión, es probable que estén utilizando los congriales de manera ocasional debido a los largos periodos de inundación y a la baja disponibilidad de frutos. Estas especies se caracterizan por utilizar madrigueras como mecanismo de defensa contra depredado-

res y refugio, por lo tanto, los congriales no pueden ser utilizados constantemente. Esto indica entonces, que existe una alta integridad ecológica entre congriales y bosques de galería como respuesta a los fenómenos ecológicos y las dinámicas que se presentan entre estos ecosistemas. Afirmar esto implica que hay un flujo genético constante entre las poblaciones y que ambas coberturas están contribuyendo a la supervivencia de las especies a lo largo del tiempo.



 **64.** Venado cola blanca (*Odocoileus cariacou*).

Foto: Ángela Alviz.



Los congriales se consideran ecosistemas con alto valor de conservación para las especies de mamíferos representativos de la Orinoquia colombiana.

65. Picture (*Dasyprocta fuliginosa*).

Foto: cámaras trampa.

Anfibios y reptiles

La familia Hylidae es una de las más diversas dentro de los anfibios en términos de estrategias de forrajeo, historia de vida y papeles funcionales (Faivovich *et al.*, 2005), se constituye como la familia más representativa de los anfibios registrados en los congriales. Especies como la rana llanera (*Pseudopaludicola llanera*) se encuentran estrechamente relacionadas con los congriales durante las altas precipitaciones, debido

a que las lluvias disparan la disponibilidad de recursos alimentarios. Así mismo, la familia Leptodactylidae está compuesta, en su mayoría, de especies altamente generalistas y adaptadas a diferentes hábitats como la rana de 4 ojos (*Pleuroderma brachyops*). Estas especies están asociadas a cuerpos de agua temporales como esteros y congriales, los cuales son utilizados como sitios de refugio y reproducción.



66. Rana llanera (*Pseudopaludicola llanera*).

Foto: Ángela Alviz.

67. Rana cuatro ojos (*Pleuroderma brachyops*).

Foto: Ángela Alviz.



Por otra parte, la familia Colubridae, se constituye como la más diversa dentro de las serpientes encontradas en los congriales, las cuales exhiben diferentes requerimientos de hábitat y variaciones importantes en las estrategias de forrajeo. Las culebras de esta familia son depredadores clave dentro de los ecosistemas, siendo controladores naturales de

poblaciones de anfibios, reptiles y pequeños mamíferos (França *et al.*, 2012). Adicionalmente, la presencia simpátrica entre las serpientes de gran tamaño de las familias Boidae (constrictoras), Colubridae (cazadoras) y Viperidae (venenosas), está indicando el buen estado de conservación de los congriales y las funciones ecológicas que se están presentando.



68. Familia Colubridae, sabanera (*Mastigodryas boddaerti*).

Foto: Ángela Alviz.

Por una parte, los boidos como la macabrel (*Corallus ruschenbergerii*), son generalmente especies arborícolas que se alimentan de ranas, roedores, aves e incluso murciélagos en pleno vuelo. Los colúbridos como la mapanare (*Drymarchon corais*) y los vipéridos como la cuatro narices (*Bothrops atrox*), son de hábitos terrestres, se alimentan de diversas especies de roedores y aves. Son características de ambientes húmedos, como los congriales, que presentan abundante hojarasca, troncos caídos y pastos altos, los cuales utilizan como sitio de refugio y cacería. Estos grupos se constituyen como especies claves en el equilibrio de los congriales a través del

control natural de poblaciones y de procesos ecológicos indirectos, como la herbivoría. Cabe anotar que ninguno de los anfibios reportados hasta el momento se encuentra categorizado ante IUCN, MADS, Libro Rojo y CITES, así como gran parte de las especies de reptiles, ya que no han sido evaluadas y carecen de datos suficientes sobre sus estados poblacionales. De acuerdo con esto, es importante resaltar que las adaptaciones que exhiben los anfibios y reptiles de la Orinoquia ante las fuertes presiones ambientales, especialmente en las sabanas (Rangel *et al.*, 1995), las hacen tolerantes a los cambios, lo cual explica su amplia distribución y estabilidad poblacional.



 **69.** Familia Viperidae, cuatro narices (*Bothrops atrox*).
Foto: Ángela Alviz.

70. Mapanare (*Drymarchon corais*).
Foto: Ángela Alviz.

Peces

En los bosques de galería y congriales existe una interacción estrecha entre la flora y fauna. Las interacciones más comunes se llevan a cabo con los grandes mamíferos como dantas, venados, primates; y otros grupos como insectos y aves. Sin embargo, la interacción más importante es con peces; teniendo en cuenta que el congrio crece en bosques inundables; y por otro lado aproximadamente la mitad de las especies de flora asociadas a los congriales producen alimento a este grupo como flores, frutos y semillas.

Los ríos y caños de la Orinoquia tienen una alta variedad de peces frugívoros y omnívoros que basan su alimentación en frutos y semillas que provienen de los bosques inundables y de tierra firme (Castro-Lima, 2010; Araujo-Lima y Goulding, 1997). Las relaciones tróficas entre plantas y peces se registran en la época de lluvias, cuando muchas especies de peces

Characiformes, Siluriformes y Perciformes penetran a los bosques inundados y aprovechan los recursos vegetales que flotan en la superficie o están depositados en el fondo (Castro-Lima 2010, Gottsberger 1978, Goulding 1980a, 1980b, Machado-Allison 1982, 2005, Marrero *et al.*, 1997). Mucho de este material vegetal alóctono proviene de muchas especies de árboles (Piedade 1985, Piedade *et al.*, 2003, 2006) y palmas: *Mauritia flexuosa*, *Mauritiella aculeata*, *Mabea nitida*, *Laetia suaveolens*, *Maquira coriacea*, *Duroia micrantha*, *Passiflora costata*, *Bactris bidentula*, *Quiina florida*, *Plinia involucrata*, *Hevea guianensis*, *Euterpe precatoria*, *Eschweilera tenuifolia*, *Astrocaryum jauari* (Castro-Lima, 2010) y otras especies de las familias Burseraceae, Rubiaceae, Cecropiaceae, Moraceae, Sapotaceae, Celastraceae y Melastomataceae, que habitan en las orillas, barrancos y taludes inclinados (Castro-Lima, 2010).



71. Peces asociados a los ecosistemas de congrio (*Myleus schomburgkii*).

Foto: Francisco Castro-Lima.



De acuerdo con Castro-Lima (2010), varias especies de plantas de las familias Arecaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Poaceae, Myrtaceae, Sapotaceae, Bignoniaceae y Fabaceae, producen frutos y semillas nutritivas que son consumidas parcial o totalmente digeridas por los carácidos arencas (*Triporthus* spp), palometas (*Mylossoma aureum* y *M. duriventre*), pámpanos (*Myloplus rubripinnis* y *Myleus* spp), caribes (*Pristobrycon* y *Serrasalmus*), morocoto (*Piaractus brachipomus*), mijes (*Leporinus fridericii*, *L. agassizi*) y cachama (*Colossoma macropomum*). Las semillas más consumidas corresponden a las especies *Amanoa oblongifolia*, *Mabea nitida*, *Mabea trianae*, *Hevea guianensis*, *Croton cuneatus*, *Piranhea trifoliata*, *Alchornea fluviatilis*, *A. latifolia* y *Pera glabrata*; *Inga nobilis*, *Inga vera*, *Macrolobium acaciifolium*, *Campsiandra implexicaulis*, *C. comosa*; *Tabebuia barbata* y



jacaranda copaia; *Pseudobombax munguba* y *Ceiba pentandra*, *Oryza glumipatula* y *O. alta*. Estas especies vegetales son consumidas por varios géneros de peces como *Brycon*, *Colossoma*, *Leporinus*, *Chalceus*, *Markiana*, *Piaractus*, *Mylossoma*, *Myloplus*, *Metynnis*, *Pygopristis*, *Pristobrycon* y *Serrasalmus*. Algunas especies de plantas son depredadas por animales terrestres y acuáticos, como en el caso de *Brosimum guianense*, *B. lactescens* y *Brosimum* sp., cuyos frutos son alimento para peces y primates y sus semillas dispersadas por *Alouatta seniculus*, *Lagothrix lagotricha*, *Cebus apella*, *Cacajao melanocephalus* y *Saimiri sciureus* (Castro-Lima, 2010). En el caso de *Maquira coriacea* su dispersión ocurre por hidrocoria, y una gran cantidad de semillas son consumidas por peces, así que también es dispersada por murciélagos como método alternativo (Castro-Lima, 2010).



72. (*Croton cuneatus*) plantas asociadas al congrio que aportan alimento.

Foto: Francisco Castro-Lima.

73. (*Mabea nitida*) plantas asociadas al congrio que aportan alimento a peces en los bosques de galería.

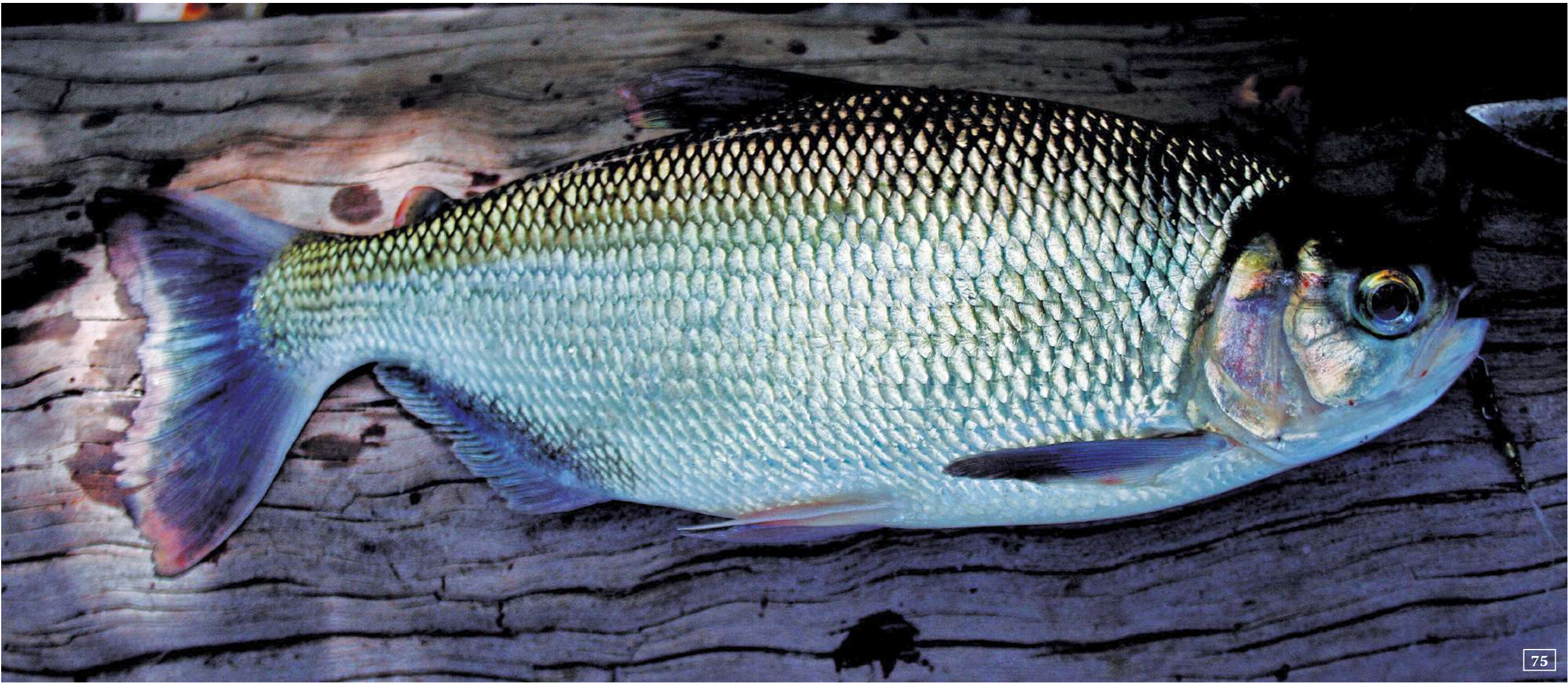
Foto: Francisco Castro-Lima.



Planta-microorganismos

Las raíces del congrio suelen ser colonizadas por hongos formadores de micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (Barrios, 1988; Barrios y Herrera, 1994), estos juegan un papel importante en la captación de nutrientes por la planta, especialmente, cuando crecen sobre suelos oligotróficos, es decir, con pocos nutrientes (Rodríguez-Altamiranda, Flores y Herrera, 2011; Del Río *et al.*, 2017). Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) facilitan la captura e inmovilización de nutrientes que se encuentran escasos en el suelo, especialmente aquellos de lenta movilización, como el fósforo y las bacterias fijadoras del género *Rhizobium*; a través de la formación de nódulos en las raíces, permiten la fijación en la planta de nitrógeno atmosférico y son de gran importancia en el sector agrícola por su capacidad de solubilizar fosfatos y producir sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal. La eficiencia de ambas simbiosis dependerá del hongo o bacteria, el hospedero y condiciones edáficas como acidez, toxicidad por aluminio (Al), niveles de nutrientes, metales pesados, temperatura y humedad. De esta manera, la actividad microbiológica aumenta la disponibilidad de nutrientes, lo que resulta en un proceso económicamente más asequible que los agroquímicos y que son más amigables con la conservación del medio ambiente (Del Río *et al.*, 2016).

La eficiencia de ambas simbiosis dependerá del hongo o bacteria, el hospedero y condiciones edáficas como acidez, toxicidad por aluminio (Al), niveles de nutrientes, metales pesados, temperatura y humedad. De esta manera, la actividad microbiológica aumenta la disponibilidad de nutrientes, lo que resulta en un proceso económicamente más asequible que los agroquímicos y que son más amigables con la conservación del medio ambiente (Del Río *et al.*, 2016).



74. Peces asociados a los ecosistemas de congrio (*Pristobrycon striolatus*).

Foto: Francisco Castro-Lima.

75. Peces asociados a los ecosistemas de congrio (*Brycon amazonicus*).

Foto: Francisco Castro-Lima.

El futuro del congrio está completamente ligado al futuro y desarrollo de las comunidades presentes en su hábitat.

Vichada donde el congrio se encuentra más ampliamente distribuido, los retos y las oportunidades son distintos, la intervención ha sido menor debido a los procesos sociopolíticos históricos y las condiciones geográficas que han mantenido a este territorio aislado del resto del país, no obstante, se enfrenta al peligro que supone la desaparición de sus recursos en tiempo récord.

Por tanto, una especie como el congrio, que antes pasaba desapercibida o era valorada solamente por su uso maderable, hoy frente a su escasez y la de otras especies relacionadas, se vislumbra como una oportunidad para que las comunidades en su búsqueda de alcanzar el desarrollo (muchas veces concebido como la copia de culturas invasoras) encuentren espacios para recuperar sus recursos tradicionales y adaptarlos a las nuevas economías. El futuro del congrio está completamente ligado al futuro y desarrollo de las comunidades presentes en su hábitat, las presiones a las que se expone están directamente relacionadas con las necesidades insatisfechas de las personas, y las oportunidades que se generen para encontrar una relación equilibrada entre el aprovechamiento y la preservación de la especie, provendrán de la integración de todos los actores involucrados, con especial énfasis en aquellas acciones que las comunidades estén dispuestas a implementar según las alternativas de aprovechamiento sostenible que se generen, con apoyo del sector terciario de la economía, los entes de control y el gobierno.

En un escenario en el que se debate el desarrollo económico y la conservación, cada territorio debe entenderse desde la perspectiva y las realidades de los actores que se relacionan con la especie, desde ese punto de vista los habitantes de la región agrupados en comunidades son los actores más importantes y relevantes a tener en cuenta, junto con aquellos otros cuyas capacidades de incidencia y poder en el territorio pueden determinar el futuro de los recursos ambientales de la región.

Este capítulo es el resultado de las experiencias en campo, durante el recorrido y búsqueda del congrio y su relación con la gente, enmarcado en el desarrollo del proceso de caracterización socioeconómico y cultural de las comunidades del territorio, cuyo objetivo principal fue comprender el entramado de las relaciones de las personas con esta especie y desglosar los vínculos de todos los actores involucrados, integrando sus voces, intereses, opiniones, conocimientos, sabiduría y recomendaciones en una herramienta de planeación útil para ser realidad el objetivo de conservación y uso sostenible de la especie.

En el gran territorio del Orinoco, el tercer río más caudaloso del mundo, el tejido social y económico depende de su relación con el ecosistema circundante que determina las actividades diarias de las comunidades. Allí, desde las prácticas agrícolas hasta las costumbres y tradiciones se ven mediadas por las inundaciones y las duras temporadas secas que se presentan. Dicho tejido se encuentra enclavado en los múltiples cuerpos hídricos que nutren la cuenca del Orinoco y cuyas particularidades climáticas se hacen sentir con mayor fuerza en invierno y verano, dando como resultado un territorio de cambios extremos con una biodiversidad propia y con una fuerte influencia en las personalidades de las comunidades que lo habitan.

En este contexto, el congrio también tiene una estrecha e histórica relación con la gente. Su presencia e importancia en los departamentos de Arauca y Casanare depende de su cercanía a los afluentes que se vierten al río Meta. Territorios hermanos, de características heterogéneas pero que hoy comparten los mismos desafíos en su relación con el ambiente; también se alinean en su interés por mantener sus actividades económicas tradicionales apuntando a mejorar su calidad de vida por medio de la gobernanza de sus territorios y enfrentan el desafiante reto de integrar sus concepciones de crecimiento económico con la conservación del medio natural del cual dependen.

En Arauca y Casanare los mayores retos hacia esa integración sostenible, son la intervención y el cambio en el uso de los suelos, producto del incremento de modelos agrícolas extensivos y ganaderos no tradicionales y la presencia de industrias, especialmente la petrolera. En el

La gente y el congrio

Catalina Morales-Roballo



Las comunidades del congrio

El territorio del congrio es inmenso y complejo y así mismo son las interacciones que permiten la vida dentro de él. Uno de los hogares del congrio, la gran cuenca del río Orinoco, comprende ecosistemas muy distintos que comparten una historia, no solo geológica, física y evolutiva sino también mística, que es el alma misma de los habitantes originales de estas tierras e integra a todo lo que en ella coexiste. Una historia simbolizada por su relación con el agua tanto para el congrio como para las comunidades, el primero, porque se encuentra siempre en cercanía a ríos y quebradas, la necesita para dispersarse, para crecer y hace gala de su gran resistencia al sobrevivir bajo el agua gran parte del año; los segundos, porque desde tiempos ancestrales han cohabitado el territorio con el congrio y han dependido del agua para transportarse, alimentarse y conquistar nuevas áreas. En el Vichada, las áreas donde el congrio hace presencia están en su mayoría habitadas por pueblos indígenas, que son por derecho los actores clave en el manejo del territorio, interactúan con todos sus vecinos, colonos y el ecosistema que los alberga.

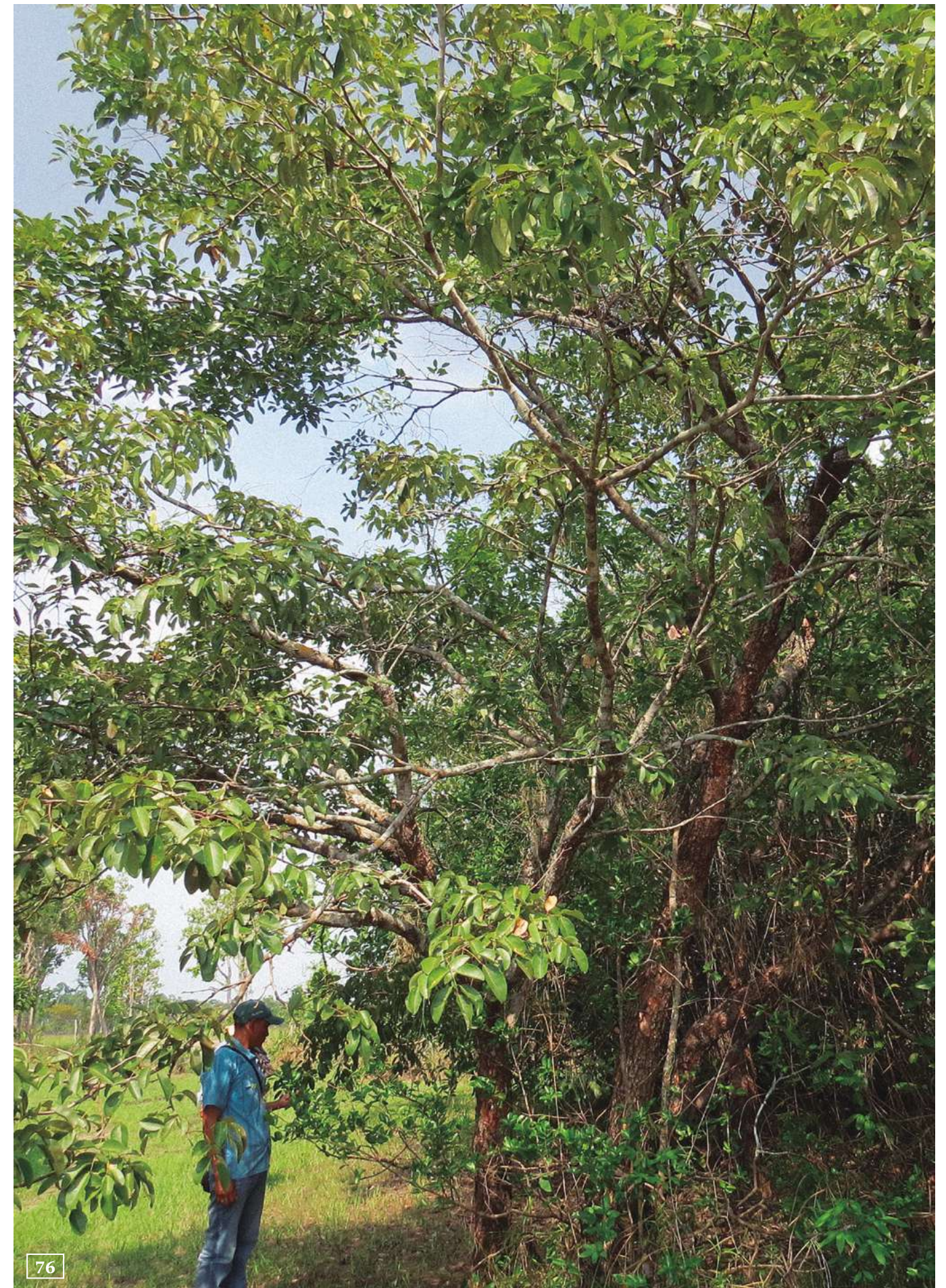
El pueblo sikuani que originalmente fue un grupo nómada (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar & Universidad Externado de Colombia, 2014) se ha sedentarizado y ha tenido un crecimiento demográfico de acuerdo con sus usos y costumbres. Para

ellos no hay un determinante que condicione lo social, su sentido colectivo está por encima de cualquier cosa y se ve reflejado en sus historias y tradiciones (Gobernación del Vichada & Coredukar, 2014). Una de las más conocidas y transmitidas del pueblo sikuani es *Kaliawirinae* o árbol de la vida, que muestra la profunda relación que mantienen con los árboles, los bosques y los animales, tanto así que el origen de todos los alimentos es atribuido a un solo árbol, llamado *Kaliawirinae*, en el relato se explica el origen de la agricultura, gracias a las semillas que salieron del árbol, pues es a partir de estas que los cultivos pudieron expandirse por el mundo. Esta antigua sabiduría reconoce el valor especial que tienen para la vida las semillas y los árboles y muestra cómo desde la cosmovisión de los sikuani hay un reconocimiento profundo de los servicios ecosistémicos que la tierra brinda; transmite un mensaje de cooperación entre todos los habitantes del territorio y habla de compartir lo que da la tierra, incluidos todos los alimentos provenientes de *Kaliawirinae* que son para todos, sin importar que no pertenezcan a la comunidad indígena. En resumen, las historias reflejan los valores comunitarios y solidarios que son el pilar de las comunidades indígenas y recoge mensajes de trabajo en equipo pero también de las debilidades del ser humano que hay que superar para llegar a la armonía.



76. Reconocimiento con comunidades locales del hábitat del congrio, en la vereda Jiurepe, Arauca.

Foto: Catalina Morales.



76

Una historia de conservación

La finca Buenos Días, Cravo Norte



77. Don Pepe Santana y Doña Candelaria Tovar en la finca Buenos Días, rodeados por su galería de congrios.

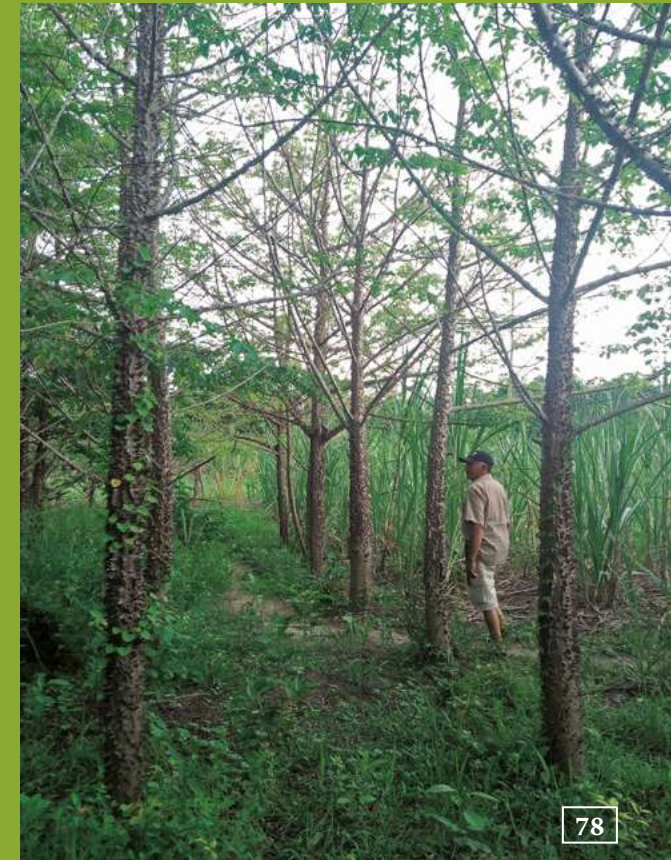
Foto: Catalina Morales.

En el 2012 don Pedro Santana y su esposa Cristina más conocida como doña Candelaria imaginaron una opción diferente para un pedacito de tierra que se convirtió en su sueño. Descendientes de agricultores, durante muchos años no pudieron ejercer su vocación agrícola hasta que llegó el momento y empezaron a sembrar yuca, plátano y frutales. Cada año el predio se inundaba con aguas de los ríos Cravo Norte y Casanare. El matrimonio luchó para mantener sus cultivos y sacar de ahí su sustento, se adaptaron a las condiciones y empezaron a sembrar árboles nativos que resisten las inundaciones anuales.

Al principio recorrieron todo el territorio para recoger, pedir que les regalaran o vendieran semillas. Las de congrio fueron de las más difíciles, pero se empeñaron en encontrarlas porque sabían que este árbol es valioso por su madera y apropiado para terrenos

bajos. Actualmente, ya tienen varios sectores con palos de congrio de diferentes edades y un camino que sueñan recorrer cuando ya esté grande y sea como un túnel de sus sueños cumplidos. Además, cuentan con más de 20 especies sembradas: tolua, flor amarillo, parquillo, laurel, camoruco, alcornocos, saladillos, arepito, caño fistol, cedro, algarrobo, guanábano naranja, limón, guarataros, sarra-pio, madroño, palma, pardillo, yarumo, acacia, entre otros. Saben los usos de los árboles y los aprovechan para hacer remedios para ellos y para sus amigos. Sus arreglos forestales parecen diseñados por un ingeniero.

“La concha del guácimo la saca uno y le saca la cortecita y se machaca y se echa en agua y todos los días toma eso y le alivia el colon”. Candelaria Tovar, 2018.



Un día, a doña candelaria se le ocurrió la idea de hacer cercas vivas, sin conocer el concepto, le propuso a su marido dejar de utilizar tantos palos para cercas e inventar la manera de aprovechar los árboles ya sembrados.

Doña Candelaria tiene un semillero y cada año se preocupa por sembrar las semillas antes de que el predio se inunde nuevamente. Todo el trabajo lo hacen solos y juntos, es una labor pesada que nunca termina, una carrera contra del tiempo en la que además se enfrentan a desafíos como las quema.

“Un terreno muy bendito, que nos da la comida todos los días, cuando es tiempo de molienda sacamos el dulce y la panela, no queremos dejar eso votado, donde hemos regado tantas gotas de sudor para tenerlo como está, eso es duro”. Candelaria Tovar, 2018.

La finca Buenos Días es un ejemplo de adaptación a las condiciones naturales del ecosistema y demuestra cómo las especies nativas y adaptadas al territorio son la mejor opción

para el aprovechamiento de la tierra. En esta plantación se da especial importancia al congrio como una de las especies mejor adaptadas y aprovechables. Doña Candelaria y don Pepe inspiran porque gracias a su curiosidad, emprendimiento y planeación a largo plazo, transformaron un predio que para otros era inútil, en una oportunidad de conservación única. También aprendieron empíricamente técnicas de agricultura sostenible y elementos de sistemas agroforestales, han construido conocimiento sobre las especies, sus usos, propagación y cuidados. Su esfuerzo es digno de ser reconocido, apoyado y replicado.

“Nuestro propósito ha sido arborizar y conservar el medio ambiente, si aprovechamos con el tiempo algún palo maderable cuando ya esté de corte, el propósito es si se corta un árbol, por ese árbol sembrar más, no dejar que se acabe, la idea es tener la arborización de árboles nativos”. Pedro Santana, 2018



78. Don Pepe entre cedro espino.

Foto: Catalina Morales.

79. Cerca viva, finca Buenos Días.

Foto: Catalina Morales.

El territorio del congrio y sus actores

En Casanare, el congrio habita el territorio de las comunidades de las veredas ubicadas al sureste del municipio de Paz de Ariporo, en dirección al río Meta, Camorucos, La Hermosa, Varsovia, El Suspiro, Puerto Brasília, Morichales, El Desierto, Risaralda y La Lopera. Estas comunidades¹ son las aliadas más importantes en la planeación de proyectos de conservación para la especie incluso, se han identificado avances en la siembra y propagación con objetivos de reforestación y comercialización de semillas y plántulas, resignificando el valor del árbol más allá del netamente maderable que lo ha puesto en peligro debido a la comercialización ilegal.

Otros actores estratégicos son los pueblos indígenas Tsiripu, Waüpijiwi, Yaruro, Amorúa, Yamalero, Maibén Masiware, Sikuni, Cuiba Wamona y Sáliba que habitan el resguardo Caño Mochuelo en inmediaciones de los departamentos de Casanare y el Vichada, un territorio que alberga un gran patrimonio natural que es administrado por los cabildos gobernadores. Pese a que estas comunidades se encuentran en situaciones sociales complejas y enfrentan la escasez de recursos para su supervivencia, dentro de sus prioridades en relación al medio ambiente se encuentra garantizar la reforestación con especies de importancia alimentaria, medicinal, maderable y materias primas como el congrio, (Ministerio del Interior. Dirección de Asuntos Indígenas, ROM y Minorías, 2013).

Sumado a lo anterior, la creciente importancia que el país le ha dado a los ecosistemas de la Orinoquia ha generado un

incremento de la presencia en las organizaciones y diferentes entes de investigación y conservación, como fundaciones y organizaciones sin ánimo de lucro, que trabajan en la articulación de programas y proyectos destinados a garantizar la protección del medio natural de la región; estos actores representan aliados que se integran directamente con las comunidades y son su principal enlace con los entes nacionales de control ambiental, lo que los convierte en conocedores integrales del territorio con las herramientas técnicas para generar propuestas que integren todas las visiones de vida de la zona, entre las ONG que hacen presencia en la región se recalca la labor de la Corporación Ambiental La Pedregosa y sus avances en el estudio de la propagación de la especie en Puerto Carreño.

Dichas organizaciones generalmente se articulan a las organizaciones de nivel nacional, en este caso Corporinoquia y Parques Naturales Nacionales-PNN son actores de gran autoridad en la región. Tienen la función de regular y controlar, así como de promover y garantizar la administración responsable de los recursos naturales. La influencia que estos actores tienen en la zona dentro de las comunidades, está determinada por la relación que se ha construido, la cual en algunos casos puede ser distante, lo que supone retos para la articulación de todos los actores en un trabajo conjunto y coordinado hacia la conservación.

Casanare y Arauca comparten un actor: las compañías petroleras; que aunque han sido identificadas en estos departamentos como

causantes de amenazas al congrio debido al uso del suelo y de los recursos hídricos, también son entendidas como actores clave que pueden integrarse en la planeación sostenible del territorio por medio de los recursos económicos que generan, con los que se pueden desarrollar proyectos de conservación y uso sostenible de los recursos de la región.

En Arauca el congrio habita el territorio del municipio Cravo Norte, específicamente en las veredas Lejanías de Juriepe, Juriepe, Santa María la Virgen y La Esperanza; esta región presenta poca población rural y predios de grandes extensiones, lo que ha llevado a mantener en buen estado de conservación las sabanas inundables bajo prácticas ganaderas tradicionales, sin embargo, el congrio se ha visto afectado, al igual que en Casanare, por las quemadas y la tala ilegal. En este municipio las JAC del sector están en proceso de fortalecimiento, ya que debido al contexto social y de conflicto armado en años pasados, no se encontraban articuladas; no obstante, dentro de estas comunidades se han reconocido actores clave en la zona que han avanzado en la reforestación con congrio. Otro actor relevante es la comunidad del resguardo indígena Piapoco de Canamama ubicado en la vereda La Esperanza.

A nivel municipal, hay actores transversales que se encuentran en los tres departamentos, los líderes de Asojuntas son los enlaces entre la comunidad rural y los líderes de las Juntas de Acción Comunal, JAC entre sí, tienen un conocimiento holístico de la región y buenas relaciones con todas las comunidades; adicionalmente se encuentran los personeros y los miembros del concejo municipal que representan intereses de las comunidades y ejercen control a las administraciones municipales. Las alcaldías, por otro lado, representan un actor de gran importancia por ser la mayor autoridad en el territorio y administrar sus recursos, las conexiones

entre el gobierno municipal y las comunidades está mediado por las secretarías, especialmente las de agricultura, medio ambiente y planeación y en casos particulares la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria, Umata, ya que sus funciones impactan directamente las decisiones que se toman en el territorio.

En orden de ideas, las gobernaciones son los actores de mayor rango nacional que intervienen directamente en el territorio y tienen en su poder el manejo de recursos que inciden directamente en la conservación en sus departamentos, sin embargo, su relación con las comunidades puede ser lejana a pesar de su actual motivación por trabajar en pro del desarrollo del territorio de manera sostenible.

En el Vichada el hábitat del congrio se encuentra a lo largo del territorio en el municipio más grande del país, Cumaribo y sus inspecciones, Guanape, Puerto Príncipe y Puerto Oriente, así como en los resguardos indígenas Mucu y Guarrojo (habitado por la comunidad Piapoco) y el resguardo Kwannerruba (etnia Sikuni) y el resguardo selva Matavén que alberga a las etnias Piaroa, Puinave, Sikuni y Piapoco, y en el municipio de La Primavera, y sus inspecciones Matiyure, San Teodoro, Santa Cecilia, Risaralda Aguas Claras, Mata Grande y Marandúa, y los resguardos Campo Alegre y Ripialito, La Llanura y La Pascua. En consecuencia, los actores más relevantes son las comunidades de colonos de las zonas rurales y urbanas, y las comunidades indígenas que representan una gran parte de la población (P. ej., en Cumaribo el 80% pertenece a una etnia indígena). En este territorio la conservación del congrio está ligada a las interacciones económicas que se dan principalmente por parte de las comunidades indígenas en el aprovechamiento y venta de madera hacia los colonos y las zonas pobladas.

1. Entendidas como actores que tienen una organización interna en la que la junta de acción comunal, JAC es el ente que coordina y vela por los intereses de los habitantes de cada vereda y en ese sentido, su función se entrelaza con el futuro de los recursos naturales puesto que los principales medios de subsistencia son las actividades agrícolas y ganaderas que ponen en alguna medida presiones sobre los ecosistemas.

Los actores en la conservación

En conclusión, el futuro del congrio está completamente ligado al futuro y a las interacciones de los actores presentes en su hábitat, ya que las presiones a las que se expone están directamente relacionadas con las necesidades insatisfechas de las personas. Así mismo, las oportunidades que se generen para encontrar una relación equilibrada entre el aprovechamiento y la preservación de la especie, provendrán de la integración de todos los actores involucrados, en las que se recalcan las acciones que las comunidades están dispuestas a implementar según las alternativas de aprovechamiento sostenible que se generen con apoyo del sector terciario de la economía, los entes de control y el gobierno.

En este orden de ideas, se concluye que:

~ Es de vital importancia fortalecer desde la base la construcción conjunta con las comunidades de todos los proyectos de conservación que se puedan

dar en el territorio relacionados con el congrio y otras especies.

~ Se debe trabajar en fortalecer las organizaciones sociales como las JAC y generar lazos de confianza con las instituciones y entidades de control ambiental.

~ Apoyar las iniciativas propias de los habitantes del territorio, recordando que históricamente las comunidades han trabajado por cuidar sus recursos naturales según su propia tradición y costumbres, entendiendo que la imposición de medidas externas que no se integren con su visión y derecho a la gobernanza de su territorio pueden ser invasivas y contraproducentes.

~ Apuntar a programas de educación ambiental, sensibilización y resolución de los conflictos sociales en armonía con los proyectos de desarrollo económico.



80. Visita a los congrios de Juriepe, con la comunidad (don Alfonso Tabaco de rojo).

Foto: Catalina Morales.

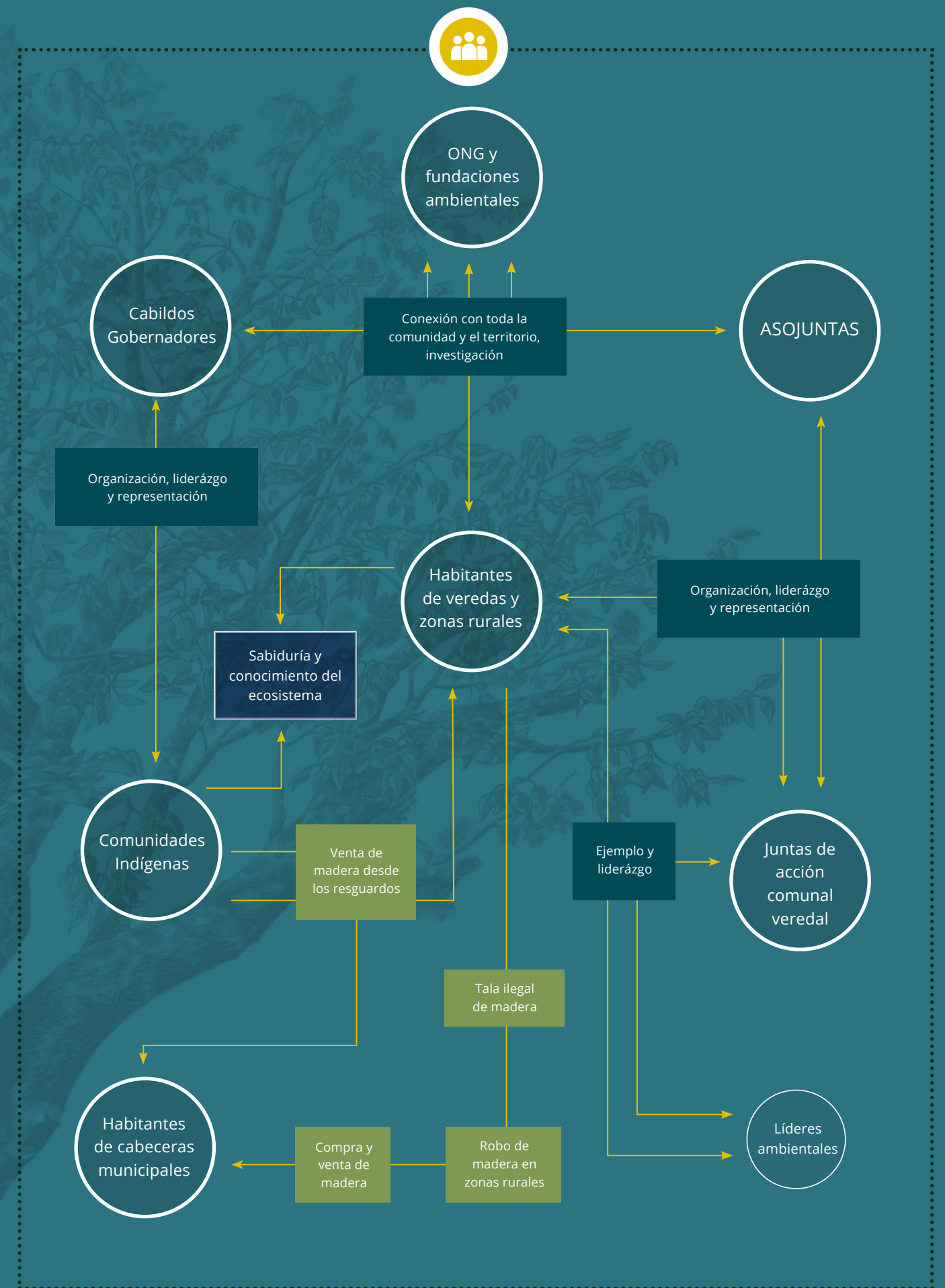
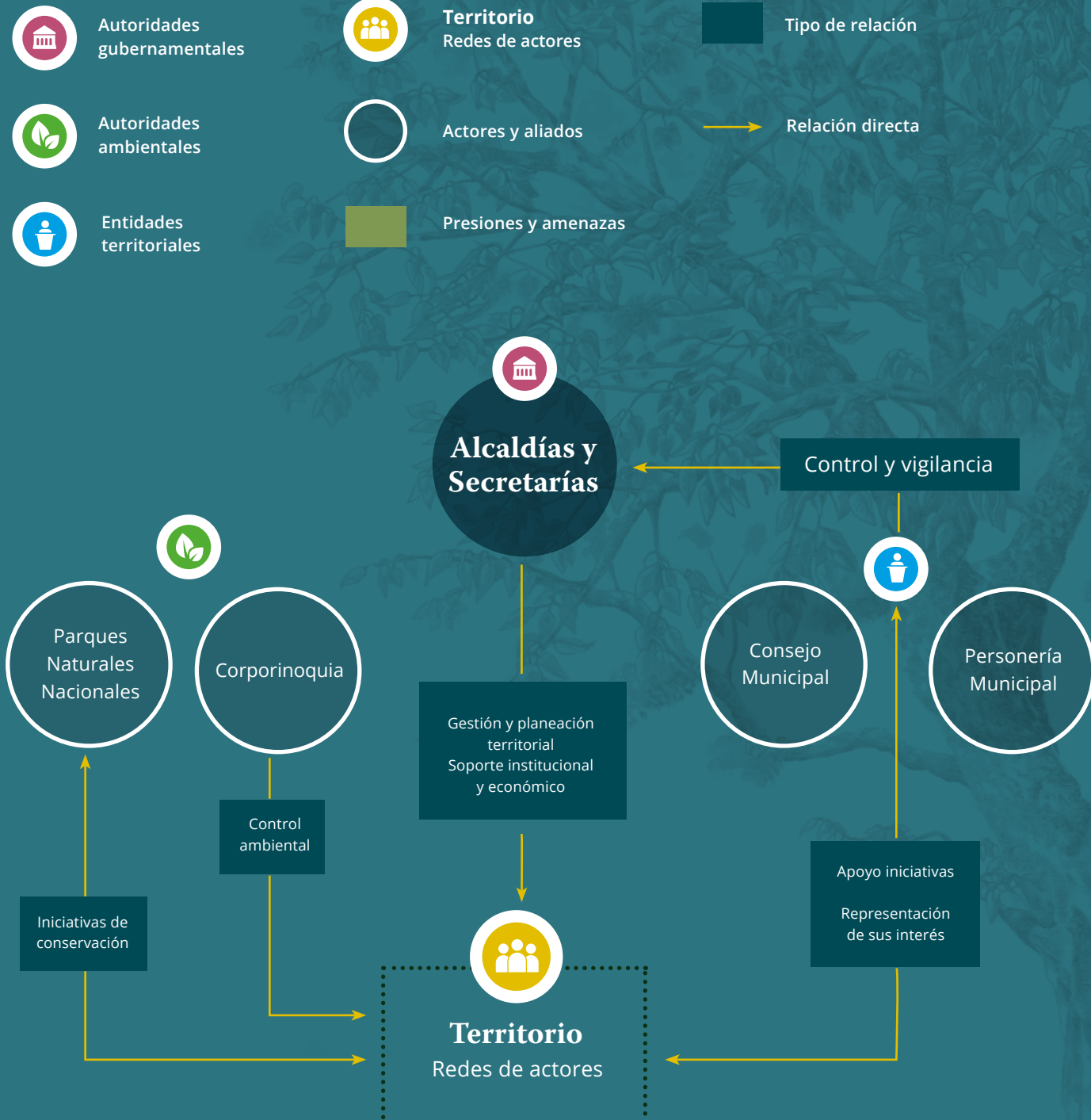
81. Puente de congrio y árbol de congrio en el fondo.

Foto: Catalina Morales.



Actores en la conservación del congrio

Convenciones



8

Servicios ecosistémicos: los usos del congrío

Daniel Rodríguez-Tovar, Catherine Agudelo, Catalina Morales



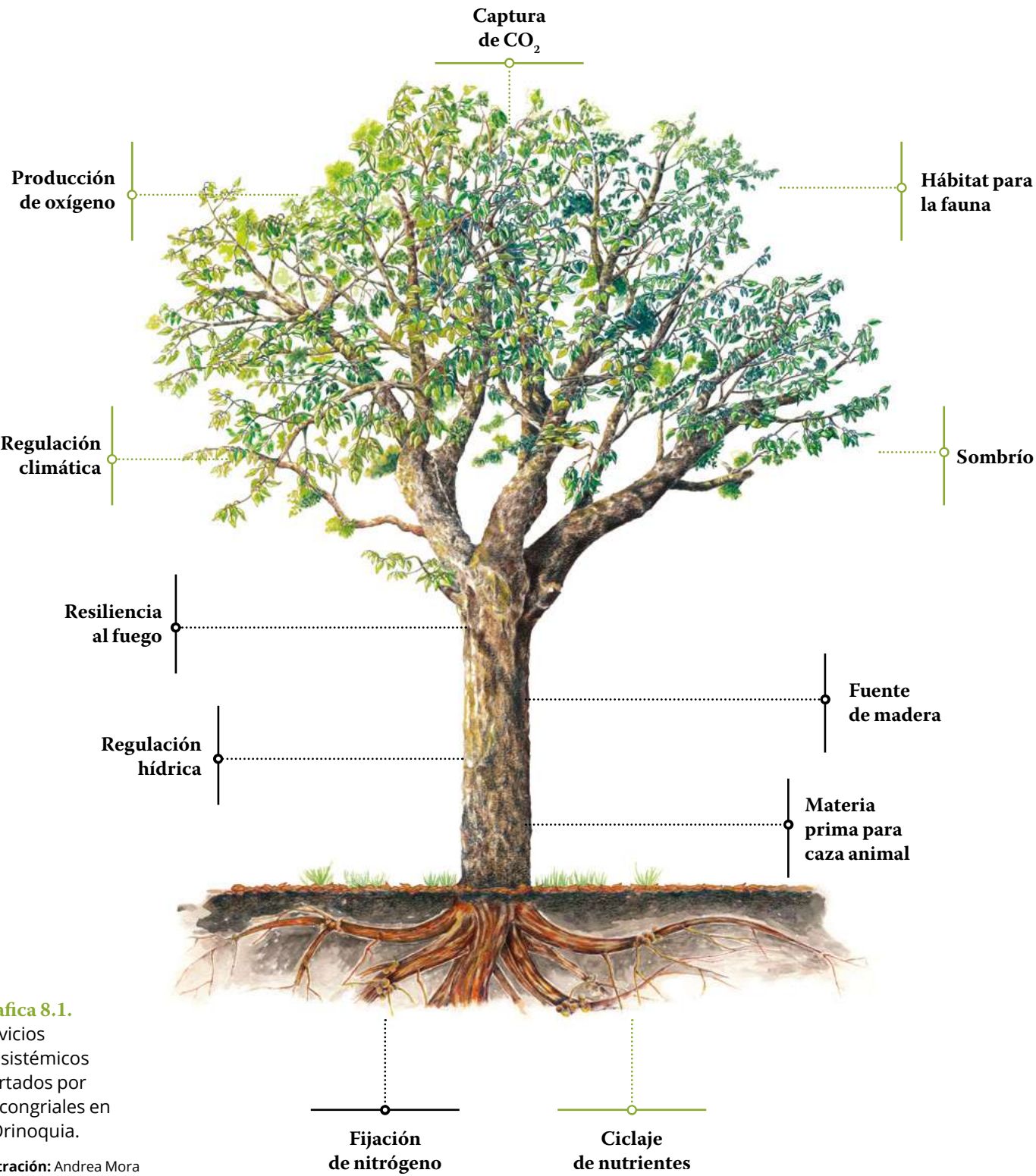
Los congriales ofertan bienes no solo a los pobladores, sino también a la fauna en todos sus niveles organizacionales, son ecosistemas naturales con características inigualables.

Algunos de los servicios que ofertan estos ecosistemas van desde los del tipo provisión como madera, productos forestales no maderables, forraje para bovinos; de regulación como fijación de CO², ciclaje de nutrientes, regulación hídrica, regulación climática, hábitat para la fauna, prevención de desastres naturales; culturales como el uso recreativo de este ecosistema, o el empleo de material

vegetal para actividades étnicas en las comunidades indígenas. Se describen a continuación los servicios ecosistémicos ofertados por el congrío y su hábitat especialmente los congriales por tipo de acuerdo con la clasificación de la MEA (2005), reportados por las comunidades durante los talleres sociales, trabajo en campo, y lo reportado en literatura:



Servicios ecosistémicos



Grafica 8.1. Servicios ecosistémicos ofertados por los congriales en la Orinoquia.

Ilustración: Andrea Mora

Servicios de provisión

Los bienes tangibles usados de las salidas de materiales y energía de los ecosistemas, son considerados como bienes o servicios de aprovisionamiento, usados o intercambiados por los seres humanos (Bukhard & Maes, 2017). Los congriales ofertan bienes no solo a los pobladores, sino también a la fauna en todos sus niveles organizacionales (micro, meso, macrofauna), son ecosistemas naturales con características inigualables. Algunos de estos bienes o servicios reportados son:

Madera:

aprovechamiento de madera de congro en la jurisdicción de Corporinoquia

Los congriales son fuente importante de madera para los pobladores de la Orinoquia colombiano-venezolana, se usa para la construcción, labores de mantenimiento de potreros y leña (Hernández & Marín, 1998). Por la calidad de su madera (densidad de 0.8 g/cm³) es muy empleada en la región (Del Río *et al.*, 2017). La madera del congro resiste el ataque de hongos e

insectos (Huber & Alarcón, 1998), por lo que se emplea para postes de cerca, vigas de puentes, varetas de corrales, construcciones domésticas, y tiene una duración natural de más de 30 años en el suelo (Del Río *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 1977).

El 80% de la madera en Colombia proviene de los bosques naturales (IDEAM, 2010), y cerca del 42% de la producción total es ilegal (Banco Mundial, 2006). La tala excesiva y el tráfico ilegal de maderas han constituido un serio problema que amenaza la subsistencia de varias especies (IDEAM & Ecoforest 2009), entre ellas el congro.

Con base en información del Sistema Nacional de Información Forestal y el Boletín Forestal Nacional (2008-2011), en la jurisdicción de Corporinoquia, se moviliza el 0.04% de la madera nacional legal, el 2008 fue el año con mayores volúmenes movilizados con 1331.61 m³, en los departamentos de Casanare y Vichada. Por su parte, Corporinoquia concedió permisos de movilidad para 196.36 m³ de madera, en los tres departamentos de estudio, durante el periodo 2015-2016.



82. Corral de congro, Inspección de Guanape, Vichada.

Foto: Francisco Castro-Lima.

ESTADÍSTICAS DE LA MADERA EN CORPORINOQUIA				
MADERA LEGAL MOVILIZADA				
Año	Volumen movi- lizado (m³)	Departamentos	Volumen otorgado (m³)	Departamentos
2008	1331.61	Casanare, Vichada	NR	
2009	180.1	Casanare, Vichada	NR	
2010	237.7	Casanare, Vichada	NR	
2015	NR		20.21	Vichada
2016	NR		152.15	Casanare, Vichada
2017	NR		20	Arauca
MADERA DECOMISADA				
Año	Volumen (m³)	Departamentos		
2008	234.8	Arauca, Casanare y Vichada		
2009	296.8	Arauca, Casanare y Vichada		
2010	328.2	Arauca, Casanare y Vichada		
2011	98.6	Vichada		
2015	40.4	Casanare		
2016	16.6	Casanare		
2017	6.3	Casanare		
Año	Volumen (m³)	Departamentos		

Tabla 8.1. Movilizaciones, volúmenes autorizados y madera decomisada por año para Corporinoquia.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018, con información de IDEAM 2011, Corporinoquia, 2011 y SNIF 2018.

Sobre los decomisos de madera en la jurisdicción se cuenta con más información en términos temporales, los mayores volúmenes decomisados se registran en el periodo 2008-2010. De acuerdo con la autoridad ambiental sede Vichada, de los de 98.6 m³ decomisados en este departamento, 23.20 m³ (23%) correspondían a madera de congrio, es decir que en este rango de tiempo fue la especie más aprovechada de forma ilegal.

La información disponible en fuentes oficiales sobre el mercado de la madera legal e ilegal del congrio es poca. Durante las reuniones,

talleres y diálogos realizados con los distintos actores relacionados con el congrio se realizaron preguntas específicas sobre el uso y aprovechamiento no solo como especie maderable sino también en otros usos, estas preguntas tenían como fin obtener información relacionada con el volumen que se extrae, si es comercializada o solo se usa para consumo doméstico, si se evidencia la disminución de las poblaciones y se dificulta conseguir la madera, tiempo de crecimiento, entre otras. Como resultado de las evaluaciones sobre los usos y la forma de aprovechar el congrio se identificó lo siguiente:

Extracción, transformación y transporte

La madera se extrae de bosques naturales, en la mayoría de los casos se seleccionan los árboles más grandes (aproximadamente 40 años, DAP aproximadamente 50-60 cm) para cambiar columnas o algunos postes; para los casos en que se cambia todo el cercado de una finca el tamaño mínimo del árbol debe ser de 5 m, con 2 m rectos para el poste (es con árboles pequeños en donde se genera el mayor desperdicio). En algunas ocasiones se está buscando otra especie al interior del bosque, si se identifica un congrio con buenas características se extrae al mismo tiempo.

Se procede a la tumba de árboles con el fin de extraer madera en rollo, el tamaño de las trozas depende del destino final (columna o poste), la tumba es realizada generalmente por los administradores de las fincas (para el caso de los resguardos indígenas, por la familia que habita cerca del congrial), esta actividad no cuenta con condiciones de seguridad

en el trabajo, ni con técnicas de extracción de impacto reducido.

La transformación de la madera se hace en el sitio, sacando la máxima cantidad de postes o congrial, en algunas ocasiones la transformación se hace al borde de la carretera. El transporte de la madera es terrestre, la madera húmeda es llevada hasta la finca en donde se realiza el proceso de secado natural.

La madera obtenida se destina a diferentes usos, algunas veces la madera es usada sin transformar para el caso de postes o bases de puentes, en otros casos se elaboran postes, vigas y columnas.

Para el caso de los postes más transformados el diámetro mínimo es de 10 cm para postes redondos y de 10 cm x 10 cm para postes cuadrados, con una longitud mínima de 2.0, normalmente los postes son puestos entre 1.5 y 3 m. De un árbol adulto con una edad aproximada de 40 años y un DAP aproximadamente de 50-60 cm se pueden extraer aproximadamente 20 postes, no obstante, árboles de estas dimensiones (muy buenas características) se encuentran dispersos y poco abundantes al interior del bosque de galería.



83. Secado natural y transformación primaria de madera para postes de congrio, municipio de Cravo Norte, Arauca.

Foto: Francisco Castro-Lima .

La madera de congrial aunque es más abundante genera mayores desperdicios y su extracción toma mucho más tiempo.



84. Madera de congrio en el máximo estado de transformación, para columnas y vigas. Vichada.

Foto: Francisco Castro-Lima.

85. Madera de congrio sin transformación para columnas. Cravo Norte-Arauca.

Foto: Catalina Morales.



Mercado de la madera de congrio en la jurisdicción de Corporinoquia

El mercado de madera de congrio en Corporinoquia se da en dos escalas: al interior de los departamentos y regional; entre departamentos y hacia la Orinoquia Venezolana. Actualmente el mercado de madera de congrio se abastece de bosques naturales (congriales y bosques de galería). A pesar de que

existen algunas iniciativas de reforestación, principalmente en el Vichada, aun no cubren la demanda, pues muchas de estas iniciativas se encuentran en desarrollo.

La madera del congrio se comercializa aserrada, rolliza (sin ningún tipo de transformación), y con la transformación final a modo de poste principalmente. Las dinámicas del mercado de estos productos se comportan de forma diferencial y pueden dividirse en dos nodos.



86. Propagación de madera e iniciativas de reforestación con congrio. Puerto Carreño-Vichada

Foto: Catalina Morales.



Nodo 1. Casanare y Arauca: en las dinámicas locales se usa para el cercado de las fincas en cada uno de los municipios donde el congrio hace presencia. De acuerdo con los finqueros el porcentaje es bajo pues gracias a la alta durabilidad de la madera no es necesario realizar el cambio de postes constantemente. La extracción de algunos postes se puede dar entre vecinos a modo de intercambio. Por otro lado esta la dinámica regional, donde la madera demandada es vendida en Hato Corozal, Paz de Ariporo y se han reportado ventas a Venezuela, especialmente para los hatos.

-  Decomisos
-  Flujos consumo
-  Auto consumo
-  Registros de congrio
-  Resguardos indígenas
-  Centro poblado

Mapa 8.1. Flujos de mercado del congrio en en la jurisdicción de Corporinoquia. Las líneas cafés representan los flujos y direcciones del mercado.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

3. Este cálculo teniendo en cuenta las densidades de la madera reportadas para la especie de entre 0.79 y 0.82.

En cuanto a la oferta, en muchas ocasiones de extracción ilegal y sin el consentimiento de los dueños de los predios, la principal fuente de madera está en el municipio de Cravo Norte y en las veredas de Casanare que colindan con este municipio. Como se mencionó previamente las poblaciones con las mejores condiciones se encuentran en Arauca y alcanzan densidades de hasta 480 fustales por hectárea en congriales.

Nodo 2. Vichada: en Cumaribo la madera usada proviene principalmente de los congriales localizados al interior de los resguardos indígenas y es demandada principalmente por los finqueros de la zona. Para los tres municipios restantes la madera es comercializada para los hatos ganaderos.

Los propietarios de las fincas no mencionaron las cantidades extraídas por número de individuos o volumen en m³, la unidad reportada es 'camionadas de madera'. Durante el estudio se referenciaron camiones de entre 7-10 toneladas, un camión de este tamaño puede transportar hasta 12 m³ de madera³ por viaje y un total de 600 postes (0.1 x 0.1 x 2 m). El valor de dichos postes oscila entre \$15.000 y \$20.000 puestos en el sitio de venta (si es una finca cercana puede venderse en \$10.000), es decir que 1 m³ de madera transformada y transportada de congrio puede costar entre \$750.000 y \$1.000.000. Las personas con las que se dialogó a lo largo del recorrido por los tres departamentos, consideran que la comercialización del congrio es una actividad arriesgada y mal paga,

si se tiene en cuenta las largas distancias que se recorren para su venta y la posibilidad de un decomiso (la mayoría de decomisos se dan en La Primavera, Puerto Carreño y Hato Corozal).

En comparación con otras especies maderables como el *Juglans neotropica* (cedro ne-

gro) para que 1 m³ puede costar \$1.000.000 puesto en Bogotá y cuya madera es de menor durabilidad. A pesar de que la Orinoquia no es reconocida por la extracción de madera de bosques naturales, existe un alto potencial de desarrollo, asociado principalmente a especies como el congrio y el saladillo (árboles que crecen en formaciones casi homogéneas y relativamente rápido).

Hábitat para la fauna

Los congriales presentan una transición espacial y temporal entre hábitats acuáticos y terrestres dependiendo de la época del año (inicio temporada seca o temporada de lluvias); la distribución de la biodiversidad (flora y fauna) cambia de acuerdo con estas condiciones (Chacón *et al.*, 2005; Rosales, 1989), suministra hábitats para distintas especies tanto terrestres, como acuáticas (Wallace *et al.*, 1998). Hernández & Marín (1998) encontraron que la sombra parcial y la dinámica del agua determinaban cambios temporales

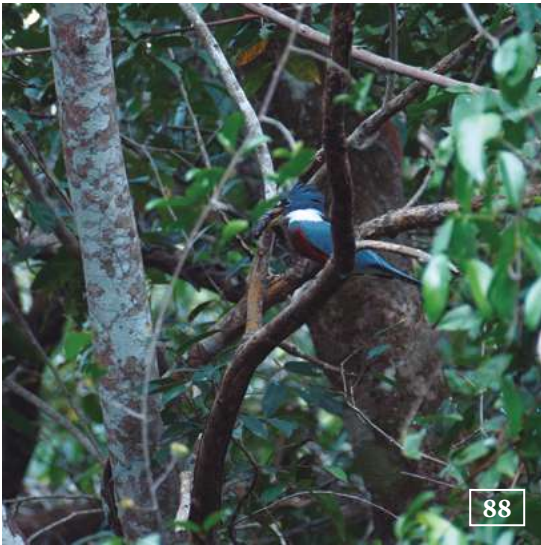
en la composición de la flora y el sotobosque de los congriales en los llanos venezolanos; de tal forma que en el inicio de la época de lluvias predominaban plantas tolerantes a la inundación, proveyendo un nicho temporal a la fauna acuática como peces, reptiles y anfibios durante la época de inundación (Marín & de Martino, 1998).

Los congriales representan ecosistemas estratégicos a distintas clases de animales, ofrecen sitios de refugio, anidación y alimentación, en especial a las aves rapaces quienes lo usan para cazar pequeños mamíferos, anfibios, reptiles y peces (Bodrati & Cockle, 2017).



Así mismo, durante la fase de campo se observó que los congriales son empleados por la fauna como sitios de paso o de conexión entre las

coberturas de los bosques de galería inundable que se encuentran muy cerca a los congriales o como sitios de forrajeo durante la época seca.



87. Provisión de hábitat para herpetos en congro, municipio de Cravo Norte, Arauca.

Foto: Ángela Alviz.

88. Aves alimentándose en congro, municipio de Cumaribo, Vichada.

Foto: Ángela Alviz.

89. Congriales usados como sitios de paso y alimentación, municipio de Cumaribo, Vichada.

Foto: Ángela Alviz.



Productos forestales no maderables

Entre los productos no maderables de este ecosistema se ha reportado la elaboración de artesanías. Las semillas del congrio han sido usadas como materia prima en la elaboración de collares por parte de comunidades indígenas en la cuenca del Orinoco (González-Pérez *et al.*, 2013). Estos productos representan una subsistencia alterna para las distintas comunidades étnicas y

contribuyen con la economía local y regional (Ghorbani *et al.*, 2012).

Forraje

El congrio también ha sido empleado en arreglos silvopastoriles con el fin de mejorar la calidad nutricional de los forrajes ofertados a los bovinos, gracias a la calidad proteica y energética de sus hojas, adaptabilidad a suelos pobres y a la productividad en biomasa (Peñuela & Fernández, 2010).



Medicinal

La literatura reporta que algunos grupos indígenas de la cuenca del Orinoco, le han dado un uso etnobotánico el congrio, empleado las hojas y corteza para curar problemas del intestino y abdomen en los integrantes de su comunidad (Boom & Moestl, 1990). En efecto, durante el trabajo en campo se conoció el uso medicinal que

algunas comunidades rurales en el departamento del Vichada le dan a esta especie para curar afecciones en la piel. La preparación consiste en cocinar la parte interior de la corteza hasta formar una pasta verde blanquecina que puede ser utilizada en baños varias veces al día para curar llagas, heridas o infecciones cutáneas. Así mismo, puede ser bebida para tratar afecciones relacionadas con la artritis y el dolor de cintura.

Recorriendo el hábitat del congrio es común escuchar a los habitantes de la región hablar sobre la buena madera de este árbol, la duración que tiene en las cercas sin requerir ningún tratamiento, pues sus características lo hacen inmune al ataque de comején y otros organismos.

Con todo, lo que más se comenta es su resistencia al agua ya que no se pudre, y su dureza y densidad que permite incluso que sea usado en frases y comparaciones como “más duro que corazón de congrio”. Por el contrario, un uso solo conocido por pocos que han transmitido su conocimiento por generaciones, es el empleo de la corteza para la medicina. No sorprende que dadas las características observables del árbol pueda inferirse que tiene componentes antibióticos y regeneradores. Hay quienes mencionan que el agua empozada alrededor de un congrio o agua donde cayó una rama no se la beben los animales, e incluso se comenta entre las comunidades que las hojas son tan amar-

gas que ningún mamífero se alimenta de ellas, esto puede darnos una idea de que la amargura de la hoja tiene una función.

En la visita a la comunidad del Trompillo, el Cabildo Gobernador, el señor Francisco Rincón, explicó que en la comunidad Sikuaní desde siempre se han sabido los beneficios medicinales del congrio. Allí, se corta un pedazo de la corteza y se limpia para que quede la parte interna, esta se pone a hervir en agua de manera que dicha cocción pueda ser bebida para aliviar el dolor de cintura, el reumatismo y la artritis.

En reunión con el líder del resguardo indígena Los Llanos, Alcibíades Rodríguez, él indicó que se puede preparar medicina para las afecciones de la piel, tales como llagas, infecciones y heridas, cocinando la capa interior de la corteza del congrio y dejando que se forme una pasta de color verde claro, que se usa para realizar baños en las zonas afectadas 3 veces al día, se espera que el área esté completamente curada en 3 días.



90. Percha de aves en congriales, municipio de Cravo Norte, Arauca.
Foto: Ángela Alviz.



91. Hojas de congrio, municipio de Cravo Norte, Arauca.
Foto: Francisco Castro-Lima.

Servicios de regulación

El ecosistema congrial, a partir de los procesos ecológicos que ocurren en su interior (flujos de materia y energía) suministra servicios o bienes que no son tangibles como los de regulación, pero que mantienen un ambiente biofísicamente sano y habitable, además de contribuir con el mejoramiento del entorno local y regional. A continuación se describen algunos de los servicios de regulación provistos por los congriales:

Ciclaje de nutrientes

La descomposición de la hojarasca en el suelo de los congriales ocurre por medio de procesos complejos donde intervienen organismos de la microflora, como bacterias y hongos, microfauna y mesofauna del suelo, los cuales de-

gradan el mantillo y liberan una parte de los elementos al medio natural, mientras que la otra parte conforma una reserva orgánica denominada humus (Hernández & Marín, 1998; Deshmukh, 1986). Se ha encontrado una cantidad de mantillo aproximada de 4.36 ton/ha en congriales, así como una concentración mayor de nitrógeno, calcio y magnesio en las hojas en proceso de descomposición en comparación con otras especies (Hernández & Marín, 1998). El mantillo que se acumula dentro del congrial aumenta la concentración de materia orgánica (MO) en el suelo. Existe una mayor fracción de esta (MO) en la parte central del congrial donde la descomposición es más lenta debido a que la inundación es más duradera en esta zona, lo que limita la velocidad del proceso (Hernández & Marín, 1998).



92. Mantillo en congrial, municipio de La Primavera, Vichada.

Foto: Ángela Alviz.

Fijación de nitrógeno

Las raíces del congrio pueden ser colonizadas por hongos formadores de micorrizas arbusculares (De La Rosa, 1988) y bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (Barrios, 1990; Barrios & Herrera, 1994), estrategias fisiológicas desarrolladas para la adaptación a las condiciones limitantes como la anoxia de raíces durante las inundaciones periódicas y los suelos pobres (Rodríguez-Altamiranda *et al.*, 2011). Así mismo, estas características de la especie (asociación de micorrizas) favorecen el establecimiento de otras plantas en las sucesiones tempranas (Allen, 1984; Janos, 1980), inter-

vienen en la estructura de la vegetación (van de Heijden *et al.*, 1998), así como en la diversidad y productividad de la vegetación (van der Heijden *et al.*, 1998) convirtiéndola en una especie importante en el mantenimiento de otras especies de flora.

A su vez el congrio ha sido empleado para la recuperación de zonas degradadas en procesos de revegetalización (Borges *et al.*, 2014; Días *et al.*, 2008), gracias a las características simbióticas de sus raíces con los hongos micorrízicos, fijan nitrógeno al suelo y crea condiciones fisicoquímicas favorables para el establecimiento de otras especies vegetales; esto acelera y garantiza el éxito en los procesos de restauración.



93. Establecimiento de otras plantas en congrial, municipio de Cravo Norte, Arauca.

Foto: Ángela Alviz.



Regulación climática

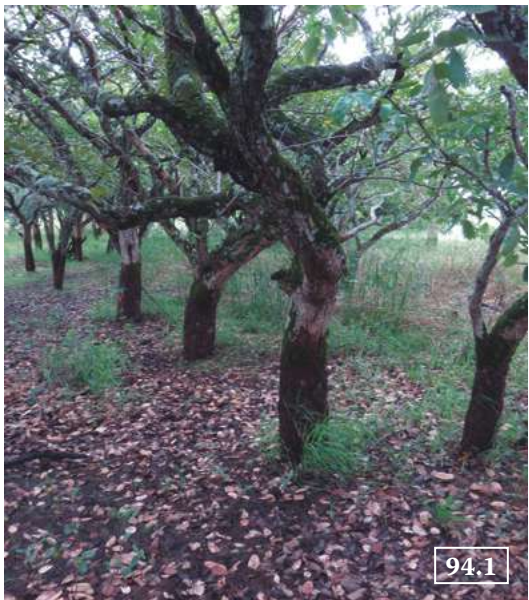
Los congresales regulan el clima local y reducen las altas temperaturas durante los días soleados. La cubierta arbórea de los congresales funciona como atenuante térmico. Se han encontrado diferencias de hasta 2 °C en promedio con la temperatura bajo dosel y la de fuera del ecosistema durante la época seca (Marín & Martino, 1998). De igual forma, la humedad es mayor bajo el dosel del congresal durante la época de sequía, con registros de hasta un 3% más altos que fuera de este (Hernández & Marín, 1998). La Foto 92 muestra las diferencias microclimáticas dentro y fuera del congresal, en la imagen de la izquierda se evidencia las ondas de calor

producidas por las altas temperaturas fuera del congresal mientras que la de la derecha, dentro del congresal, deja ver una mayor humedad y menor temperatura.

Por otro lado, las características fisiológicas de los congresales permiten ofertar un espacio de refugio a condiciones de alta radiación durante la época seca. Se ha comprobado que las hojas de *Acosmium nitens* contienen compuestos fenólicos que pueden actuar como una barrera para la penetración excesiva de luz ultravioleta (Jauregui & Torres, 2014; Carvalho *et al.*, 2009), haciendo que sus hojas resistan las altas temperaturas y sean perennes, dando refugio a otras especies menos tolerantes a las altas radiaciones como las orquídeas y bromelias.



94



94.1



95



94. Diferencias visuales de temperatura dentro y fuera del congresal, municipio de Cravo Norte, Arauca.

Foto: Daniel Rodríguez-Tovar.

95. Epífitas encontradas bajo el dosel de los congresales, municipio de Cravo Norte, Arauca.

Foto: Daniel Rodríguez-Tovar.

Regulación hídrica

Como ya fue mencionado anteriormente, los congresales en la Orinoquia se comportan como ecosistemas terrestres y acuáticos en distintas épocas del año. Durante los meses de noviembre a abril el ecosistema es terrestre, y durante la temporada de mayo a octubre es acuático, se inunda debido a las intensas lluvias y geofomas que se presentan en la región. La fisionomía de la vegetación de

los congresales está adaptada a estos periodos de inundación (Rodríguez-Altamiranda *et al.*, 2011), por lo que este logra almacenar grandes cantidades de agua y regula los flujos hídricos en las sabanas.

Las características fisiológicas de esta planta, como la acumulación osmótica de azúcares (Rengifo *et al.*, 2005), le permiten al congreso tolerar las inundaciones, por lo cual cumple roles importantes en la regulación hídrica como ecosistema semiacuático.



96



97



96. Vista de planta en congresal, municipio de Cravo Norte, Arauca.

Foto: UT Congresales de la Orinoquia, 2018.

97. Almacenamiento de agua en congresal, municipio de La Primavera, Vichada.

Foto: Daniel Rodríguez-Tovar.

9

Presiones y amenazas

María Meza, Catherine Agudelo, Maira Villanueva



Las amenazas al congrio tienen un origen común, la necesidad de subsistencia de las personas que habitan la región ya sean nativos o población flotante.

Las poblaciones de congrio, en los tres departamentos estudiados, se enfrentan a la presión que supone el uso de la madera tanto para el aprovechamiento *in situ* por parte de las comunidades, como para la comercialización hacia zonas pobladas de mayor tamaño.

Existen otras amenazas relacionadas con las actividades agrícolas y pecuarias de las comunidades en la región, sin embargo, se reconoce que la presión que se ejerce sobre la especie es una externalidad derivada del

desarrollo de dichas actividades económicas, por ejemplo, las quemas y la expansión de la frontera agrícola no corresponden a un ataque directo a las poblaciones de congrio.

En conclusión, se entiende que las amenazas al congrio tienen un origen común, la necesidad de subsistencia de las personas que habitan la región ya sean nativos o población flotante, la falta de alternativas al uso de la especie y la necesidad de inclusión de sistemas productivos sostenibles ganaderos y agrícolas. Si bien durante el estudio se identificó que las comunidades necesitan usar esta madera y que su prohibición completa no traería resultados positivos.

A lo anterior se suma la falta de control que es identificada por los actores involucrados como otra gran amenaza, las personas aseguran que no es clara la manera en la que se realizan los decomisos y que el transporte de los árboles se hace en la noche para evitar la vigilancia; así mismo consideran que no hay apoyo en la seguridad de sus predios para evitar que la madera sea extraída.



Amenaza	Nivel de presión
Quemas	   
Tala ilegal para comercializar madera	   
Falta de control	  
Madera para cercas	 
Madera para construcción	 
Agricultura	
Ganadería	
Animales silvestres	
Artesanías y medicina	

Gráfica 9.1.
Amenazas y niveles de presión sobre las poblaciones de congrio en las áreas estudiadas.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Por otro lado, las quemas son una tradición que se realiza en todo el territorio estudiado con el fin de preparar el suelo para la siembra anual, sin embargo, representan una amenaza para la conservación del congrio ya que, aunque es una práctica de agricultura que se hace en un terreno dado, tiene una alta posibilidad de descontrolarse, expandirse por terrenos aledaños y causar incendios en áreas más amplias.

Durante los talleres realizados con las comunidades, las personas expresaron que las

quemas sin control se presentan todos los años, lo que significa que son una amenaza recurrente. Estos incendios arrasan con todos los individuos de congrio que se encuentran en un sector; para los pobladores es muy difícil determinar el número de árboles que se pierden, no solo de congrio sino de toda la biodiversidad que es afectada. Además, son un verdadero peligro para las personas que no cuentan con herramientas seguras para ponerle freno.

Zonas prioritarias para la conservación

Con base en los resultados de las secciones y capítulos precedentes se identificaron áreas de importancia para la conservación del congrio, entendiendo conservación como la preservación, uso sostenible y restauración. La propuesta de zonas prioritarias se realizó a partir de un análisis multicriterio que buscaba promover identificar las mejores condiciones de hábitat y al mismo tiempo promover la conectividad de la especie, que buscó vincular distintas variables de importancia para la conservación del congrio, para lo que se consideró el enfoque multiescalar.

Enfoque multiescalar: en el caso de la heterogeneidad de la vegetación, se ha demostrado que esta cambia con la escala espacial considerada, de acuerdo con Chanutom (2005), factores autoecológicos como la forma de crecimiento y modo de dispersión de las especies, adquieren mayor relevancia a medida que se reduce la extensión de la escala de percepción, mientras que los efectos de masa entre comunidades adyacentes son más relevantes en escalas intermedias y de paisaje, estos efectos hacen referencia al establecimiento de especies por la inmigración de propágulos

desde sitios vecinos en lugares cuyas condiciones no son las más aptas para la reproducción de la especie.

Estas interacciones de la vegetación a través de diferentes escalas, es la que genera mosaicos dinámicos en el paisaje contribuyendo al mantenimiento de la diversidad (Chanutom, 2005), por esto es que la heterogeneidad espacial es el centro del reconocimiento de la diversidad biológica y la gestión ambiental (Fernández & Piñeiro, 2008). Por lo anterior, las acciones de conservación que ignoran las diferentes escalas y que están orientadas solo a la conservación de especies sin considerar los elementos que integran los sistemas ecológicos y paisajísticos, se han convertido en un paradigma de la conservación ya que no se garantiza la articulación de procesos ecológicos en el espacio (Toledo, 2005).

Si bien procesos ecológicos como la dispersión, que está asociada a flujos de materia y energía, son más difíciles de percibir (Vergara *et al.*, 2014), estos deben ser considerados en el diseño de programas de conservación, lo cual obliga al análisis de elementos visibles en diferentes escalas que pueden ser indicadores del estado de las propiedades funcionales del ecosistema.

Análisis multicriterio de calidad de hábitat

Tabla 9.1. Fuentes de información secundaria.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Tabla 9.2. Calidad de hábitat.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Desde el ámbito espacial, se pueden identificar áreas poco aptas (alta resistencia) que hacen referencia a aquellas zonas donde las especies encuentran dificultad para su establecimiento, dispersión y movimiento, dado el costo energético que deben asumir o el riesgo de mortalidad al que están expuestas entre parches de hábitat que conforman un paisaje (Isaacs-Cubides *et al.*, 2017).

Por tanto, con el fin de identificar las áreas de importancia para la conservación, que además promuevan la conectividad, se consideraron las variables bióticas, abióticas y antrópicas que pueden ejercer influencia en el establecimiento y dispersión del congrio. Dichas variables se seleccionaron con base en la información secundaria existente, la cartografía disponible y los levantamientos de parcelas de vegetación y recorridos de observación.

La información de composición y estructura de las parcelas de vegetación se cruzó con la información de los elementos de paisaje aso-

ciados a cobertura vegetal, ríos, pendientes, distancia a vías y distancia a centros poblados, para determinar si estos tienen influencia en los patrones de distribución de la especie.

La metodología de Yeomans (1986) se adaptó y se asignaron puntajes a un conjunto de factores del paisaje que se consideran determinantes en la estructura del corredor, que pueden facilitar o limitar la dispersión de la especie. Este tipo de análisis permite identificar las áreas más probables de distribución de la especie en las que existen menos conflictos y barreras para su establecimiento. Se determinó la fórmula, y por medio de herramientas SIG, se generó un análisis multicriterio para la identificación de las áreas importantes para la conectividad. Se modeló la estructura de conexión con base en las características que promueven la propagación de la especie y que permitiría flujos ecológicos funcionales. El resultado obtenido se comparó con una escala de referencia que indica la calidad de hábitat a lo largo del corredor propuesto.

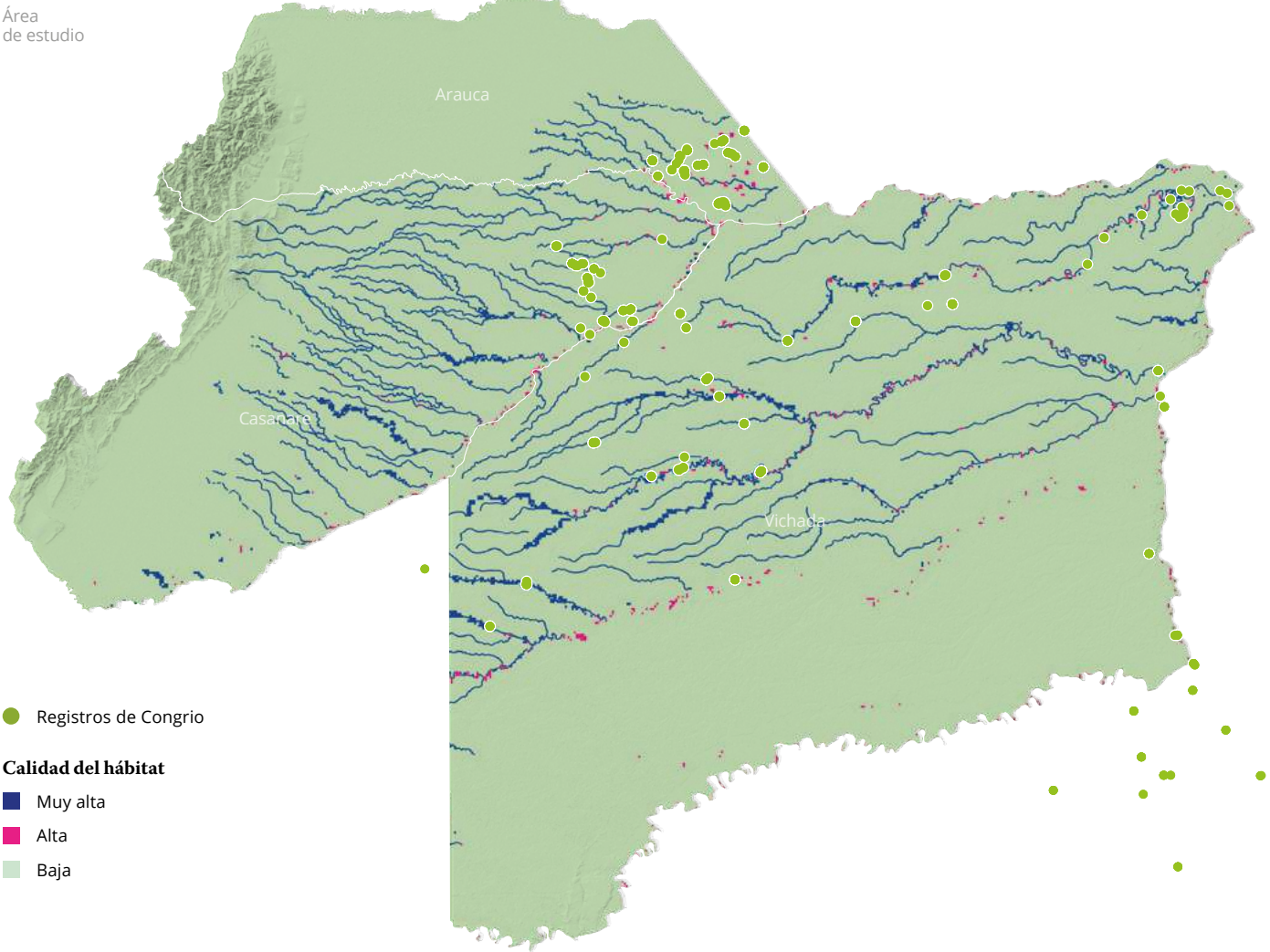
FACTOR	VARIABLE	FUENTE DE INFORMACIÓN	ESCALA	FUENTE
Biótico	Vegetación (V)	Coberturas de la tierra 2010-2012	1:100.000	IDEAM, 2012.
	Trabajo de campo biótico y social	El presente estudio		UT congriales 2018.
Abiótico	Zona de vida	Zonificación climática	1:100.000	IDEAM, 2008.
	Red hídrica	Base cartográfica IGAC.	1:100.000	IGAC, 2015.
	Paisaje (P)	Mapa de biomas	1:100.000	IGAC, 2008.
	Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Mapa de erosión	1:100.000	IGAC, 2003.
Antrópicas	Distancia a vías (Dv)	Base cartográfica IGAC.	1:100.000	IGAC, 2015.
	Distancia a asentamientos (Da)	Coberturas de la tierra 2010-2012	1:100.000	IDEAM, 2012.
	Cercanía a áreas protegidas o de manejo especial (AP)	AICAS	1:100.000	Parques Naturales
		Parques naturales según categoría	1:100.000	IDEAM, 2008.

CH = V x ZV x x RH x P x E x Dv x Da x AP

Donde: CH= Calidad de Hábitat V = Vegetación ZV=Zona de vida RH= Red Hídrica P= Paisaje E = Estabilidad del suelo y erosionabilidad Dv= Distancia vías Da= Distancia a asentamientos Ap= Áreas protegidas o de manejo especial

FACTOR	VARIABLE	CONDICIONES	PUNTAJE CALIDAD DE HÁBITAT	
			NOMINAL	
Bióticos	Vegetación (V)	Otras coberturas	Nula	0
		Herbazales de tierra firme	Baja	1
		Vegetación secundaria o en transición	Moderada	2
		Zonas de transición entre bosques de galería y sabanas – sabanas inundables	Alta	3
Abióticos	Zona de vida (ZV)	Otras zonas de vida	Nula	0
		Bosque húmedo tropical	Alta	3
	Red hídrica (RH)	Aguas blancas	Baja	1
		Aguas claras	Moderada	2
		Aguas negras	Alta	3
	Paisaje (P)	Valles, planicies, piedemontes, superficies de aplanamiento, lomeríos imperfectamente drenados.	Baja	1
		Planicies eólicas, piedemontes, altiplanicies, lomeríos estructurales producidos por erosión.	Moderada	2
		Valles pobres a muy pobremente drenados.	Alta	3
	Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Erosión moderada a severa. Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Baja	1
		Sin erosión. Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Alta	3
Antrópicos	Distancia a vías (Dv)	< 3 Km	Baja	1
		< 10 Km	Moderada	2
		> 10 Km	Alta	3
	Distancia a asentamientos (Da)	< 3 Km	Baja	1
		< 10 Km	Moderada	2
		> 10 Km	Alta	3
	Cercanía a áreas protegidas o de manejo especial (AP)	Áreas objeto de zonificación ambiental	Baja	1
		Áreas de amortiguación	Moderada	2
		PNN, AICAS, Reservas Naturales de la Sociedad Civil	Alta	3

En este mapa se relacionan los resultados de calidad de hábitat obtenidos con base en el cruce de información de las variables bióticas, abióticas y antrópicas.



Mapa 9.1.
Valoración de la calidad de hábitat departamental.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Configuración de la estrategia de conectividad

Con base en el análisis multicriterio realizado, los muestreos de vegetación y el análisis de distribución potencial del congrio, a continuación se presenta la estructura de conectividad propuesta, que integra trampolines y corredores de hábitat. El diseño propuesto está compuesto por tres elementos básicos: a) corredores de enlace como un elemento lineal constituidos por bandas de anchura variable; b) trampolines como áreas en 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; c) áreas de enlaces menores.

Corredor principal

Se identificaron los corredores presentes asociados a franjas de vegetación. Se tuvo en cuenta que presentarían un ancho mayor a 100 m, se consideró esta distancia como la mínima para mantener las condiciones microambientales en su interior, diferentes a las que se presentan en

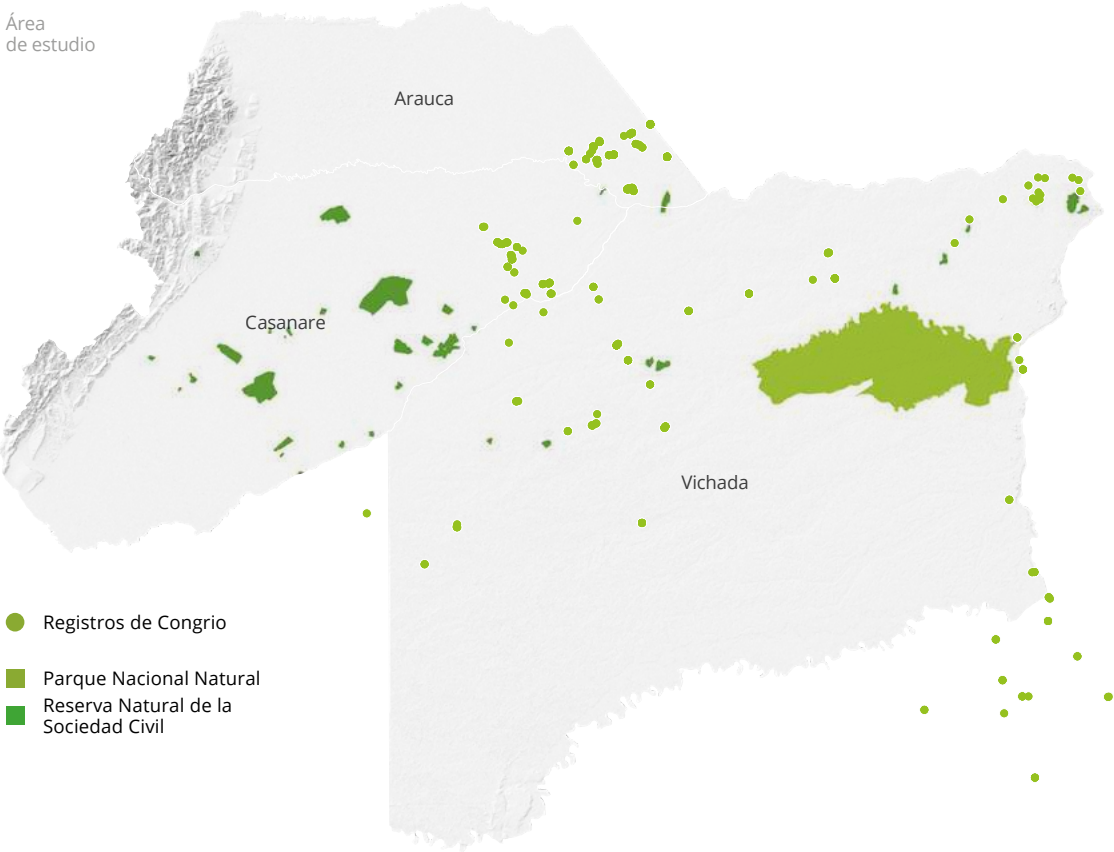
los bordes. A la vez que se identificaron los corredores riparios correspondientes a las franjas de vegetación primaria o secundaria que se encuentran asociadas a los cursos de agua y que tienen transición con las sabanas.

Áreas de enlace

De acuerdo con el Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales de Colombia, con el fin de garantizar la funcionalidad de la matriz en la cual se encuentran ubicadas las áreas protegidas, corresponde al MADS, a las autoridades ambientales y a los municipios, generar acciones complementarias de ordenamiento territorial que aporten a la conectividad del sistema a través de la estructuración de corredores biológicos, la delimitación de áreas de amortiguación, el establecimiento de sistemas productivos sostenibles y la estructuración de paisajes rurales. En consecuencia, se proponen como áreas de enlace al Parque Nacional Natural El Tuparro y 15 Reservas Naturales de la Sociedad Civil.

Mapa 9.2. Áreas protegidas de enlace – estructura de conectividad.

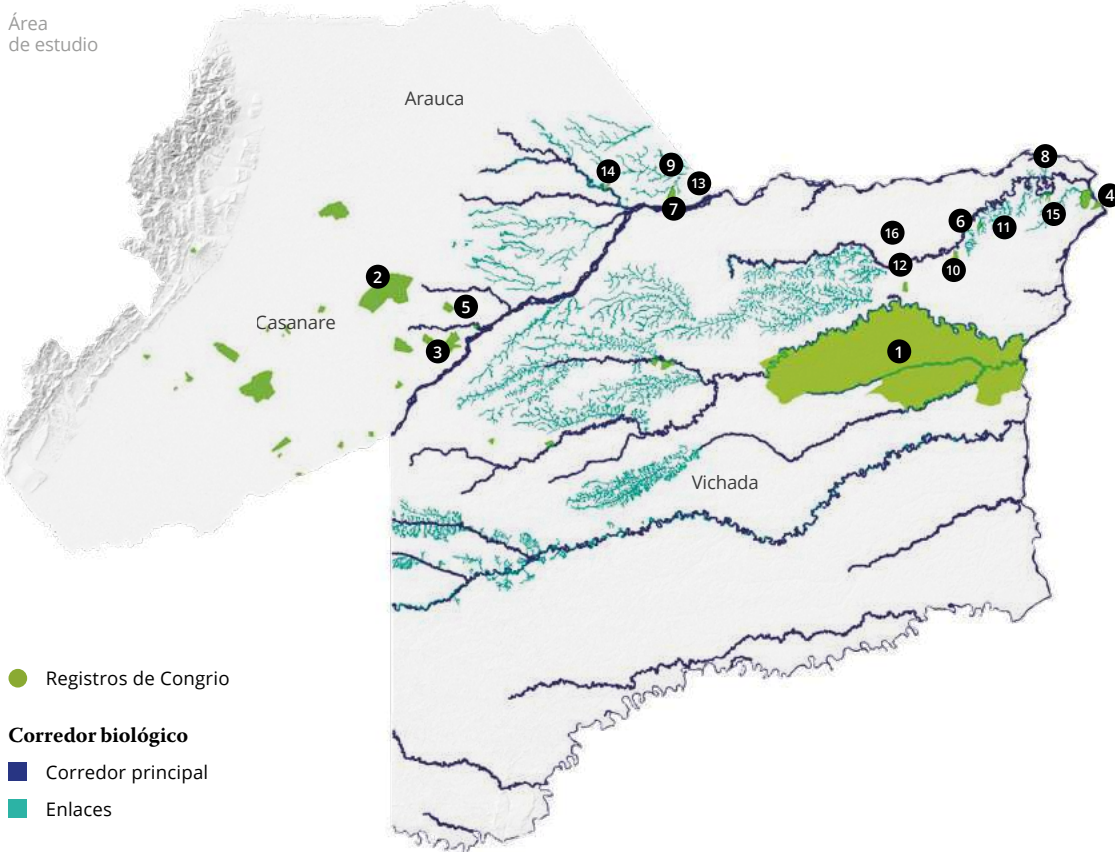
Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.



DEPARTAMENTO	MUNICIPIO/SECTOR	ÁREA DE ENLACE	
		FIGURA DE PROTECCIÓN	NOMBRE
ARAUCA	Cravo Norte	RNSC	Bombay
	Cravo Norte	RNSC	El Horizonte
	Cravo Norte	RNSC	Los Paraguitos
	Cravo Norte	RNSC	Los Clavellinos
CASANARE	Paz de Ariporo	RNSC	Taparas
	Trinidad	RNSC	Reservas de Altagracia
	Paz de Ariporo	RNSC	Chaviripa - El Rubí
VICHADA	Cumaribo	PNN	El Tuparro
	Puerto Carreño	RNSC	Bojonawi
	Puerto Carreño	RNSC	La Reina
	Puerto Carreño	RNSC	Anelim
	Puerto Carreño	RNSC	El Ocarro
	Puerto Carreño	RNSC	El León
	Puerto Carreño	RNSC	Puerto Chigüire
	Puerto Carreño	RNSC	Doñana
	Puerto Carreño	RNSC	San Luis
	Puerto Carreño	RNSC	Serranías de Casa Blanca*
	Puerto Carreño	RNSC	Simaruba*
	Puerto Carreño	RNSC	Pitalito*
	Puerto Carreño	RNSC	La Pedregosa*
	Cumaribo	RNSC	Chaqueva*
	Primavera	RNSC	Irosebia*
	La Esmeralda	RNSC	Wakuinali*

Tabla 9.3. Áreas de enlace de la estructura de conectividad propuesta. Donde: PNN (Parque Nacional Natural), RNSC (Reserva Natural de la Sociedad Civil)*

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.



Áreas de enlace

- 1 PNN El Tuparro

2 RNSC Taparas

3 Reservas de Altagracia

4 RNSC Bojonawi

5 RNSC Chaviripa - El Rubí
- 6 RNSC Anelim

7 RNSC Bombay

8 RNSC Doñana

9 RNSC El Horizonte

10 RNSC El León
- 11 RNSC El Ocarro

12 RNSC La Reina

13 RNSC Los Clavellinos

14 RNSC Los Paraguitos

15 RNSC Puerto Chigüire

16 RNSC San Luis

Mapa 9.3. Estructura de conectividad propuesta con base en zonas prioritarias de conservación.

Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Articulación de la estrategia con la fauna asociada a los congriales

De acuerdo con la composición de las comunidades de fauna, principalmente aves y mamíferos, es posible priorizar áreas clave al interior del corredor, unidades de conservación de fauna (UCF). Para las especies de amplia movilidad y de interés de conservación (p.ej. jaguar, danta), ya que muchos de los efectos de paisaje evaluados en la identificación de áreas de importancia para la conservación y conectividad impactan las poblaciones de fauna.

Convirtiendo a los congriales en *stepping-stones*, que contribuyen a la dispersión de los organismos y facilitan el intercambio poblacional, la conexión entre metapobla-

ciones y favorecen a la diversidad genética de las especies (Martensen *et al.*, 2017), se considera que pueden ser sugeridos como ecosistemas clave para la conservación de especies de fauna propias de la Orinoquia colombiana. Esto daría paso a investigaciones científicas específicas que se centren en la descripción de la funcionalidad ecológica de los congriales y los beneficios sobre la fauna asociada.

Lineamientos de conservación, manejo, investigación y monitoreo para el congreso

Líneas estratégicas propuestas para la conservación del congreso

La presente formulación de líneas de conservación del congreso surge de dos elementos fundamentales: el primero corresponde a las amenazas identificadas durante el trabajo de campo, principalmente por aquellas de orden antrópico con un nivel de presión significativo: quemadas, tala, agricultura, ganadería y la pérdida de elementos culturales, como la elaboración de artesanías y uso de plantas medicinales.

El segundo elemento corresponde a las oportunidades de conservación del congreso, posterior a la identificación del alto interés de los actores sociales e institucionales, los avances en temas de conservación, la postura de diferentes actores sociales en la conservación de la biodiversidad existente en el territorio. Para la formulación del presente marco, se tuvo en cuenta el documento de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE).

Línea 1. Biodiversidad y conservación del congreso

Con la implementación de esta línea se pretende adelantar acciones de conservación *in situ* y *ex situ*, tanto en las zonas prioritarias para la conservación de la especie.

- ~ Fortalecer y articular acciones de conservación y manejo *in situ* y *ex situ* de la biodiversidad a través de la preservación, restauración y uso sostenible ligado a prácticas tradicionales no destrimentales.
- ~ Identificar e implementar procesos de estructuración ecológica del territorio a nivel regional y local principalmente, a partir de la identificación de áreas de priorización de la conservación de los ecosistemas de bosque.

- ~ Promover y fortalecer las actividades de recuperación, protección y conservación del congreso en los tres departamentos (Arauca, Vichada y Casanare).

conflictos socioambientales, asociados a la conservación versus aprovechamiento del congreso como parte de su uso como especie maderable.

Línea 2. Gobernanza y biodiversidad

- ~ Hace referencia a la necesidad de generar el fortalecimiento entre el estado y los ciudadanos (urbanos y rurales), para gestionar integralmente la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos desde la participación y la corresponsabilidad en las acciones de conservación, de manera que el mantenimiento en la conservación de esta especie se articule desde los contextos socioecosistémicos, en aras del mejoramiento de la calidad de vida a nivel local y regional principalmente.
- ~ Fortalecimiento de los mecanismos y oportunidades de participación social en la toma de decisiones para el manejo territorial, para el caso puntual del presente estudio, la toma de decisiones en las temáticas a desarrollar para la apropiación del conocimiento frente a la conservación y manejo sostenible del congreso.
- ~ Articulación intra e interinstitucional para la implementación de acciones de conservación y manejo del congreso, dependiendo de las particularidades de cada departamento.
- ~ Generar estrategias de educación ambiental encaminadas al desarrollo en temas de gobernanza, incorporación de la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos para lograr acciones concretas en la conservación de esta especie.
- ~ Desarrollo y fortalecimiento de sistemas locales de transformación de posibles

En este ítem se retoman las oportunidades de conservación del congreso presentadas en el capítulo social, como acciones identificadas por la comunidad que pueden resumirse en:

- ~ Integración de uso del congreso con proyectos de ganadería sostenible, sistemas silvopastoriles y agroforestales.
- ~ Apoyo a procesos e iniciativas de conservación personales y comunitarias. Ayudas técnicas, capacitaciones, herramientas y desarrollo de mercados sostenibles.
- ~ Control efectivo de quemadas, alertas tempranas, capacitaciones, suministro de herramientas para la mitigación de incendios en campo. Capacitaciones en técnicas ambientalmente responsables, orgánicas y agroecológicas.
- ~ Vigilancia y control sobre la explotación ilegal y el robo en predios.
- ~ Alternativas al uso de la madera, postes de plástico, integración con el uso sostenible, estudio y propagación de otras especies maderables relacionadas, procesos de sensibilización para visibilizar los impactos e incentivar el consumo responsable.
- ~ Establecimiento de figuras de conservación en el territorio, previa subsanación de conflictos y aclaración de los límites y beneficios de las comunidades
- ~ Desarrollo de proyectos de conservación con acompañamiento a largo plazo a las comunidades, educación en administración económica y sensibilización ambiental.

Línea 3. Conservación del congrio, corresponsabilidad, investigación y compromisos globales

- ~ Se refiere a las acciones y conjunto de estrategias regionales y locales para el desarrollo y posicionamiento de la especie dentro de cada uno de los departamentos estudiados, implica involucrar a los diferentes actores sociales e institucionales en la materialización de acciones conjuntas que permitan la conservación y uso sostenible del congrio dentro de los territorios.
- ~ Articulación a nivel regional y local frente a compromisos que puedan llegar a generarse entre las autoridades municipales, Corporinoquia, comunidades, y de ser el caso, empresas públicas y privadas que puedan llegar a interesarse en la formulación de estrategias para la conservación del congrio en cada uno de los departamentos.
- ~ Buscar aliados como instituciones educativas que puedan llegar a estar interesadas en ampliar o crear líneas de investigación del congrio desde diferentes profesiones y disciplinas, en aras de generar estrategias de impacto que permitan observar la importancia de la especie a nivel local, regional y nacional.
- ~ Identificar y vincular a aquellas comunidades étnicas en la cuales se identifique el interés por la conservación de esta especie, con el fin de generar estrategias de materialización de la memoria histórica y recopilación del material oral de las comunidades indígenas asentadas en los departamentos de Arauca, Casanare y Vichada.

Lineamientos de investigación y monitoreo

- ~ Dentro de los tópicos de investigación y monitoreo identificados en el desarrollo del proyecto se encuentran que:
- ~ Existe un vacío de información sobre las tasas de crecimiento de poblaciones naturales de congrio, así como aspectos básicos de su ecología, entre los que se pueden mencionar la fenología, polinización, biología reproductiva y dinámica poblacional. Para el caso de la dispersión específicamente se considera que puede ser dispersada por peces, pero no se cuenta con información que permita asegurar dicha relación.
- ~ Considerando que es una especie con alta dependencia de las zonas inundadas, pero al mismo tiempo en áreas con inundación de aproximadamente 2 m, se desconocen los efectos del cambio climático en sus poblaciones.
- ~ Se requiere el desarrollo de un paquete tecnológico de la especie, con identificación de protocolos de propagación y manejo silvicultural, aplica para congriales y como forma de conservación *ex situ*.
- ~ Se recomienda un análisis de suelos detallado que permita definir las características fisicoquímicas.
- ~ Aunque en el desarrollo de este proyecto se intentó realizar un acercamiento a la relación fuego-congrio, no existe información sobre la relación de esta especie con la resiliencia de los bosques de galería y en general de la ecología del fuego para saber, por ejemplo, cuáles son las frecuencias e intensidades de fuego que la especie tolera.
- ~ Se desconocen características de la madera como microscopía y pruebas físicas.
- ~ Mercados para la madera legal de la especie.

Otras especies identificadas prioritarias para la identificación

Durante los recorridos de campo se identificaron otras especies de importancia para su estudio, las comunidades referenciaron especialmente el sasafrás *Ocotea cymbarum* como una especie

maderable cuyas poblaciones se han disminuido ampliamente. A continuación, se relacionan las especies identificadas como importantes para el desarrollo de proyectos de investigación.

NO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	USO	OTRO USO
1	<i>Andenantha peregrina</i>	Yopo	Maderable	Restauración
2	<i>Andira surinamensis</i>	Macanillo	Maderable	Restauración
3	<i>Apuleia leicarpa</i>	Guacamayo	Maderable	Restauración
4	<i>Aspidosperma</i> sp.	Canalito	Maderable	
5	<i>Aspidosperma spruceanum</i>	Brasil	Maderable	
6	<i>Astrocaryum chambira</i>	Cumare	Artesanal	
7	<i>Astronoum graveolens</i>	Abejón	Maderable	Restauración
8	<i>Bowdichia virgilioides</i>	Alcornoque	Maderable	
9	<i>Caraipa llanorum</i>	Saladillo	Maderable	Restauración
10	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Cedro mure	Maderable	
11	<i>Campsiandra implexicaulis</i>	Chigo	Alimenticio	
12	<i>Clarisia racemosa</i>	Arracacho	Maderable	
13	<i>Copaifera pubiflora</i>	Palo de aceite	Maderable	Restauración
14	<i>Cordia thaisiana</i>	Pardillo	Maderable	Restauración
15	<i>Couma macrocarpa</i>	Avichure	Maderable	Restauración
16	<i>Enterolobium schomburgki</i>	Dormidero	Maderable	Restauración
17	<i>Erisma uncinatum</i>	Flor morado	Maderable	
18	<i>Euterpe precatoria</i>	Manaca, maporilla, asaí	Industrial	Restauración
19	<i>Myrciaria dubia</i>	Limoncillo, Camucamu	Alimenticio	Industrial
20	<i>Minquartia guanensis</i>	Cuyubí	Maderable	Restauración
21	<i>Mouriri guianensis</i>	Cometure	Maderable	
22	<i>Myrocarpus venezuelensis</i>	Bálsamo	Maderable	Restauración
23	<i>Myrosperrum frutescens</i>	Bálsamo	Maderable	Restauración
24	<i>Nectandra</i> sp.	Laurel murruco	Maderable	Restauración
25	<i>Ocotea cymbarum</i>	Sasafrás	Maderable	Medicinal
26	<i>Ocotea floribunda</i>	Laurel murruco	Maderable	
27	<i>Protium llanorum</i>	Anime	Industrial	Restauración
28	<i>Simrouba amara</i>	Machaco	Maderable	Restauración
29	<i>Tachigali chrysophylla</i>	Chicharrón	Maderable	Restauración
30	<i>Tachigali physophora</i>	Guatero	Maderable	Restauración

Tabla 9.3. Especies maderables y de interés por sus propiedades o disminución de sus poblaciones naturales. Fuente: UT Congriales de la Orinoquia, 2018.

Bibliografía

- Acosmium nitens* (Vogel) Yakovlev. (1969). Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh 29(3): 353.
- Aguiar, M. R., & Sala, O. E. (1999). Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution*, 14(7), 273-277.
- Ajbilou, R., Marañón, T., & Arroyo Marín, J. (2003). Distribución de clases diamétricas y conservación de bosques en el norte de Marruecos.
- Alcázar-Caicedo, C.; Ramírez-Hernández, W. (2011). El uso de rasgos funcionales en flora como herramienta para establecer prioridades de conservación. Suplemento 5. In: G. Corzo; M.C. Londoño-Murcia; W. Ramírez; H. García; C. Lasso (ed.), *Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol S.A. localizadas en el Magdalena Medio y los Llanos Orientales de Colombia*. Bogotá D.C., Instituto Alexander von Humboldt y Ecopetrol S.A., p. 216-222.
- Allen EB. 1984. VA mycorrhizae and colonizing annuals: implications for growth, competition, and succession. En: Williams SE & MF Allen, eds. *VA Mycorrhizae and Reclamation of Arid and Semiarid Lands*. Scientific Report SA1261. Laramie, University of Wyoming, Agricultural Experiment Station, 42-52.
- Alviz, A. y Pérez. A. K. (2015). Plan para la conservación de la danta de tierras bajas (*Tapirus terrestris*) en los departamentos de Casanare, Arauca y Vichada. *Corporinoquia – Fundación Orinoquia Biodiversa*. Yopal. 56 p.
- Amezketá, E. (1999). Soil aggregate stability: a review. *Journal of sustainable agriculture*, 14(2-3), 83-151.
- Araujo-Lima, C., & Goulding, M. (1997). So fruitful a fish: Ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui. Columbia University Press.
- Arzac, A., E. Chacón-Moreno, L.D. Llambí y R. Dulhoste. 2011. Distribución de formas de vida de plantas en el límite superior del ecotono bosque-páramo en los Andes Tropicales. *Ecotrópicos* 24(1): 26-46.
- Assessment, M. E. (2005). Ecosystems and human well-being: wetlands and water. World Resources Institute.
- Ataroff, M., & Sánchez, L. A. (2000). Precipitación, intercepción y escorrentía en cuatro ambientes de la cuenca media del río El Valle, estado Táchira, Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, 41(1), 11-30.
- Austin, M. (2007). Species distribution models and ecological theory: a critical assessment and some possible new approaches. *Ecological modelling*, 200(1-2), 1-19.
- Austin, M. P. (1998). An ecological perspective on biodiversity investigations: examples from Australian eucalypt forests. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 2-17.
- Austin, M. P. (2002). Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological modelling*, 157(2-3), 101-118.
- Azihou, Akomian y Glele Kakaï, Romain Lucas & Sinsin, Brice. (2014). Importance of functional traits and regional species pool in predicting long-distance dispersal in savanna ecosystems. *Plant Ecology*. 215. 10.1007/s11258-014-0330-2.
- Bader, M. Y., & Ruijten, J. J. (2008). A topography-based model of forest cover at the alpine tree line in the tropical Andes. *Journal of Biogeography*, 35(4), 711-723.
- Banco Mundial (2015). COLOMBIA: Potencial de Reforestación Comercial. <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/239641467991950710/pdf/105317-SPA-NISH-WP-PUBLIC-Diagnostico-Potencial-de-Reforestacio%CC%81n-Comercial-en-Colombia.pdf>
- Barrios E. 1990. Fijación de nitrógeno en árboles y mineralización de nitrógeno en suelos de un bosque estacionalmente inundable en las riberas del río Mapipe (Edo. Anzoátegui, Venezuela). Tesis de Maestría, IVIC, Caracas.
- Barrios, E. (1988). Fijación de nitrógeno en árboles y mineralización de nitrógeno en suelos de un bosque estacionalmente inundable en las riberas del río Mapipe. (Tesis de Maestría), Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, Venezuela
- Barrios, E. y Herrera, R. (1994). Nitrogen Cycling in a Venezuelan Tropical Seasonally Flooded Forest: Soil Nitrogen Mineralization and Nitrification. *Journal of Tropical Ecology* 10, 399-416 pp.
- Bendix, J., & Hupp, C. R. (2000). Hydrological and geomorphological impacts on riparian plant communities. *Hydrological processes*, 14(16-17), 2977-2990.
- Berry, P.E, B.K. Holst & Yatskievych. (1999). Flora of the Venezuelan Guayana. Volumen 5. Eriocaulaceae-Lentibulariaceae. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Blaustein, A. R., Wake, D. B., & Sousa, W. P. (1994). Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation biology*, 8(1), 60-71.
- Blydenstein, J. (1967). Tropical savanna vegetation of the Llanos of Colombia. *Ecology*, 48(1), 1-15.
- Bodrati, A. y Cockle, K.L. (2017). Nest predation and interspecific nesting associations involving plumbeous kite (*Ictinia plumbea*) and becardes (*Pachyramphus spp.*). *Ornitología neotropical*, 28: 201-207.
- Boom, B. M., & Moestl, S. (1990). Ethnobotanical notes of José M. Cruixent from the Franco-Venezuelan expedition to the headwaters of the Orinoco river, 1951-1952. *Economic Botany*, 416-419.
- Borges, F. C., Xie, Q., Min, M., Muniz, L. A. R., Farenzena, M., Trierweiler, J. O., ... & Ruan, R. (2014). Fast microwave-assisted pyrolysis of microalgae using microwave absorbent and HZSM-5 catalyst. *Bioresource technology*, 166, 518-526.
- Borges, W. L., de Novais, C. B., Júnior, O. J. E. S., Prin, Y., Le Roux, C., Ducouso, M., & de Faria, S. M. (2014). Arbuscular mycorrhizal fungi diversity in revegetated areas after bauxite mining. *African Journal of Microbiology Research*, 8(28), 2733-2738.
- Botero, P. J., & López, D. (1982). Los suelos de los Llanos Orientales (Una visión general sintetizada). *Suelos ecuatoriales*, 12(2), 18-26.
- Broadbent, E. N., Asner, G. P., Keller, M., Knapp, D. E., Oliveira, P. J., & Silva, J. N. (2008). Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. *Biological conservation*, 141(7), 1745-1757.
- Bruijnzeel, L. A. (2004). Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees?. *Agriculture, ecosystems & environment*, 104(1), 185-228.
- Burkhard, B., & Maes, J. (2017). Mapping ecosystem services. *Advanced Books*, 1, e12837.
- Butler, D. R., & Hupp, C. R. (2013). 12.1 The Role of Biota in Geomorphology: Ecogeomorphology.
- Buytaert, W., Iniguez, V., & De Bievre, B. (2007). The effects of afforestation and cultivation on water yield in the Andean páramo. *Forest ecology and management*, 251(1-2), 22-30.
- Buytaert, W., Bièvre, B. D., Wyseure, G., & Deckers, J. (2004). The use of the linear reservoir concept to quantify the impact of changes in land use on the hydrology of catchments in the Andes. *Hydrology and Earth System Sciences*, 8(1), 108-114.
- Cárdenas, D., Arboleda, N. C., Tunjano, S. S., Barrera, L. Q., Rodríguez, M. B., Rodríguez, S. G., ... & Peinado, Á. J. V. (2015). Planes de manejo para la conservación de abarco, caoba, cedro, palorosa y canelo de los Andaquies. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI.
- Cárdenas-Torres, M. A. (2011). Hábitat y distribución. *Historia natural y conservación del caimán llanero*, 57-123.
- Cassini, M. H. (2013). Distribution ecology. From Individual Habitat Use to Species Biogeographical Range New York: Springer.
- Castro-Lima, F. 2009. FRUITS, Seeds, & Flowers consumed by FISH of the Orinoquia Region, Colombia, Rapid Color Guides, Environmental & Conservation Programs, The Field Museum, Chicago, IL 60605 USA.
- Castro-Lima, F. (2010). Avance del conocimiento de la flora del Andén Orinoqués en el departamento del Vichada, Colombia. *Orinoquia*, 14(1).
- Castro-Lima, F. 2010. Capítulo 4: Flora of the Orinoco River Basin useful for the sustainability of fish regional diversity. 384-407 p. En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial Editores. *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C. Colombia. 610 p.
- Castro, F., & González, M. (2014). Conserva Colombia : A Stimulus Package for Subnational Protected Area Establishment in Caracterización Biológica de la reserva Santana (La Primavera, Vichada). Fundación Palmarito y Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez .
- Céleri, R., & Feyen, J. (2009). The hydrology of tropical Andean ecosystems: importance, knowledge status, and perspectives. *Mountain Research and Development*, 29(4), 350-356.
- Chacón N, N Dezzio & S Flores. (2005a). Effect of particle-size distribution, soil organic carbon content and organo-mineral aluminium complexes on acid phosphatases of seasonally flooded forest soils. *Biology and Fertility Soils* 41: 69-72.

- Chacón N, N Dezzio, B Muñoz & JM Rodríguez. (2005b). Implications of soil organic carbon and the biogeochemistry of iron and aluminum on soil phosphorus distribution in flooded forests of the lower Orinoco River, Venezuela. *Biogeochemistry* 73: 555-566.
- Chaneton, E. (2005). Factores que determinan la heterogeneidad de la comunidad vegetal en diferentes escalas espaciales. Capítulo de libro en: La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Eds. Oosterheld, M., Aguilar, M., Ghersa, J. & Paruelo, Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
- Chernoff, B., & Machado-Allison, A. (2005). *Bryconops magoi* and *Bryconops collettei* (Characiformes: Characidae), two new freshwater fish species from Venezuela, with comments on *B. caudomaculatus* (Günther). *Zootaxa*, 1094(1), 1-23.
- Corpes. (1999). La Orinoquia a través de El Tiempo.
- Correa-Gómez, D.F., y Stevenson, P.R. (2010). Estructura y diversidad de bosques de galería en una sabana estacional de los Llanos Orientales colombianos (Reserva Tomo Grande, Vichada). *Orinoquia*, 14(supl. 1), 31-48.
- Cruz, P., Paviolo, A., Bó, R.F., Thompson, J.J. y Di Bitetti, M.S. (2014). Daily activity patterns and habitat use of the lowland tapir (*Tapirus terrestris*) in the Atlantic Forest. *Mammalian Biology* 79: 376-383.
- De Andrade, Z. (1991). Efecto de la inundación sobre las asociaciones simbióticas micorriza-VA y *Rhizobium-leguminosa*, durante el primer año de vida de *Acosmium nitens* (Vog.) Yakoul, especie arbórea de un bosque estacionalmente inundable del río Mapire, bajo Orinoco (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVIC. Caracas).
- De La Rosa, T. (1988). Asociación micorrízica vesículo-arbuscular en un bosque estacionalmente inundable de las riberas del río Mapire (Edo. Anzoátegui, Venezuela). Licenciatura thesis, Universidad Simón Bolívar, Venezuela.
- DEAM, 2018: SNIF- Sistema nacional de información forestal. Consultado 23-03-2018. <http://snif.ideam.gov.co:8380/ideam-snif-web/>
- Defler, T.R. y Rodríguez, J.V. (2004). La Fauna de la Orinoquia. Conservación Internacional. Bogotá D.C., Colombia.
- Del Río, J.; Rivera-Parada, L.; Prado-Castillo, L. F.; Castro-Lima, F.; Mijares, F.; Dombro, D. B. (2017). El congrio (*Acosmium nitens*) en la cuenca del río Bitá. Sembrar para conservar. Corporación Ambiental La Pedregosa. 71 pp. Bogotá, D.C., Colombia.
- Deshmukh, I. 1986. Ecology and Tropical Biology. Blackwell Scientific Publications. Palo Alto, California. 387 p
- Deshmukh, S. N., Basu, M. S., & Reddy, P. S. (1986). Genetic variability, character association and path coefficients of quantitative traits in Virginia bunch varieties of groundnut. *Indian Journal of Agricultural Sciences*.
- Dias, L. E., Franco, A. A., Campello, E. F. C., Faria, S. M., Castilho, A., Henriques, J. C., & Daniels, W. L. (2008). A two-phase process for revegetation of acidic bauxite tailings in the Amazon Region, Brazil. *Proceedings America Society of Mining and Reclamation*, 316-327.
- Douglas, D. A. (1989). Clonal growth of *Salix setchelliana* on glacial river gravel bars in Alaska. *The Journal of Ecology*, 112-126.
- Dunne, T., & Leopold, L. B. (1978). Water in environmental planning. Macmillan.
- Echevarria, G., Rodríguez, J.P. y Machado-Allison, A. (2017). Seasonal fluctuations in taxonomic and functional diversity in assemblages of catfishes in the Venezuelan Arauca River Floodplain. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 10.1080/01650521.2017.1387426.
- Echevarria, G., Rodríguez, J.P. y Machado-Allison, A. 2017. Seasonal fluctuations in taxonomic and functional diversity in assemblages of catfishes in the Venezuelan Arauca River Floodplain. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 10.1080/01650521.2017.1387426.
- Elith, J., & Leathwick, J. R. (2009). Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 40.
- Escalante, T. Rodríguez, G. Gámez, N. León-Paniagua, L. Barrera, O., & Sánchez-Cordero, V. (2007). Biogeografía y conservación de los mamíferos. *Biodiversidad de la faja volcánica transmexicana*, 485-502.
- Escalante, T., Sánchez-Cordero, V., Morrone, J. J., & Linaje, M. (2007). Deforestation affects biogeographical regionalization: a case study contrasting potential and extant distributions of Mexican terrestrial mammals. *Journal of Natural History*, 41(13-16), 965-984.
- Escobar Duche, V. L. (2016). Generación de un modelo geológico de la formación hollín en un campo del bloque 61 de la cuenca oriente del Ecuador (Bachelor's thesis, Quito, 2016.).
- Eweis, J. B., Tejero Monzón, I., del Val, A., & José, J. (1999). Principios de biorrecuperación (bioremediation): tratamiento para la descontaminación y regeneración de suelos y aguas subterráneas mediante procesos biológicos y físicoquímicos (No. 628.5 P7).
- Faivovich, J., Haddad, C.F.B., García, P.C.A., Frost, D.R., Campbell, J.A. y Wheeler, W.C. (2005). Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylineae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, Número 294. Págs. 240.
- FEDECACAO. (2015). Federación Nacional de Cacaoteros. Recuperado el 20 de Julio de 2018, se avanza en tres convenios de apoyo a los cacaoteros de Arauca: www.fedecacao.com.co
- FEDEPALMA. (2013). La agroindustria de la palma de aceite en Colombia. 53 p.
- Feldhamer, G. A., Thompson, B. C., & Chapman, J. A. (2003). Wild mammals of North America: biology, management, and conservation. JHU Press.
- Feldhamer, G. A., Drickamer, L. C., Vessey, S. H., Merritt, J. F., & Krajewski, C. (1999). Mammalogy: adaptation, diversity, ecology. JHU press.
- Fernández, M., Bedoya, A. M., & Madriñán, S. (2015). Plantas acuáticas de las planicies inundables de la Orinoquia Colombiana. *Biota Colombiana*, 16(1), 96-105.
- Fernández, N. & Piñeiro, G. (2008). La caracterización de la heterogeneidad espacial de los ecosistemas: el uso de atributos funcionales derivados de datos espectrales. *Ecosistemas* 17 (3): 64-78.
- Flores, D. G., Suvires, G., & Dalmasso, A. (2015). Distribución de la vegetación nativa en ambientes geomorfológicos cuaternarios del Monte Árido Central de Argentina. *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(1), 72-79.
- França, R.C., Germano, C.E.S. y França, F.G.R. (2012). Composition of a snake assemblage inhabiting an urbanized area in the Atlantic Forest of Paraíba State, Northeast Brazil. *Biota Neotrop.* 12(3): 183 - 195.
- Franco-Rozo, M.C., Ribas, C. y Pérez-Albarracín, K. (2014). La nutria gigante en Arauca: ecología, percepción cultural y retos para su conservación. *Corporinoquia – Fundación Orinoquia Biodiversa*. Yopal, Casanare. Págs. 204.
- Franklin, J. (1995). Predictive vegetation mapping: geographic modelling of biospatial patterns in relation to environmental gradients. *Progress in physical geography*, 19(4), 474-499.
- 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 Orinoquia Biodiversa. (2017). Registro de nuevas Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) en las veredas Matal de Flor Amarillo y Cinaruco en el municipio de Arauca. Convenio de Asociación con Parques Naturales Nacionales de Colombia.
- Gaston, K. J. (2003). The structure and dynamics of geographic ranges. Oxford University Press on Demand.
- GBIF. (2018). The Global Biodiversity Information Facility. *Acosmium Nitens* (Vogel) Yakovlev. <https://www.gbif.org/species/2970533> (June 6, 2018).
- Gentry, A. H. (1996). A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru), with supplementary notes on herbaceous taxa (No. C/582.15012 G4).
- Ghorbani, A., G. Langenberger, J. Liu, S. Wehner, and J. Sauerborn. 2012. Diversity of medicinal and food plants as non-timber forest products in Naban River watershed, National Nature Reserve (China): Implications for livelihood improvement and biodiversity conservation. *Economic Botany* 66 (2):178-191.
- Gimeno-García, E., Andreu, V., & Rubio, J. L. (2007). Influence of vegetation recovery on water erosion at short and medium-term after experimental fires in a Mediterranean shrubland. *Catena*, 69(2), 150-160.
- Gobernación del Vichada. 2000. Plan de Ordenamiento Territorial del departamento del Vichada. 345 p.
- Godoy, J. R., Petts, G., & Salo, J. (1999). Riparian flooded forests of the Orinoco and Amazon basins: a comparative review. *Biodiversity & Conservation*, 8(4), 551-586.
- González-Pérez, S. E., de Robert, P., & Coelho-Ferreira, M. (2013). Seed use and socioeconomic significance in Kayapó handicrafts: a case study from Pará state, Brazil. *Economic botany*, 67(1), 1-16.
- Gottsberger, G. (1978). Seed dispersal by fish in the inundated regions of Humaitá, Amazonia. *Biotropica*, 170-183.
- Gottsberger, G. (1978). Seed dispersal by fish in the inundated regions of Humaitá, Amazonia. *Biotropica*, 170-183.
- Goulding, M. (1980). The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history. Univ of California Press.
- Goulding, M. (1980a). The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history. Univ of California Press.
- Green, A. y J. Figuerola. (2003). Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. En: Paracuellos M. Ecología, Manejo y conservación de los humedales. Instituto de Estudios Almerienses. Diputación de Almería.

- Green, A. y J. Figuerola. (2003). Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. En: Paracuellos M. Ecología, Manejo y conservación de los humedales. Instituto de Estudios Almerienses. Diputación de Almería
- Grinnell, J. (1917). The niche-relationships of the California Thrasher. *Auk*, 34(4), 427-433.
- Hernández, L., and D. Marín. (1998). Ecología de Los Congriales de La Estación Experimental Nicolasito (Santa Rita, Estado Guárico, Venezuela). III. Caída y Descomposición de Hojarasca En *Sweetia Nitens* (Vog.) Benth. (Congrio) y *Caraipa Llanorum* Cuatrec. (Saladillo). Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Tomo LVIII: 41-57.
- Herrera Nieto, Á. M., Jiménez, V., & Orfilia, M. (2016). Análisis del modelo comercial del agronegocio forestal en el departamento del Vichada. Trabajo de grado de la Maestría en Agronegocios. Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias Bogotá D.C., Colombia. 81 p.
- Herrera, A., Tezara, W., Marín, O., & Rengifo, E. (2008). Stomatal and nonstomatal limitations of photosynthesis in trees of a tropical seasonally flooded forest. *Physiologia Plantarum*, 134(1), 41-48.
- Holdridge, L. R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105(2727), 367-368. Disponible en: <https://www.gbif.org/es/species/100072510>
- Huber, O., de Stefano, R. D., Aymard, G., & Riina, R. (2006). Flora and vegetation of the Venezuelan Llanos: a review. In *Neotropical Savannas and Seasonally dry forests* (pp. 109-134). CRC Press.
- Huber, O. 2005. Diversity of vegetation types in the Guayana Region: An overview. *Biol. Skr.* 55: 169-188. En: Friis, I. & Baslev H. (Eds.). 2005. *Plant Diversity and Complexity Patterns: Local, Regional and Global Dimensions*. Biologiske Skrifter 55. The Royal Academy of Science and Letters. Copenhagen. 603p.
- Huber, O. y Alarcón, C. (1988). Mapa de la vegetación de Venezuela. Caracas, Venezuela: Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- Huber, O. (1982). Significance of savanna vegetation in the Amazon territory of Venezuela [Forestry].
- Hupp, C. R. (1986). Upstream variation in bottomland vegetation patterns, northwestern Virginia. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 421-430.
- Hupp, C. R. (1992). Riparian vegetation recovery patterns following stream channelization: a geomorphic perspective. *Ecology*, 73(4), 1209-1226.
- Hupp, C. R., & Bornette, G. (2003). Vegetation as a tool in the interpretation of fluvial geomorphic processes and landforms in humid temperate areas. *Tools in Fluvial Geomorphology*, 269-288.
- Hupp, C. R., & Osterkamp, W. R. (2013). 12.7 Vegetation Ecogeomorphology, Dynamic Equilibrium, and Disturbance.
- Hupp, C. R., & Osterkamp, W. R. (1996). Riparian vegetation and fluvial geomorphic processes. *Geomorphology*, 14(4), 277-295.
- IDEAM & ECOFOREST. 2009. Diseño y Puesta en Marcha del Instrumento de Captura de Datos (Subregistro) e Información Generada por Actividades Informales en los Procesos de Extracción, Transformación y Comercio de Productos Forestales. Bogotá, Colombia. 78p
- IGAC. 2007. Unidades geopedológicas del territorio colombiano. Subdirección de agrología. Ed. IGAC. (Colombia). 74p
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Universidad Externado de Colombia. (2014). Estudio nacional de la situación alimentaria y nutricional de los pueblos indígenas de Colombia, ENSANI: 2012-2014. Pueblo Tsiripu, Resguardo Caño Mochuelo. 268 p.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1: 100 000. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 72 p.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2016). Promedios multianuales 1981-2010.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2015). Coberturas de la tierra. Período 2010-2012. Escala 1:100.000. Disponible en: <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1: 100 000. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 72 p.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2005). Estudio de aguas de Colombia. Versión actualizada. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. (2012). Conflictos de uso del territorio Colombiano Escala 1:100.000. Convenio macro de cooperación especial entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, INCODER; la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA; el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM; la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, UAESPNN; el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis", INVEMAR; el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI; el Servicio Geológico Colombiano, INGEOMINAS, y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. 214 p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. (2002). Estudio de suelos del departamento del Cauca. Capítulo 6. Clasificación de las tierras por su capacidad de uso. 72 p.
- Isaac-Cubides, P., Trujillo, L., & Jaimes, V. (2017). Zonificación de alternativas de conectividad ecológica, restauración y conservación en las microcuencas Curubital, Mugroso, Chiscá y Regadera, Cuenca del río Tunjuelo (Distrito Capital de Bogotá, Colombia. *Biota Colombiana*, Vol. 18, núm. 1, 70-88.
- Izquierdo, L. (1988). Efectos de la inundación sobre la actividad metabólica en raíces de *Acosmium nitens*. Trabajo de Grado, Lic. Biología. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Janos, D. P. (1980). Mycorrhizae influence tropical succession. *Biotropica*, 56-64.
- Jenny, H. (1941). *Factors of Soil Formation*. McGraw-Hill, New York.
- Jongman, R. H. G., Smith, J. K., Moreno, E. C., & Loedeman, J. H. (2008). Assessing flooding patterns in Llanos of the Apure Region (Venezuela) using radar images. *Ecotrópicos*, 21(1), 34-45.
- Junta de Cabildo y Ministerio del Interior. 2013. Plan de Salvaguarda de los Pueblos Indígenas del Resguardo Caño Mochuelo. Yopal, Casanare. 267 p.
- Koppen, W. P. (1923). *Die klimare der erde: Grundriss der klimakunde*. Walter de Gruyter.
- Körner, C. (2012). Alpine treelines: functional ecology of the global high elevation tree limits. Springer Science & Business Media.
- Kozlowski, T. T. (Ed.). (1984). *Flooding and plant growth* (No. 581.5263 F631). New York: Academic Press.
- Kubitzki, K., & Ziburski, A. (1994). Seed dispersal in flood plain forests of Amazonia. *Biotropica*, 30-43.
- Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 1-38.
- La Salle, s. d. c. n. (1998). Ecología de los congriales de la estación experimental Nicolasito (Santa Rita, estado Guárico, Venezuela). iii. Caída y descomposición de hojarasca en *Sweetia nitens* (vog.) benth. (congrío) y *Caraipa Llanorum cuatrec.* (saladillo). *ecología*, 58(150).
- Lasso, C. (2014). Tipología de aguas (blancas, claras y negras) y su relación con la identificación y caracterización de los humedales de la Orinoquia. XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), 50-61.
- Lasso, C. A., Rial, B., Matallana, C. L., Ramírez, W., Celsa Señaris, J., Díaz-Pulido, A., ... & Machado-Allison, A. (2011). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: II. Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible (pp. 1-304). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Lasso, C. A., Usma, J. S., Trujillo, F., & Rial, B. (2010). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad (pp. 1-611). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Lau, P. A. (2008). Patrones de utilización de los hábitats por parte de las aves, en una región de sabanas bien drenadas de los llanos orientales en Venezuela *ECOTRÓPICOS* 21(1):13-33.
- Laurance, W. F., Camargo, J. L., Luizão, R. C., Laurance, S. G., Pimm, S. L., Bruna, E. M., ... & Van Houtan, K. S. (2011). The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation. *Biological conservation*, 144(1), 56-67.
- Laurance, W. F. (2000). Do edge effects occur over large spatial scales?. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(4), 134-135.
- Leibold, M. A. (1995). The niche concept revisited: mechanistic models and community context. *Ecology*, 76(5), 1371-1382.
- Machado-Allison, A. (1982). Estudios sobre la subfamilia Serrasalminae (Teleostei, Characidae). 1. Estudio comparado de los juveniles de las "cachamas" de Venezuela (generos *Colossoma* y *Piaractus*). *Acta Biológica Venezolánica*.
- Machado-Allison, A. (2005). La fauna del valle de Caracas y del río Guaire. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela*, 65(1-4).

- Marín, C. D., Hernández, C., & De Martino, G. (1998). Ecología de los congriales de la Estación Experimental Nicolasito (Santa Rita, estado Guárico, Venezuela). 1. Medio físico, estructura de la comunidad y microclima en épocas contrastantes. *Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales "La Salle"*, (150).
- Marrero, C., A. Machado-Allison, V. González, J. Velásquez & D. Rodríguez-Olarte. 1997. Los morichales del oriente de Venezuela. Su importancia en la distribución y ecología de los componentes de la ictiofauna dulceacuicula regional. *Acta Biológica de Venezuela*, 17(4):65-79.
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd. Edn. Academic Pres.
- Martensen, A. C., Saura, S., & Fortin, M. J. (2017). Spatio-temporal connectivity: assessing the amount of reachable habitat in dynamic landscapes. *Methods in Ecology and Evolution*, 8(10), 1253-1264.
- McNish, T. (2007). Las aves de los llanos de la Orinoquia. M&b Producciones y Servicio.
- Mendoza, J. E., Amaya, J. D., Terán, P., Ramos, A., Vargas, N., Cediell, M., ... & Beltrán, F. (2012). Política Nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos-PNGIBSE. Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, 1-134.
- Ministerio del Interior. (2013). Plan de salvaguarda pueblo U'WA-Casanare. Cabildo indígena de Chaparral y Barronegro del pueblo U'WA de Tamara, Sácamá y Hato corozal.
- Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Bello, L. C., & de Paula Gutiérrez, F. (2014). Potential distribution of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius* Graves 1819) in the Orinoco basin of Colombia and Venezuela. *Biota Colombiana*, 15(1), 124-136.
- Nilsson, C., Grelsson, G., Johansson, M., & Sperens, U. (1989). Patterns of plant species richness along riverbanks. *Ecology*, 70(1), 77-84.
- Noss, R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation biology*, 4(4), 355-364.
- Oliveira-Filho, A. T., Jarenkow, J. A., Jesus, M., & Rodal, N. (2006). Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In *Neotropical savannas and seasonally dry forests* (pp. 172-205). CRC Press.
- Parolin, P. (2000). Seed mass in Amazonian floodplain forests with contrasting nutrient supplies. *Journal of Tropical Ecology*, 16(3), 417-428.
- Parolin, P., & Worbes, M. (2000). Wood density of trees in black water floodplains of Rio Jaú National Park, Amazonia, Brazil. *Acta Amazonica*, 30(3), 441-441.
- Parolin, P., & Ferreira, L. V. (1998). Are there differences in specific wood gravities between trees in várzea and igapó (Central Amazonia). *Ecotropica*, 4, 25-32.
- Paulsen, J., & Körner, C. (2014). A climate-based model to predict potential treeline position around the globe. *Alpine Botany*, 124(1), 1-12.
- Pauwels, L., Breyne, H., & Delaude, C. (1999). *Acosmium panamense* (Fabaceae), arbre intéressant introduit en Afrique tropicale. *Systematics and Geography of Plants*, 3-7.
- Peñuela, L., Fernández, A. P., Castro, F., & Ocampo, A. (2011). Uso y manejo de forrajes nativos en la sabana inundable de la Orinoquia. Bogotá: The Nature Conservancy, Fundación Horizonte verde, Fundación Biodiversa de España y Corporinoquia.
- Peñuela, L., & Fernández, A. P. (2010). La ganadería ligada a procesos de conservación en la sabana inundable de la Orinoquia. *Orinoquia*, 14(2), 5-17.
- Peterson, A. T., & Nakazawa, Y. (2008). Environmental data sets matter in ecological niche modelling: an example with *Solenopsis invicta* and *Solenopsis richteri*. *Global ecology and Biogeography*, 17(1), 135-144.
- Piedade, M. T. F.; Parolin, P.; Junk, W. G. 2006. Phenology, fruit production and seed dispersal of *Astrocaryum jauari* (Arecaceae) in Amazonian black water floodplains. *International Journal of Tropical Biology*, 54 (4):1171-1178.
- Piedade, M. T. F., P. J. PAROLIN, AND W. JUNK. 2003. Estrategias de dispersao, producao de frutos e extrativismo da palmeira ~*Astrocaryum jauari* Mart. nos igapos do rio negro: implicacões para a ictiofauna. *Ecología Aplicada* 2: 31-40.
- Piedade, M.T.F. (1985) Ecologia e biologia reproductiva de *Astrocaryum jauari* Mart. (Palmae) como exemplo de população adaptada às áreas inundáveis do rio Negro (igapós). INPA, Brasil.
- Pimienta Barrios, E. (1990). El nopal tunero (No. 04; SB379. P8, P5.).
- Poulenard, J., Podwojewski, P., & Herbillon, A. J. (2003). Characteristics of non-allophanic Andisols with hydric properties from the Ecuadorian páramos. *Geoderma*, 117(3-4), 267-281.
- Proaño Cadena, G. N. (2009). Informe geológico de la cuenca del río Tatala.
- Quinones, M.J & Vissers M.E. (2014). Mapa de frecuencias de inundación.
- Rangel-Ch, J. O. (2000). Colombia diversidad biótica 3: la región de vida paramuna de Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Rangel-Ch, J. O., Sánchez-C, H., Lowy-C, P., Aguilar-P, M., & Castillo, A. (1995). Región de la Orinoquia. Colombia, Diversidad Biótica I. Instituto de Ciencias Naturales. Convenio Inderena-Universidad Nacional de Colombia, 239-254.
- Raventós Bonvehí, J., & González Hidalgo, J. C. (1992). Efecto de la exposición de la ladera y pendiente en la evaluación de la demanda atmosférica potencial. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, (18), 29.
- Rengifo, E., Tezara, W., & Herrera, A. (2005). Water relations, chlorophyll a fluorescence, and contents of saccharides in tree species of a tropical forest in response to flood. *Photosynthetica*, 43(2), 203-210.
- Rengifo, E., Tezara, W., & Herrera, A. (2001). Effect of flooding and drought on chlorophyll a fluorescence of trees of tropical seasonally flooded forest. *The tree*, 2000, 288-292.
- Rial, Anabel, Carlos A. Lasso, and Giuseppe Colonnello. (2014). Clasificación de los paisajes de la Orinoquia: Colombia y Venezuela." In XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia., (eds). Carlos A. Lasso et al. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), 35-49.
- Ridgely, R. y G. Tudor. 2009. Field guide to the Songbirds of South America. The passerines. University of Texas. Págs. 760.
- Rivera-Martin, L. E., Peñuela-Mora, M. C., Jiménez Rojas, E. M., & Vargas Jaramillo, M. D. P. (2013). Ecología y silvicultura de especies útiles amazónicas: Abarco (*Cariniana micrantha* Ducke), Quinilla (*Manilkara bidentata* (A. DC.) A. Chev.) y Violeta (*Peltogyne paniculata* Benth.).
- Rodrigues, R. S., & Goulart de Azevedo Tozzi, A. M. (2008). Reinstatement of the name *Leptolobium* Vogel (Leguminosae, Papilionoideae, Sophoreae). *Taxon*, 57(3), 980-984.
- Rodrigues, R. S., & Tozzi, A. M. G. D. A. (2012). A taxonomic revision of *Leptolobium* (Papilionoideae, Leguminosae). *Acta Botánica Brasilica*, 26(1), 146-164.
- Rodríguez-Altamiranda, R.; Flores, S. y Herrera, R. (2011). Gestión sostenible del bosque inundable mediante la participación comunitaria en Mapipe, Anzoátegui, Venezuela. En Herrera, F. y Herrera, I. (Eds.). *La restauración ecológica en Venezuela: fundamentos y experiencias* (149-163 pp.). Caracas, Venezuela: Ediciones IVIC (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas).
- Rodríguez, L., & Colonnello, G. (2009). Caracterización florística de ambientes de la cuenca baja del río Cucurital, afluente del río Caroní, Estado Bolívar, Guayana Venezolana. *Acta amazonica*, 39(1), 33-50.
- Rosales GJ. (1989). Análisis florístico-estructural y algunas relaciones ecológicas en un bosque inundable en la boca del río Mapipe, Edo. Anzoátegui. Tesis de Maestría, IVIC, Caracas.
- Rosales, M., Laredo, M., Cuesta, A., Anzola, H., & Hernández, L. (1989). Uso de árboles forrajeros para el control de protozoarios ruminales. *Livestock Research for Rural Development*, 1(1), 79-85.
- Salamanca Solís, C. R., & Silva Herrera, M. D. R. (1998). Las micorrizas como alternativa para el manejo sostenible de los agroecosistemas tropicales.
- Sarmiento, C., Agudelo, C., Pérez-Moreno, H., y Cadena-Vargas, C. 2015. Identificación de la transición bosque-páramo mediante modelos de distribución potencial de la vegetación. En: Sarmiento, C., y León, O. (eds.). 2015. Transición bosque-páramo. Bases conceptuales y métodos para su identificación en los Andes colombianos. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 156 págs.
- Sarmiento, G. (1994). Sabanas naturales, génesis y ecología. Sabanas Naturales de Colombia. Cali: Banco de Occidente, 17-56.
- Sexton, J. P., McIntyre, P. J., Angert, A. L., & Rice, K. J. (2009). Evolution and ecology of species range limits. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 40, 415-436.
- Silva, M.F.; Lisbôa, P.L.B.; Lisbôa, R.C.L. 1977. Nomes vulgares de plantas amazônicas. CNPq/INPA. Manaus. 222pp.
- Sioli, H. (1975). 8.2 Amazon Tributaries and Drainage Basins. Coupling of land and water systems, 10, 199.
- Solari, S. S., Y. Muñoz-Saba, J. V. Rodríguez-Machecha, T. R. Defler, H. E. Ramírez-Chaves, y F. Trujillo. (2013). Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 20:301-365.
- Squeo, F.A.; Arancio, G.; Letelier, L.; Marticorena, A.; Muñoz-Schick, M.; León-Lobos, P. y Arroyo, M.T.K. Estado de conservación de la Flora nativa de la región de Atacama. En: SQUEO, F.A.; ARANCIO, G. y GUTIÉRREZ, J.R. (editores). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. La Serena: Ediciones Universidad de La Serena, 2008, p. 45-59.
- Stefanello, D., Fernandes-Bulhão, C., & Martins, S. V. (2009). Síndromes de dispersão de sementes em três trechos de vegetação ciliar (nascente, meio e foz) ao longo do rio Pindaíba, MT. *Revista Árvore*, 33(6).

- Steven J. Phillips, Miroslav Dudík, Robert E. Schapire. [Internet] Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1). Available from url: http://bio-diversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/. Accessed on 2018-2-21.
- Stevenson, P. R., Ramírez, M. A., Casas, L. F., & Henao-Díaz, F. (2017). Forestación de bosques en sabanas de la altillanura colombiana: relevancia de las condiciones ambientales para el establecimiento de plántulas. *Biota Colombiana*, 18(1 Sup), 99-109.
- Suárez del Moral, P. y E. Chacón-Moreno. 2011. Modelo espacial de distribución del ecotono bosque-páramo en los Andes venezolanos. Ubicación potencial y escenarios de cambio climático. *Ecotrópicos* 24(1): 3-25.
- Tabacchi, E., Planty-Tabacchi, A. M., & Décamps, O. (1990). Continuity and discontinuity of the riparian vegetation along a fluvial corridor. *Landscape Ecology*, 5(1), 9-20.
- Tobón, C. (2009). Los bosques andinos y el agua. Programa Regional ECOBONA-Intercooperation.
- Toledo, V. (2005). Repensar la conservación: ¿Áreas naturales protegidas o estrategia bioregional? *Gaceta Ecológica*, 77, 67-83.
- Tongway, D. J., Cortina, J., & Maestre, F. T. (2004). Heterogeneidad espacial y gestión de medios semiáridos. *Revista Ecosistemas*, 13(1).
- Turner, M. G., Gardner, R. H., O'Neill, R. V., & O'Neill, R. V. (2001). *Landscape ecology in theory and practice* (Vol. 401). New York: Springer.
- USDA-GRIN. (2006). ARS, National Genetic Resources Program, Germplasm Resources Information Network. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?105257>.
- Van der Heijden MGA, JN Klironomos, M Ursic, P Moutoglis, R Streitwolf-Engel, T Boller, A Wiemken & IR Sanders. (1998b). Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature* 396: 69-72.
- Van der Heijden, M. G., Klironomos, J. N., Ursic, M., Moutoglis, P., Streitwolf-Engel, R., Boller, T., ... & Sanders, I. R. (1998). Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature*, 396(6706), 69.
- Varela, V. P.; De Souza Costa, S. y Ramos, M. (2005). Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (vog.) Yakovlev- Leguminosae, Caesalpinoideae. *Acta Amazónica*, 35(1), 35-39 pp.
- Vergara, G. & Gayoso, J. (2004). Efecto de factores físico-sociales sobre la degradación del bosque nativo. *Bosque*, Vol. 25 N° 1, 2004, pp. 43-52.
- Villa, A. M. (2006). Caracterización diamétrica de las especies maderables en bosques primarios del Cerro Murrucucú. *Gestión y ambiente*, 9(2), 73-90.
- Villarreal-Leal, H., & Maldonado-Ocampo, J. A. (2007). Caracterización biológica del Parque Nacional Natural El Tuparro (sector noreste), Vichada, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Wallace, B.; Painter, L.; Taber, A. (1998). Primate diversity, habitat preferences, and population density estimates in Noel Kempff Mercado National Park, Santa Cruz Department, Bolivia. *Am. J. Primatol.* 46:197-211.
- Whittaker, R. H. (1967). Gradient analysis of vegetation. *Biological reviews*, 42(2), 207-264.
- Whittaker, R. H. (1960). Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. *Ecological monographs*, 30(3), 279-338.
- Whittaker, R. H. (1956). Vegetation of the great smoky mountains. *Ecological Monographs*, 26(1), 1-80.
- Yeomans, W. C. (1986). Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. *Foundations for Visual project analysis*, 201-222.
- Zimmermann, R. C., & Thom, B. G. (1982). Physiographic plant geography. *Progress in Physical Geography*, 6(1), 45-59.
- Zocher, T., & Josef, G. (2011). Vegetación vascular de la Reserva Natural Bojonawi (Vichada, Colombia): aportes para la elaboración de su flórula (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias).

CONGRIO



Hecho por:  **CARBONO⁴**
GRUPO ASESOR EDITORIAL

Puntoaparte
bookvertising



CONGRIO

Estudio básico de caracterización
del congrio (*Acosmium nitens*)
en Casanare, Arauca y Vichada en Colombia
